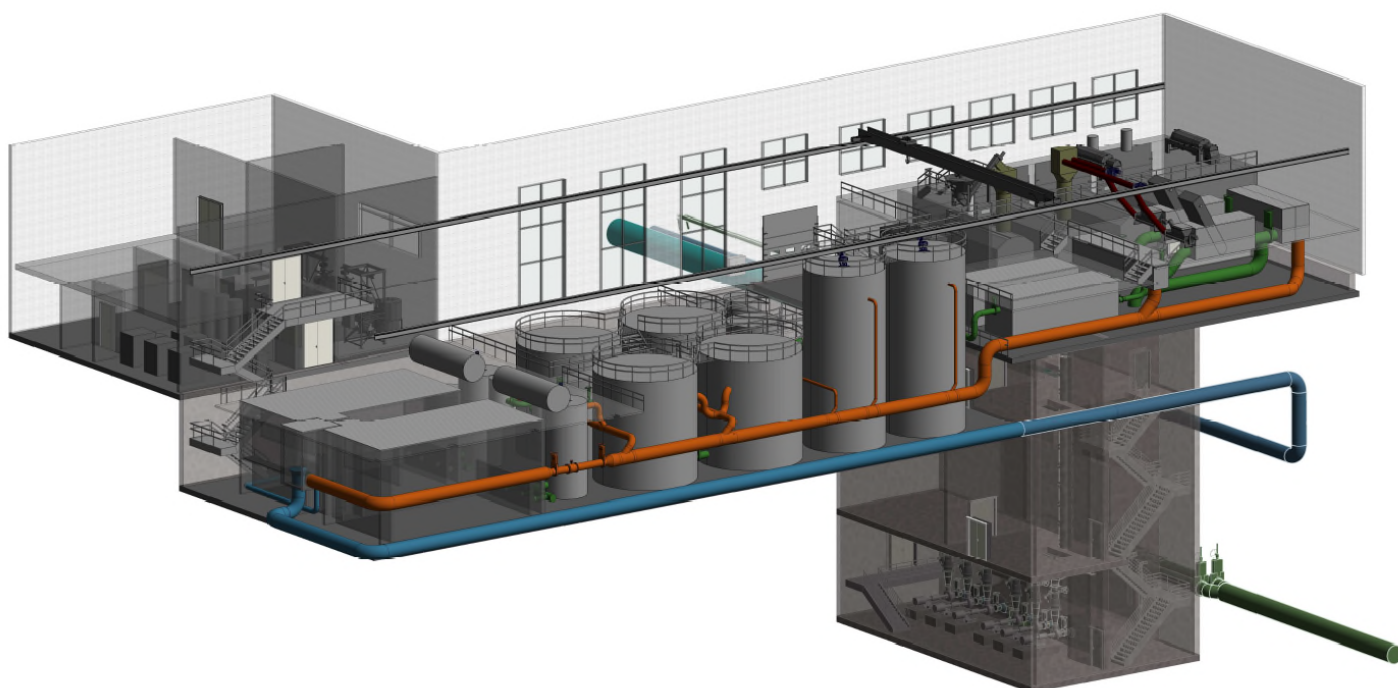


Bergen kommune

► Garnes RA - Konseptvalgutredning

PN4 - Beskrivelse av anlegget

Oppdragsnr.: 5193156 Dokumentnr.: PN4 Versjon: J04 Dato: 2020-06-23



Oppdragsgiver:	Bergen kommune
Oppdragsgivers kontaktperson:	Kristine Akervold
Rådgiver:	Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder:	Lars Magnussen Ranveig H. Paus (ass. oppdragsleder)
Fagansvarlig:	Johan Martin Hansen (RIVA-ledninger og pumpestasjon) Geir Morten Knutsen (RIE) Lars Magnussen (RIVA-prosess) Morten Melø (RIB, RIBr, RIBFy) Morten Leine (RIV) Bård Anders B. Rounge (SHA) Marius Fagtveit Smistad (RIVA-miljøteknikk) Anders Kr. Vik (RIG-ing.geologi) Tore Westerbø (Usikkerhetsanalyse) Geir Johan Westerland (RIG-geoteknikk)
Andre nøkkelpersoner:	Sigve Brunnes (BIM-kordinator, RIVA-prosess) Stephanie Lilleåsen Gjelsest (RIG-geoteknikk) Hans Christian Gjelsnes (RIG-ing.geologi) Hans Kristian Lien (RIB) Bjørn Rydtun (RIVA-prosess) Trond Helge Hansen (RIVA-ledninger og pumpestasjon) Magnus Reiakvam (RIVA-ledninger og pumpestasjon) Audun Søyland Teie (RIVA-prosess) Thomas Yttervik (RIE)

J04	2020-06-23	For bruk i KVV	Fagansvarlige	LM	LM
J03	2020-05-05	For bruk i KVV	Fagansvarlige	LM	LM
B02	2020-03-31	For oppdragsgivers kommentar	Fagansvarlige	LM	LM
B01	2020-03-25	For oppdragsgivers kommentar - kap. 3	LM	AUDTEI	LM
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.

Sammendrag

Garnes renseanlegg i Arna skal bygges nytt for å håndtere sekundærrensekravet. Samtidig skal to mindre anlegg, Ytre Arna og Hagardsviken, overføres til nytt anlegg.

Dette notatet er en beskrivelse av anlegget som er lagt til grunn i konseptvalgutredningen.

Nye Garnes avløpsrenseanlegg skal etableres i området sør-øst for eksisterende renseanlegg, i terreng som skråner nord-øst ned mot Sørfjorden. I dette område ligger også fjellanlegget til eksisterende avløpspumpestasjon, med tilhørende adkomsttunnel, overløpstunnel og tilførselstunnel. Dette fjellanlegget har i stor grad lagt føringene for hvordan det nye renseanlegget er designet og lokalisert i konseptvalgutredningen.

Store deler av masseuttaket for byggegropen til renseanlegget vil være uttak av berg. Det vil også være behov for forsiktede anleggsarbeider, ettersom eksisterende renseanlegg og pumpestasjon skal være i drift under utbyggingen.

Utformingen av anlegget mht. arkitektur har ikke vært en del av konseptvalgutredningen. Det er allikevel valgt å beskrive utformingen slik den fremstår så langt, og å fremme noen tanker om hvordan dette bør tas videre.

Prosessbygget vil være ca. 12 m høyt over nytt bakkenivå i fasaden mot Sørfjorden, men på grunn av det skrånende terrenget vil taket på baksiden av bygget være omtrent på høyde med eksisterende terreng. Bygget vil derfor være lite synlig for omkringliggende bebyggelse, spesielt fra vest, men også fra sør. Bygget er designet med en L-form, hvor de viktigste renseprosessene befinner seg i et avlangt, åpent rom og hovedandelen av de tekniske applikasjonene er lokalisert i et teknisk sidebygg til prosesshallen. Ny innløpspumpestasjon for renseanlegget etableres som en kjeller under forbehandlingen i prosesshallen.

Personalbygget henger sammen med renseanlegget via en mellomgang/ korridor på vest-fasaden. Bygget bryter med resten av anlegget ved å være lavere, noe forskjøvet, med skrått tak og større bruk av glassfasader mot Sørfjorden. Bygget er inndelt på langs i uren og ren side, for gode hygieniske forutsetninger for de ansatte.

De terrengmessige inngrepene ved etablering av det nye renseanlegget vil være relativt omfattende, og det bør etterstrebes å dempe inntrykket som de store skjæringene i fjellet vil kunne gi.

Prosess- og personalbygget er forutsatt direktefundamentert på normalkomprimert sprengsteinsfylling på berg, med punkt og stripefundamenter. Bæresystemet for prosessbygget vil i hovedsak bestå av prefabrikkerte betongsøyler, etasjeskillere i plasstøpt betong og stålplatetak opplagt på gitterdragere og stålbjelker. Betongsøylene skal også bære en traverskran som skal dekke hele prosesshallen. Pumpestasjonen, som i sin helhet vil ligge under bakkenivå, vil ha et bæresystem av vegger og dekker i plasstøpt betong. For personalbygget forutsettes bruk av bærende konstruksjoner i tre.

Det er lagt til grunn at både eksisterende renseanlegg og pumpestasjon skal kunne saneres i sin helhet etter igangkjøring av det nye anlegget. Miljøoppfølgingsplanen for prosjektet, PN7, synliggjør ansvar for tiltak og dokumentasjonskrav i forbindelse med avfallshåndtering.

De overordnede kravene til brannsikkerhet for anlegget forutsetter at prosessbygget og pumpestasjonen kun vil ha personopphold ved behov for kontroll og vedlikehold. For personalbygget er det forutsatt mulighet for varig personopphold. Den samlede bruken av renseanlegget tilsier med bakgrunn i dette risikoklasse 2 og brannklasse 1.

Renseprinsippet som er lagt til grunn i konseptvalgutredningen består av forbehandling, biologisk rensing med MBBR eller tilsvarende, kjemisk felling og avskilling med flotasjon. Anlegget bygges opp med to linjer, og mulighet for krysskobling i avskillingstrinnet.

Innløpspumpestasjonen for renseanlegget vil også bygges to-delt slik at en del kan stenges av ved behov for vedlikehold eller spesiell rengjøring. Det meste av tilførsel til anlegget vil komme med selvfall via eksisterende tilførselstunnel fra innerst i Arnavågen, med det vil også komme avløpsvann via sjøledninger fra Ytre Arna og Hagardsviken. Det skal i tillegg tilrettelegges for en mulig fremtidig pumpeledning fra Øyrane Torg som skal kunne føres via eksisterende tilførselstunnel. I pumpestasjonen etableres også et nødoverløp som føres ut i Sørfjorden via en ny utslippskum med tilbakeslagssikring.

Fra pumpestasjonen føres avløpsvannet videre til innløpskassen i renseanleggets forbehandling. Innløpskassen fordeler avløpsvannet videre til to linjer, med hver sin trapperist for utskilling av ristgods. Ristgodset håndteres i to ristgodsvaskere med etterfølgende mottrykkskruer, før det føres videre til en felles tett ristgodscontainer. Etter ristene føres vannet til en reguleringskasse for å fordele det ristavskilte avløpsvannet videre. Reguleringskassen har elektromagnetiske mengdemålere og reguleringsventiler for å sikre at de to sand- og fettfangene samt etterfølgende renselinjer belastes likt. Sand- og fettfangene skiller ut sand og fett fra avløpsvannet, der sanden pumpes videre til sandvasker og tett sandcontainer, og fettene pumpes videre til et av slamlagrene.

Etter sand- og fettfangene føres avløpsvannet videre til biologiske reaktorer med suspenderte plastbærere. Hver linje består av to seriekoblede bioreaktorer, og det legges opp til at man skal kunne drifte anlegget med alle fire reaktorer ved maksimal tilrenning, og ned til kun én reaktor ved lavbelastningssituasjoner.

Fra bioreaktorene føres avløpsvannet inn i flotasjonsanlegget, som i hovedsak består av tre prosessstrinn:

1. Kjemikalieinnblanding – hurtigmiksing i sirkulære tanker, én for hver linje
2. Flokkulering – skånsom innblanding av polymer (og fellingskjemikalier) i tanker, én for hver linje
3. Flotasjon – prefabrikkerte flotasjonsbasseng med overflateskraper, én for hver linje

Overløpsvann og rensed avløpsvann samles i en utløpskum. Her plasseres utløpsprøvetakeren, og det legges opp til en god innblanding av vannstrømmene før prøvetakningspunktet. Videre føres vannet i en selvfallsledning utvendig på baksiden av prosessbygget, forbi ny pumpestasjon og videre til ny utslippskum ved vannkanten til Sørfjorden. Herfra går rensed avløpsvann (og evt. overløpsvann) via to utslippsledninger til ca. 50 m dyp. Utslippskummen er felles med nødoverløpsledningen fra pumpestasjonen, men består av separate kammer og utslippsledninger.

Strømforsyningen til det eksisterende renseanlegget kommer fra en transformator som er plassert inne i prosessanlegget, og må opprettholdes frem til det nye anlegget er satt i drift. Det nye anlegget vil ha behov for mer effekt enn eksisterende, men den eksisterende høyspentkabelen skal være stor nok til å dekke det økte behovet. Det vil være nettleverandør som etablerer ny trafokiosk med høyspent kabelforbindelse i bakken.

Hovedtavle plasseres i eget avlåst rom, og består kun av effektbryteravganger ut til underfordelinger. Vegg i vegg med hovedtavlerommet plasseres noen av elektro- og automatiseringstavlene, men det er også avsatt plass for flere elektrorom. For å sikre strømforsyning til utvalgte deler av prosessanlegget forutsettes også installering av et permanent reservekraftaggregat.

Det skal etableres styring og overvåking for alle anleggsdeler som inngår i det nye renseanlegget. Styringssystemet skal i utgangspunktet kunne implementeres på samme PLS-plattform som resten av de etablerte fjernkontrollsystemene for VA i kommunen. For å få et sikrere og raskere nettverk for kommunikasjonsanlegget legges det opp til etablering av fibernettsnettverk til anlegget.

VVS-anlegget er designet for å både kunne betjene prosessanlegget, ved sikring av vann til utstyr og prosess, samt sørge for riktig arbeidsmiljø for arbeidstakere. Anlegget bygges med materialer som består godt i et korrosivt miljø, og på denne måten holder vedlikeholdskostnadene nede.

For personaldelen av anlegget forutsettes et ordinært sanitær-, varme- og ventilasjonsanlegg etter TEK 17. Det etableres behovsstyring av ventilasjonsanlegget for kontor, personalrom og garderober. Kontrollrom og laboratorium i prosessdelen ventileres også via ventilasjonsaggregatet for personaldelen.

I prosessanlegget legges det opp til nødvendig sanitærutstyr i forbindelse med behandling av kjemikalieutstyr, rengjøring og hygiene. Det sikres også brutt vannforsyning for prosessvann og ekstra tilbakeslagssikringer. For oppvarming av anlegget legges det til grunn bruk av aerotempere i kombinasjon med gulvvarme. Varmeproduksjonen blir bestående av elektrokjel og varmpumpe basert på varme fra rensed avløpsvann. Det etableres et eget ventilasjonsanlegg for prosessanlegget som skal dekke luft- og kjølebehov til prosessutstyr. Videre forutsettes det at alle enheter med avløpsvann, slam eller kjemikalieinnblanding er lukket og utstyrt med punktavsug, og det er lagt opp til å benytte luktreduksjonsanlegg basert på fotooksidasjon og aktivt kull.

Inntaksledninger for vann og avløp føres i felles grøft med EL-kabler langs vestsiden av det eksisterende renseanlegget. Ledningene kobles til eksisterende infrastruktur nordvest for eksisterende renseanlegg, og det legges opp til brannvannsuttak i kum på østsiden av nytt renseanlegg. Det etableres også nye ledninger for utslipp av rensed avløpsvann og nødoverløp som føres til Sørfjorden via ny utslippskum.

For adkomst til det nye renseanlegget må det etableres en ny permanent adkomstvei/ avkjørsel fra riksvei. Veien etableres på lett til middels terreng, og det antas tilnærmet massebalanse. Adkomstveien forutsettes ferdigstilt innen byggeperiodens oppstart, og det vil derfor ikke være behov for midlertidig adkomst eller anleggsvei. Ved eksisterende overløpstunnel og ny utslippskum vil det også være behov for utbedring og etablering av adkomst. For disse arbeidene er det vurdert to ulike alternativer, hvor alternativ 1 er lagt til grunn i hovedkalkylen for konseptvalgutredningen. Foran det nye renseanlegget legges det til grunn en asfaltert plass, med tilstrekkelig areal til å romme en snusirkel med radius 13,5 m.

Det er lagt opp til et minimum av provisoriske installasjoner i anleggsperioden for å kunne holde eksisterende pumpestasjon og renseanlegg i drift. Dette har latt seg gjøre ved at etablering av ny pumpestasjon er lagt til grunn for videre planlegging. Driften av eksisterende anlegg vil allikevel medføre en del begrensninger i anleggsgjennomføringen og forlenger utførelsesfasen.

Rekkefølgen for gjennomføring av arbeidene som legges til grunn i KVVU-en er som følger:

1. Forberedelsesfase
2. Byggeperiode - Fjellarbeider
3. Byggeperiode - Hovedperiode
4. Igangkjøring og omkobling

Det antas at oppstart av anleggsarbeider vil være i løpet av vinteren 2023.

► Innhold

1	Innledning	9
2	Bygg og anlegg	10
2.1	Grunnforhold	10
2.2	Bergarbeider	11
2.2.1	<i>Uttak av berg</i>	11
2.2.2	<i>Bergsikring</i>	13
2.2.3	<i>Håndtering av innlekkasjer</i>	13
2.3	Utforming	13
2.3.1	<i>Prosessbygget</i>	13
2.3.2	<i>Personalbygget</i>	18
2.3.3	<i>Landskapsmessig utforming</i>	18
2.4	Byggarbeider	19
2.4.1	<i>Generelt</i>	19
2.4.2	<i>Prosessbygget og ny pumpestasjon</i>	19
2.4.3	<i>Personalbygg</i>	21
2.4.4	<i>Mellomkorridor</i>	22
2.4.5	<i>Eksisterende pumpestasjon</i>	22
2.5	Utendørs konstruksjoner	22
2.6	Riving av eksisterende renseanlegg	23
2.7	Overordnede krav til brannsikkerhet	23
3	Prosess/ maskin	25
3.1	Renseprinsipp	25
3.2	Innløpspumpestasjon	27
3.3	Innløpskasse	29
3.4	Rister	29
3.5	Reguleringsarrangement	31
3.6	Sand- og fettfang	31
3.7	Biologisk rensetrinn med suspenderte plastbærere	33
3.8	Flotasjon	36
3.9	Utløpskum og utslippsarrangement	38
3.10	Slamlagre	39
3.11	Skrueavvanning	39
3.12	Utlastingscontainere	40
3.13	Rejektvannssystem	41
3.14	Polymerberedning og -dosering	41
3.15	Fellingskemikaliedosering	42

3.16	Prosessvannssystem	43
3.17	Bruttvannsystem	43
3.18	Rør	43
3.19	Løfteutstyr	43
3.20	Akkreditert prøvetaking	44
4	Elektro	45
4.1	Strømforsyning til nytt renseanlegg	45
4.2	Hovedtavlerom og frekvensomformere	46
4.3	Reservekraft og UPS	46
4.4	Stikkentraler, kraner og taljer	47
4.5	Belysning og lysstyring	47
4.6	Brannalarmanlegg og kamerasystem	48
4.7	Jording og lynvern	48
4.8	Varme og ventilasjon	50
4.9	Ladestasjon for elbil	50
5	Automatisering	51
5.1	Generelt	51
5.2	Kontrollrom og trådløst nettverk	51
5.3	Frekvensomformere og kommunikasjon	51
5.4	Kabling og kabeltype	52
5.5	Adgangskontrollanlegg og innbruddsalarm	52
6	VVS og luktreduksjon	53
6.1	Personaldel	53
6.1.1	<i>Sanitær</i>	53
6.1.2	<i>Varme</i>	53
6.1.3	<i>Ventilasjon</i>	53
6.2	Prosessanlegg	53
6.2.1	<i>Sanitær</i>	53
6.2.2	<i>Varme</i>	54
6.2.3	<i>Ventilasjon</i>	54
6.2.4	<i>Punktavsug</i>	54
6.2.5	<i>Luktreduksjon</i>	54
7	Utomhus VA	56
7.1	Inntaksledninger Garnestangen	56
7.2	Utslipps- og overløpsledninger	56
7.3	Eksisterende VA-ledninger som utgår	56
8	Vei	58
8.1	Anleggsvei/midlertidig adkomst	58
8.2	Permanent adkomstvei/avkjørsel fra riksvei	58

8.3	Permanent vei ved sjø	58
8.4	Trafikkarealer	59
9	Anleggsgjennomføring og drift av eksisterende renseanlegg under bygging	60
9.1	Provisoriske installasjoner	60
9.2	Fremdrift	60

1 Innledning

Inneværende notat er en av flere notat i konseptvalgutredning (KVU) for nytt Garnes Renseanlegg. Notatet vil inngå i sin helhet i endelig KVU-rapport. Vurderingene basere seg på tidligere notat:

- PN1 - Dimensjoneringsgrunnlag
- PN2 - Alternative prosessløsninger
- PN3 - Anskaffelsesform
- PN4 - Beskrivelse løsning (denne)
- PN5 – Kostnadskalkyle
- PN6 - Innløpspumpestasjon. Alternative løsninger
- PN7 - Miljøoppfølgingsplan
- PN8 - Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø

Videre beskrives anleggets utforming med hensyn til en rekke ulike fag. Forutsetningene diskuteres i fellesskap med kommunen før beskrivelsen oppdateres og kalkylen for anlegget utformes. Beskrivelsen og forutsetningene vil danne grunnlag for senere planfaser.

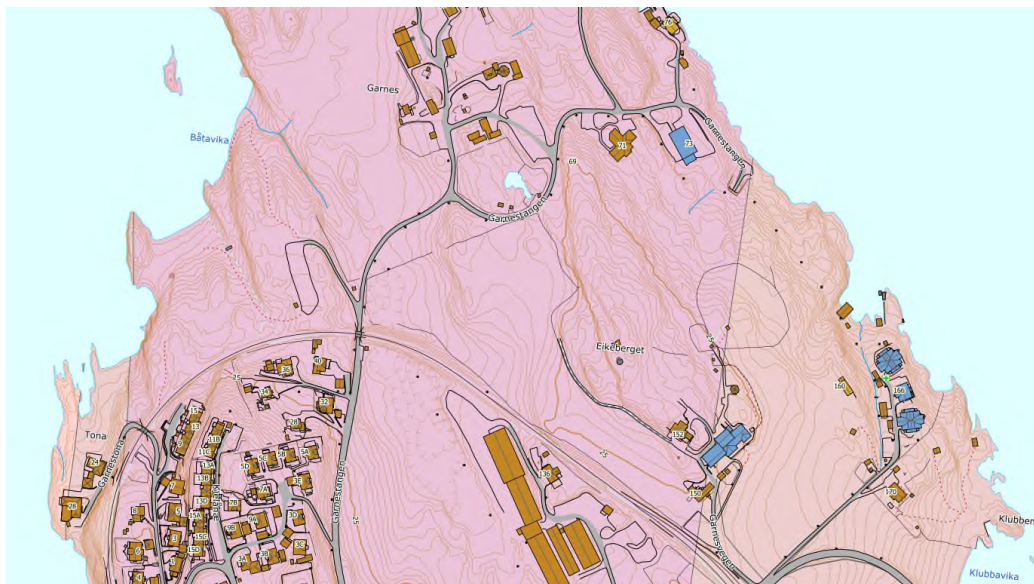


Figur 1.1: Situasjonsplan - Nytt renseanlegg

2 Bygg og anlegg

2.1 Grunnforhold

Berggrunnen ved Garnes består hovedsakelig av anortositt og metagabbro (se Figur 2.1). Observasjoner fra befaring tilsier at foldet (til dels sterkt foldet) metagabbro er dominerende i berganlegget.



Figur 2.1: Bergrunnskart fra NGU (1:50 000)

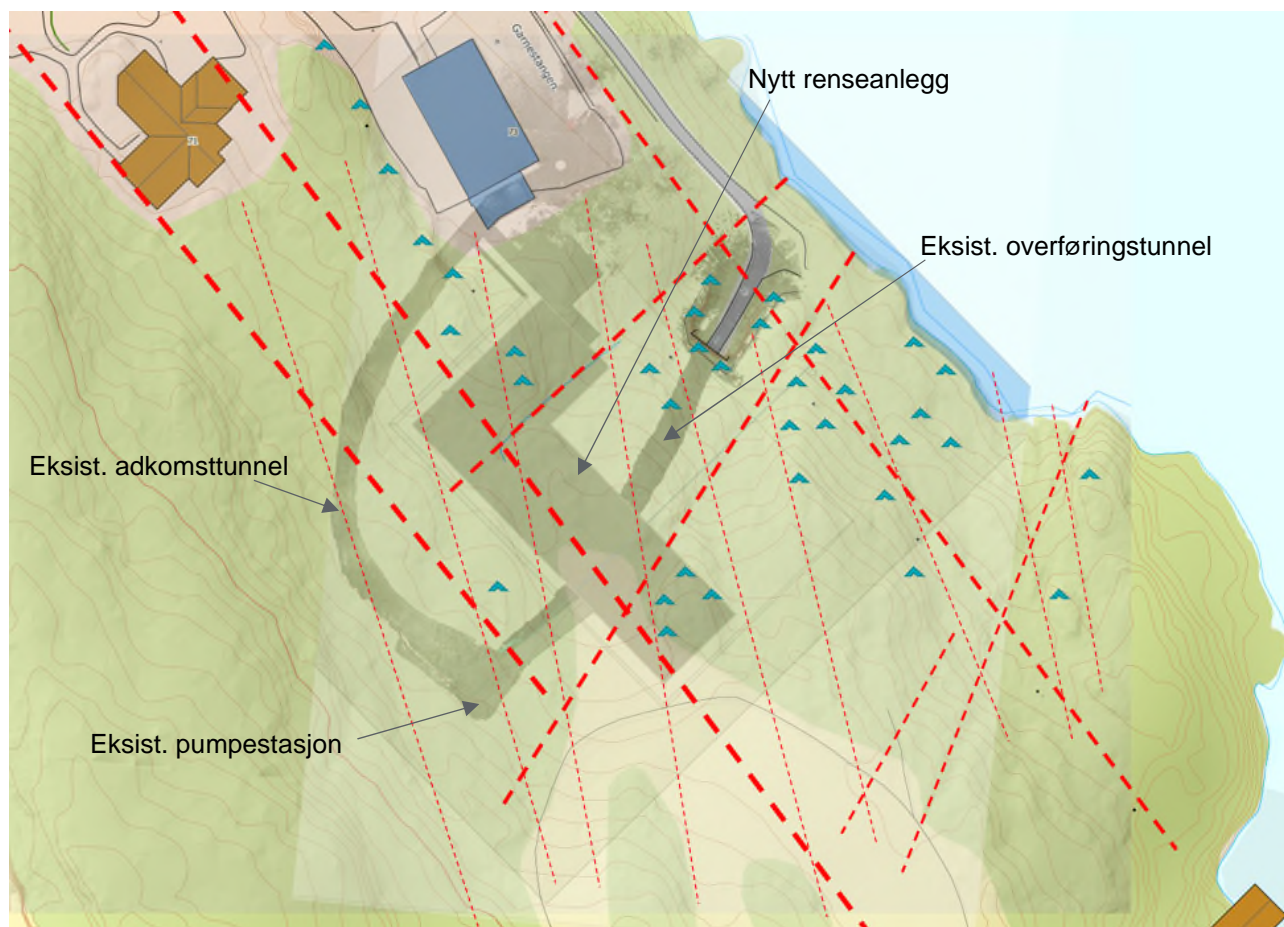
Fra befaring er det observert at metagabbroen har en markert foliasjon som gir en gneisstruktur i bergarten. Foliasjonens retning og fall er svært varierende pga. utpreget foldning i området. Fra kartlegging under befaring og eksisterende grunnlagsdata vurderes følgende sprekkesett som dominerende:

1. Foliasjonen med gjennomsnittlig strøk NNW-SSØ og fall 30° – 60° ØNØ. Sprekkeavstand 0,5 – 2 m.
2. Sprekkesett med strøk NØ-SV og fall 60° – 80° V. Sprekkeavstand 0,5 – 3 m.
3. Sprekkesett med strøk NV-SØ og fall 60° – 80° Ø. Sprekkeavstand 0,5 – 3 m.

Foliasjon og sprekkesett er hovedsakelig ru og bølgete.

En sammenstilling av potensielle svakhetssoner og slepper er vist i Figur 2.2. Sonene og sleppene er kartlagt med bakgrunn i lokale forsenkninger i terrenget. Det ble ikke avdekket spesielle partier med dårlig bergkvalitet i eksisterende tunnelsystem, og eksisterende bergsikring vurderes generelt til å være i god tilstand. I overføringstunnelen, hvor det kun er satt bolter, kunne en heller ikke observere spesielle svake partier, og bergmassekvaliteten her vurderes å være god.

Fra NGU sitt løsmassekart er det registrert tynt morenedekke over berggrunnen. Fra befaring ble det registrert berg i dagen flere steder, se Figur 2.2, og ved terrengsøkk antas det kun et tynt vegetasjonsdekke (< 2 m) over bergoverflaten.



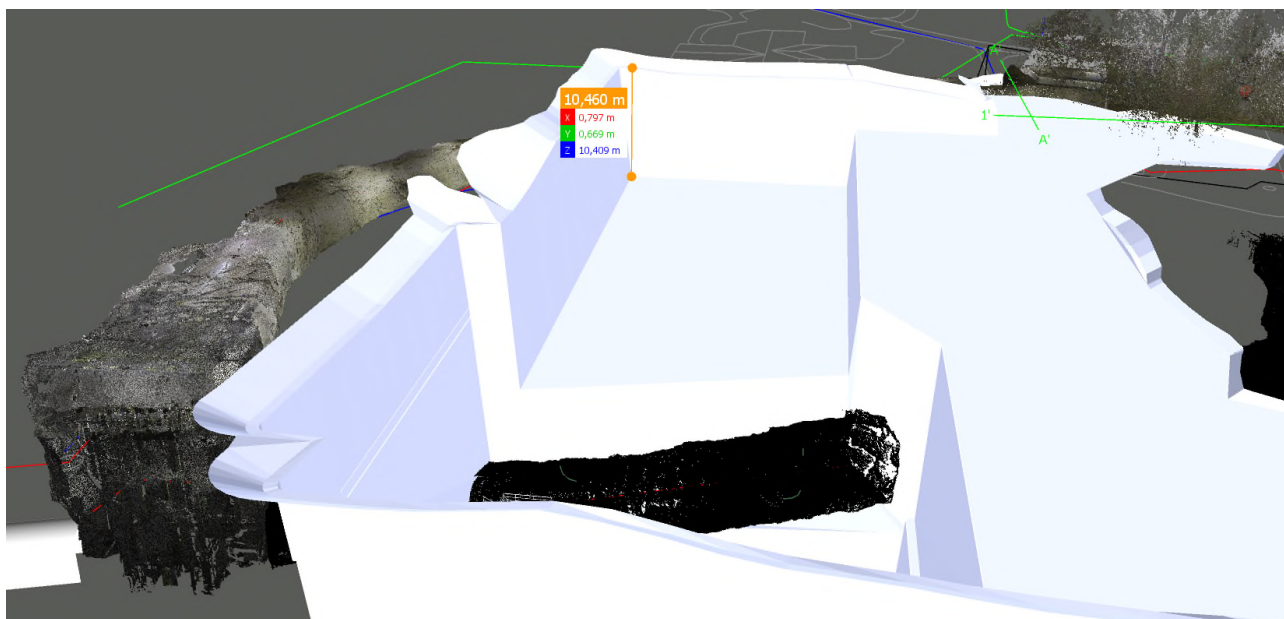
Figur 2.2: Potensielle svakhetssoner og slepper fra eksisterende grunnlagsdata og kartlegging 2019-11-27

2.2 Bergarbeider

2.2.1 Uttak av berg

Det vil være behov for forsiktige anleggsarbeider, siden eksisterende renseanlegg og pumpestasjon skal være i drift under arbeidene. Dette vil medføre strenge vibrasjonskrav for sprengningsarbeidene, og bruk av mindre og mer tidkrevende salver som vil gi mer kostbar sprengning. Grenseverdier for vibrasjonskrav settes iht. gjeldende versjon av NS 8141. Spesielle krav må imidlertid stilles til spesielle tekniske installasjoner og sensitive konstruksjoner. For uttak av bergmasser må flere ulike metoder og sprengningsopplegg benyttes.

Nytt renseanlegg etableres i terreng som skråner mot nordøst ut mot fjorden. Laveste sprengningsnivå for byggegropa for selve renseanlegget vil ligge på kt. +3,0. Bredden på byggegropa vil i den nordre delen være ca. 20 m. Plassen foran renseanlegget skal sprenges ut til kt. +8,5. Skjæringene rundt byggegropa vil være opp til 10-12 m høye, og sprenges ut med helning 10:1 (se Figur 2.3). For å redusere påvirkningen på eksisterende anlegg i drift antas det behov for et større omfang av sømboring for å lage en begrensingslinje for sprengvirkningen.



Figur 2.3: Utsnitt av modell som viser byggegrep for renseanlegg

Det etableres sjakta fra byggegrep i dagen med bredde ca. 28 m og lengde ca. 22 m i toppen. Sjakta vil ha en dybde på ca. 20 m. Laveste utsprenge nivå i sjakta vil ligge på ca. kt. -11,3. Skjæringsvegger utformes med helning ca. 10:1, og det avsettes tilstrekkelig plass for forskaling og inspeksjon mellom bergvegg og ytterkant betongvegger. I tillegg er det behov for mindre hyller for å kunne pallsprengre seg ned.

Mot syd utvides skjæringen slik at det blir plass til rørføringer og mulighet for kjøring langs pumpestasjonen og inn mot eksisterende avløpstunnel i bunnen av sjakta. Fra skjæringen vest for pumpestasjonen etableres det en tunnel på ca. 27 m, som avsluttes med et utvidet tunnelverrsnitt i størrelsesorden 10 m fra eksisterende avløpstunnel. Fra dette bergrommet utføres boring/saging av et grovhull inn mot eksisterende avløpstunnel.

I nordre del av sjakta vil berget rundt deler av eksisterende overløpstunnel fjernes, slik at tunnelvolumet blir en del av sjakta. Det er vurdert om eksisterende tunnel kan bunnstrosses 1 m ned, hele lengden til eksisterende pumpestasjon, for å få plass til kjørebane for lastebil/sugebil. Eksisterende tunnel vil da komme inn i nordøstre del av sjakta på kt. -4, og gjenstående del av tunnelen vil komme ut i sjakt i sørvestre hjørne på kt. -6 og fortsette mot eksisterende pumpestasjon. Det vil da også være behov for noe strossing i vestre vegg i eksisterende pumpestasjon etter at denne tatt ut av drift.

En ny adkomsttunnel til nedre nivå i pumpestasjonen etableres fra søndre side av eksisterende forskjæring og ned til nedre nivå i sjakta. Tunnelen vil gå i kurve på synk, og vil bli ca. 43 m lang. Foreløpig er tverrsnittet på tunnelen valgt til ca. 23 m², med bredde og høyde til topp heng på henholdsvis 4,7 m og 5 m, for å få plass til kjørebane og tunnelduk.

Rør føres fra søndre side av pumpestasjonen og videre i en tunnel ut mot fjorden. Tunnelen antas å ha bredde 4 m og høyde ca. 3,5 m, og har svakt fall ut mot fjorden. Tunnelen vil bli ca. 35 m lang. Tunnelen skal ha plass til 4 rør pluss gangbredde, som gir et tverrsnitt på ca. 12 m².

Før nye rør legges i fjorden føres rørene til en kum hvor bunnen vil ligge ca. på kt. -2,2. Byggegrep for kum vil være ca. 11 x 12 m. Det vil være behov for midlertidig betongfangdam. Det kan bli behov for injeksjon langs bergterskel, og sprengning av terskel må hensynta alle sikkerhetsaspekter for å unngå skader som følge av bl.a. salvesprut, hydrodynamiske trykkbølger og vibrasjoner.

2.2.2 Bergsikring

Basert på registreringer av sprekkesett og slepper i området antas det å være størst sannsynlighet for mulig blokkutglidning (plan utglidning og/eller kileutglidning) i byggegropens langvegger (mot sydvest og nordøst). Byggegrep for nytt renseanlegg vil sikres hovedsakelig med bolter i skjæringsveggene. I tillegg antas behov for detaljsikring i første rekke for arbeidssikkerhet. Dette kan være i form av sprøytebetong eller nett evt. en kombinasjon av disse sikringsmidlene. Forbolter bak kontur for hver pall vil være aktuelt for å sikre mot bakbrytning.

Etter uttak av berg i tunneler vil ny kontur sikres med radielle bolter og ev. fiberarmert sprøytebetong. Før strossing/sprengning av tunneler må det stedvis settes forbolter rundt konturen, ev. også sømboring av kontur.

På grunn av de store dimensjonene til sjakten for pumpestasjon kan det forventes behov for systematisk bolting og ev. sikringsnett. Totalstabiliteten må ivaretas for å hindre større utglidninger fra skjæring mot konstruksjon. I tillegg må arbeidssikkerheten nede i sjakta ivaretas. Forbolter bak kontur for hver pall også her vil være aktuelt for å sikre mot bakbrytning.

Endelig permanent sikring må vurderes av ingeniørgeolog i samarbeid med sikringsentreprenør når sikringsarbeidene kommer til utførelse. Det anbefales dobbel korrosjonsbeskyttelse på permanente sikringstiltak.

2.2.3 Håndtering av innlekkasjer

Det er ikke planlagt for injeksjon av berget som vannavskjerming. Innlekkasjer av vann fra berget må håndteres av drens-systemet som må etableres i forbindelse med tunnelsystemet. I ny adkomsttunnel til pumpestasjon er det lagt opp til tunnelduk i heng og vegger.

2.3 Utforming

Arkitektur har ikke vært en del av KVVU-en men vi har allikevel valgt å beskrive de tanker vi har hatt om utformingen slik den fremstår så langt og å fremme noen tanker om hvordan dette bør tas videre.

Anleggets utforming kommer frem av Figur 2.4, Figur 2.5 og Figur 2.6 nedenfor.

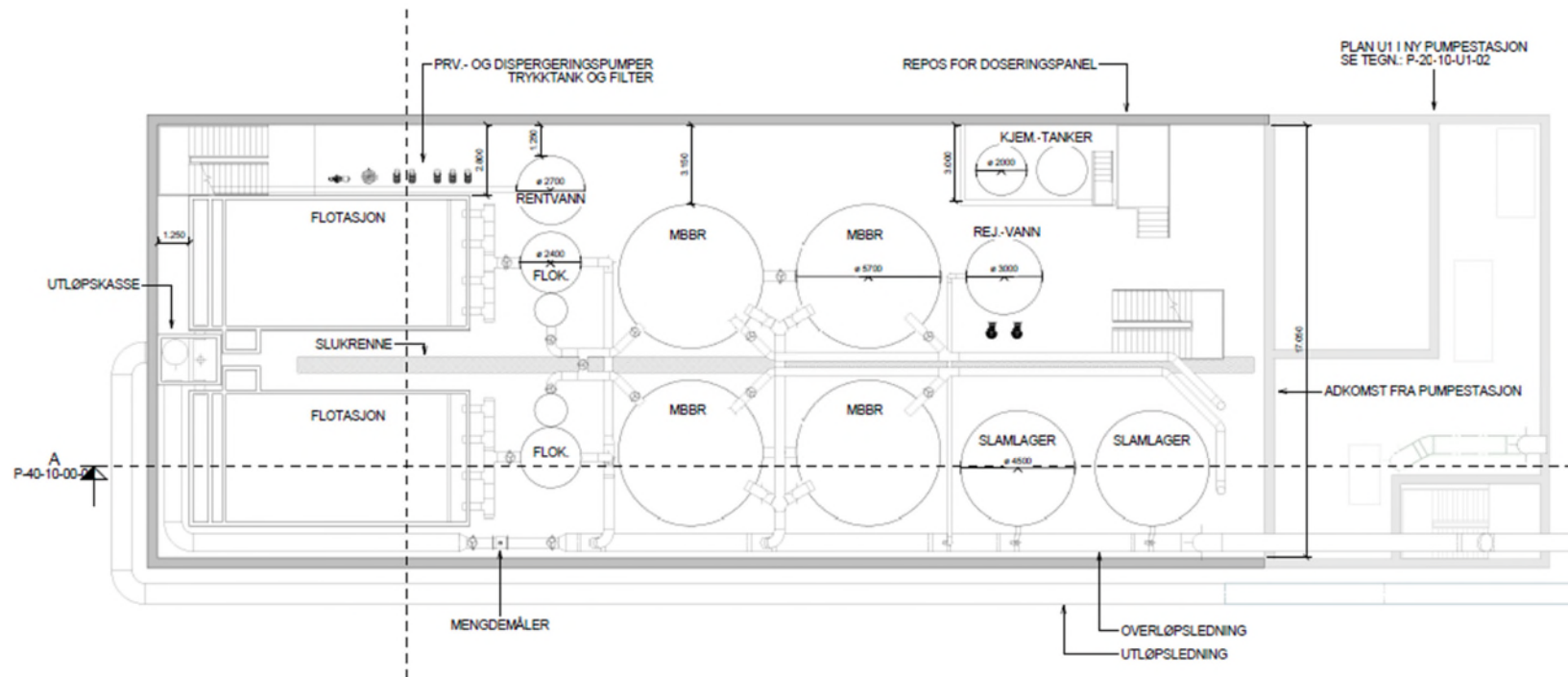
2.3.1 Prosessbygget

Bygget vil være opp mot ca. 12 m høyt over nytt bakkenivå, i langfasaden mot Sørfjorden, men vil på motsatt langside ligge nærmest i samme høyde som eksisterende terreng. Bygget vil derfor være lite synlig for omkringliggende bebyggelse spesielt fra vest, men også fra sør.

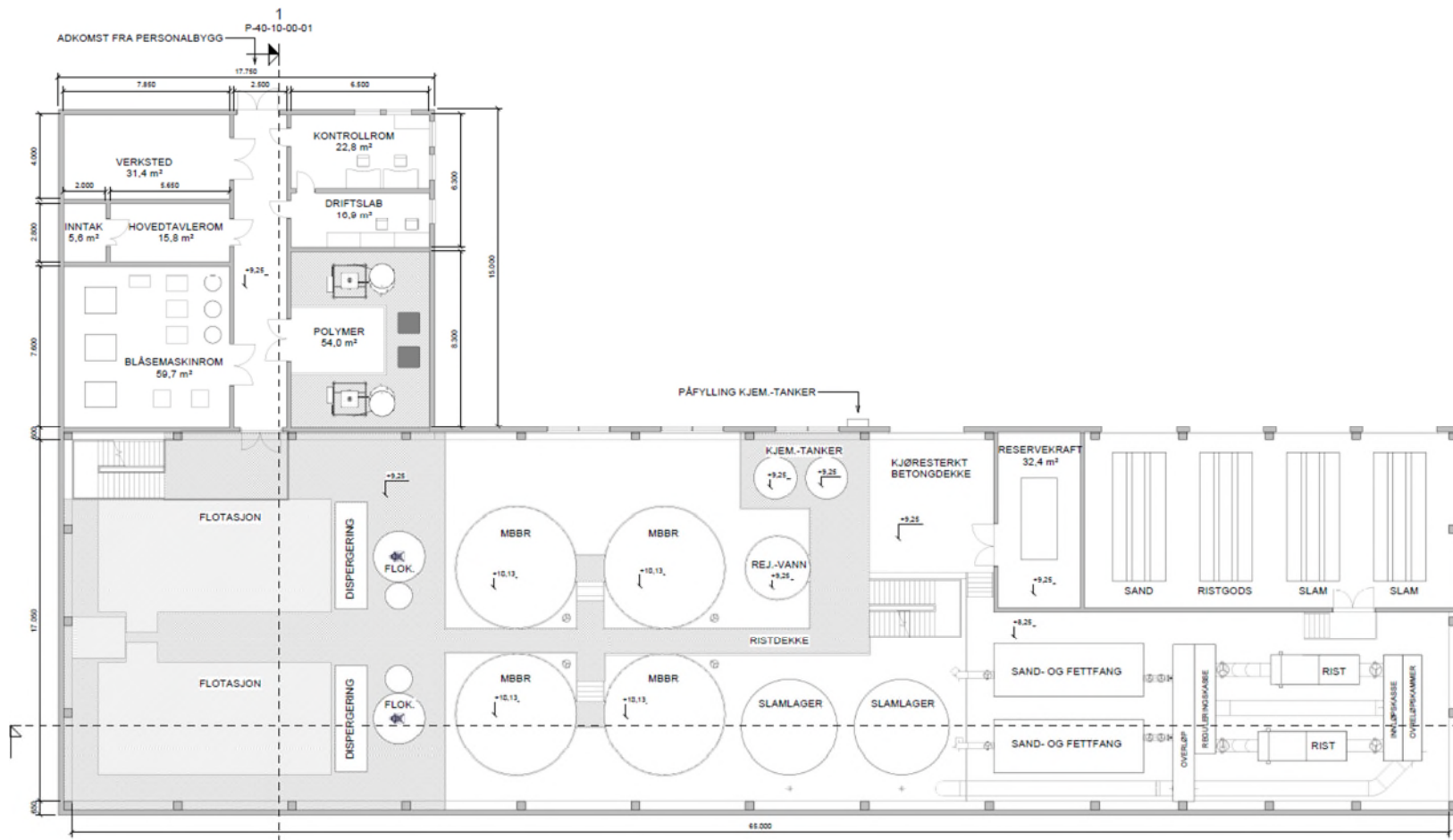
Prosessbygget er å anse som et industribygg som kan kles med ulike materialer for ønsket uttrykk. Av hensyn til omgivelsene bør materialvalg og fargevalg i fasadene gjøre sitt til at byggets størrelse dempes ned. Fasader er brutt opp for å bedre gli inn i omgivelsene.

Endelig arkitektonisk utforming vil håndteres i en senere planfase. Et alternativ til skissert utforming kan være at byggets fasader kles med trekledning i kombinasjon med glassfelter. Glassfeltene bryter opp

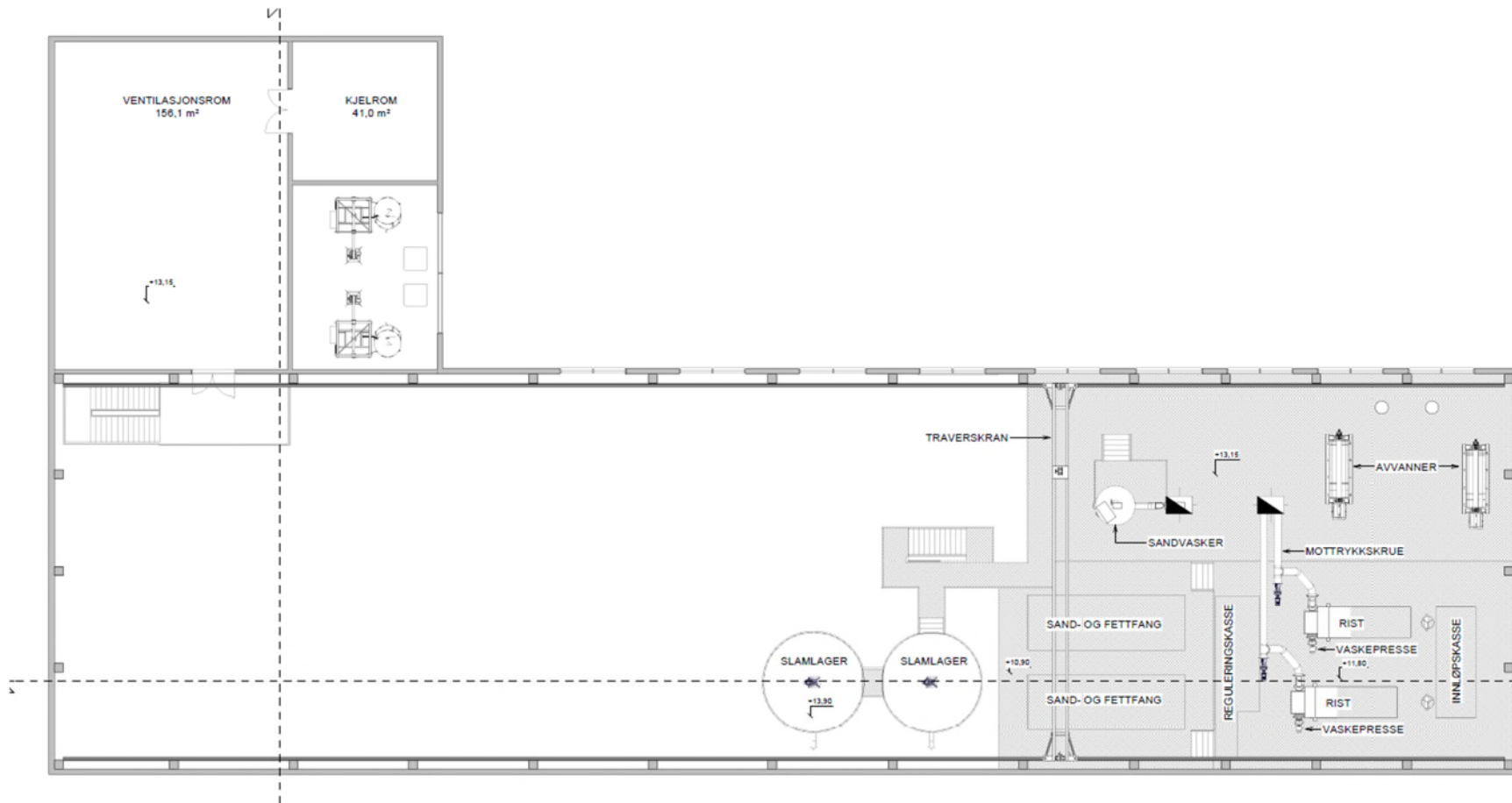
fasadene og lager i kombinasjon med trekledningen et samspill med trær og terreng omkring og vil sørge for at bygningsvolumene harmoniserer mer med landskapet. Bruk av store glassfelt gjør også at anlegget får et åpent uttrykk mot Sørfjorden. Glassfasader i prosesshallen bidrar til et lyst og trivelig arbeidsmiljø, samt noe innsyn for allmenheten til en viktig, men ofte skjult, samfunnsoppgave. Et slikt uttrykk vil ha en større konsekvens for byggkostnader og vedlikeholdskostnader. For en konservativ kalkyle som ivaretar evt. innsigelser på dette fra omgivelsene medregnes og beskrives et slikt uttrykk som grunnlag for kalkylen.



Figur 2.4: Plan U1 i prosessanlegget



Figur 2.5: Plan 1 i prosessanlegget



Figur 2.6: Plan 2 i prosessanlegget

2.3.2 Personalbygget

Personalbygget er tilkoblet renseanlegget på vestsiden med et mellombygg/korridor i glass og stål fra uren side. Personalbygget bryter med resten av anlegget ved å være lavere, noe forskjøvet, med skrått tak og større bruk av glassfasader mot Sørfjorden.

For romdisponering se Figur 2.7.

Personalbygget er inndelt på langs i uren og ren side, for gode hygieniske forutsetninger for de ansatte. Det er inngang på ren side. Det er satt inn 3 garderobes med dusj (2 til de faste ansatte, og 1 til annet driftspersonell eller gjester). Det er ett toalett på uren og ett på ren side. Det siste som HC WC. Det er et vaskerom med innmating av vaskemaskin på uren side og utmating på ren side. Vaskerommene utstyres med vaskeutstyr til både ren og uren side slik at vaskeutstyr ikke blandes.

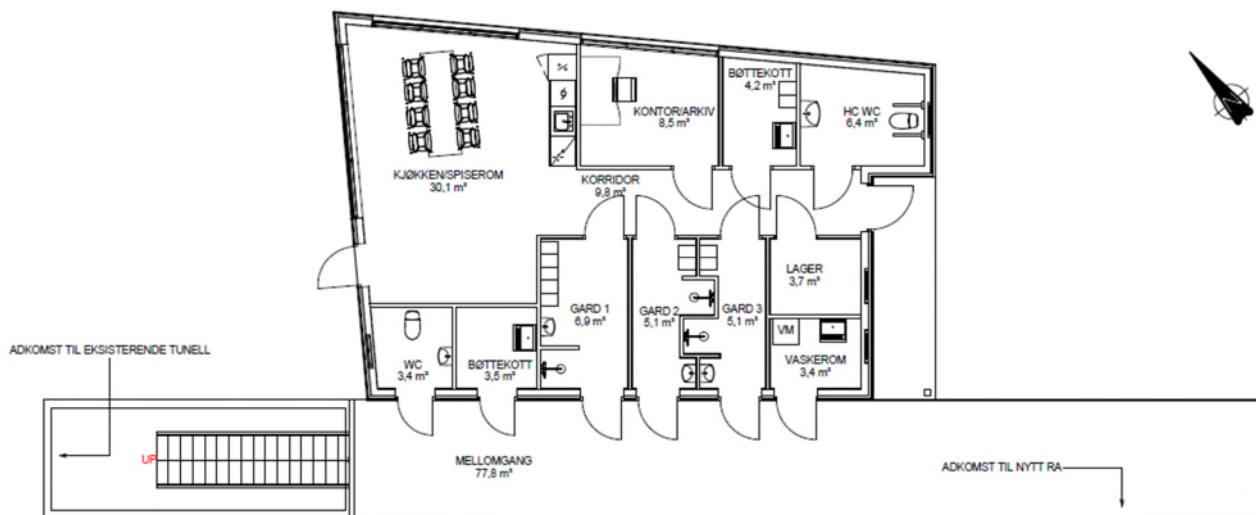
For å komme seg fra uren til ren side må en gå igjennom en av garderobene hvor det vil være skotrekke-automat og vaskestasjon for hender.

Personalbygget har et lyst og åpent spise- og møterom med glassfasade og utsikt mot Sørfjorden.

Ellers er det inkludert et kombinert kontor/arkiv.

Loftsarealet er ikke disponert, men kan benyttes til lager om ønskelig.

VVS-funksjonene dekkes fra VVS-rommene i 2. etg i teknisk sidebygg.



Figur 2.7: Personalbygg

2.3.3 Landskapsmessig utforming

Det bør også søkes å dempe inntrykket de store skjæringene vil kunne gi. De terrengmessige inngrepene er relativt omfattende og bør samvirke med prosessbygget slik at bygget på en måte glir fint inn i terrenget.

Dette må det ses nærmere på i en senere planfase.

2.4 Byggarbeider

2.4.1 Generelt

Nytt renseanlegg skal etableres like sør-øst for eksisterende renseanlegg. Eksisterende renseanlegg rives i sin helhet.

Prosessene i renseanlegget er samlet i et stort bygningsvolum over 2 plan, i tillegg etableres det en ny pumpestasjon under deler av renseanlegget.

Personalrom med garderober er lokalisert i et eget tilliggende bygg orientert mot nord-vest. Prosessbygget, personalbygget og eksisterende adkomsttunnel er koblet sammen via en mellomkorridor.

Prosessbyggets bebygde areal utgjør ca. 1 485 m², og personalbygget inkl. mellombygg utgjør ca. 205 m². Pumpestasjonen utføres som en kjeller under forbehandlingen i det nye renseanlegget.

2.4.2 Prosessbygget og ny pumpestasjon

21 Grunn og fundamenter

Bygget direktfundamenteres på normalkomprimert sprengsteinsfylling på berg med punkt og stripefundamenter.

Under fundamenter/gulv på grunn og for tilbakefylling benyttes pukk som bærelagsmasser og drenerende lag. Minimumsavstand fra fundamenteringsnivå til fjell er 150 mm.

Pumpestasjon sikres mot oppdrift med bergbolter eller stålkjernepeler.

22 Bæresystemer

For pumpestasjonen består byggets bæresystem av vegger og dekker i plasstøpt betong.

Prosessbygget kan grovt deles inn i to deler: En åpen prosesshall og tilstøtende tekniske rom. For prosesshallen består bæresystemet av prefabrikkerte betongsøyler i fasade som bærer takkonstruksjonen i form av stålplatetak opplagt på gitterdragere i stål. For delen med tekniske rom består bærekonstruksjonen av prefabrikkerte betongsøyler i fasade og innervegger i plasstøpt betong, etasjeskillere i plasstøpt betong, takkonstruksjon av stålplatetak opplagt på stålbjelker.

Byggets horisontale avstivning ivaretas ved at tak og dekker virker som stive skiver. Lastene føres til grunnen via vindkryss i stål i fasadene for prosesshall og betonginnerveggene for delen med tekniske rom.

I prosesshallen skal søylene ha konsoll for bæring av traverskran med løftekapasitet 5 tonn. Kranbjelke utføres i stål.

23 Yttervegger

Yttervegger i pumpestasjon utføres som plasstøpte betongvegger. Vegger opp til kt. +2.0 utføres vanntette.

Yttervegg mot terreng i prosesshall utføres som plasstøpte betongvegger. Siden det i prosesshall ikke er innvendige vegger og dekker som kan virke som støtte for ytterveggene, håndteres horisontallaster fra grunntrykk og vind ved at det for hver overliggende søyle støpes en ribbe/støtte mot fjell og veggen forankres i berg med horisontale fjellbolter.

Yttervegger over terreng utføres som prefabrikkerte sandwichelementer av betong stablet fra kjellervegg/ringmur og fastholdt mot prefabrikkerte søyler.

Vinduer utføres som vedlikeholdsfrie aluminiumsvinduer med brutt kuldebro. Vinduer i kontor og verksted er åpningsbare.

Ytterdører utføres som isolerte ståldører som forbehandles til aktuell korrosjonsklasse og pulverlakkeres i ønsket farge.

Kjøreporter utføres som isolerte motorstyrte leddheiseporter i aluminium. Portene utformes med liggende glassfelter.

24 Innervegger

Innervegger i prosessbygget utføres som plasstøpte betongvegger.

Innervegger i pumpestasjon utføres som plasstøpte betongvegger. Vegger mot pumpesump utføres vanntette.

Vegger påføres to strøk maling. Vegger i pumpesump skal behandles med epoksymaling.

Innvendige dører utføres som ståldører som forbehandles til aktuell korrosjonsklasse og være grunnet og malt med epoksymaling og ha rustfrie terskler. Det skal være vanntett/spyletett tilslutning mot gulv.

I nedre plan i pumpestasjonen etableres det to mannhull/vanntette luker Ø800 mm med kapasitet til opptredende vanntrykk, en luke til hver del av pumpesumpen. Lukene plasseres i en hensiktsmessig høyde på veggen slik at tilkomsten blir best mulig.

25 Dekker

Pumpestasjon skal ha bunnplate av plasstøpt betong, vanntett utførelse.

For prosessbygget utføres gulv på grunn som betonggulv.

Etasjeskillere utføres i plasstøpt betong.

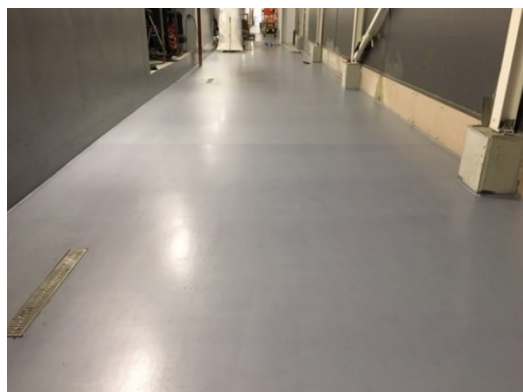
Betonggulv påføres herdeplastbelegg, type Acrylicon eller tilsvarende. Fasthet på betong skal ikke være lavere enn kvalitet B 20. Betongunderlaget skal være min. pent brettskurt.

Herdeplastbelegget må ha uhildet godkjent dokumentasjon i forhold til helse, miljø og sikkerhet i forbindelse med fravær av sunnhetsfarlige andeler som utlagt belegg. Skal ikke inneholde stoffer på OBS liste, Kandidatlisten eller Prioritetslisten. (Tekniske data må dokumenteres av metylmetakrylat-produzent).

Belegget må også ha uhildet godkjent dokumentasjon for aldringsbestandighet.

Det legges til grunn et AcryliCon System industrigulvbelegg, av typen Variant SW 2 mm med 5 % flakes. Arealet primes først før belegget installeres. Etter belegginstallasjon lakkes med topplakk 2 strøk. Belegget installeres med valgfri sklisikker struktur i h.h.t. brukerens ønsker. Priming: 0,3 l/m², Belegg: 0,5 l/m².

Innenfor port i prosesshall skal det være kjørestærkt dekke, dimensjonert for bruksklasse 10 (BK10).



Figur 2.8: Betonggulv behandlet med herdeplastbelegg

For rom med sluk og/eller renne skal det etableres fall mot disse, gjelder bl.a. polymerrom, containerrom og prosesshall. I prosesshall skal det være en plasstøpt betongkanal, bredde x dybde 0,6m x 1,0m, i hele hallens lengde. Som lokk over kanalen benyttes gitterrist dimensjonert for nyttelast på 5 kN/m².

For pumper og tanker skal det støpes fundamenter som stikker minimum 100mm over ferdig gulv. Fundamentene skal både virke som lastfordelere samt forenkle rengjøring og vedlikehold.

I polymerrom skal det være rister på gulv for å unngå glatte gulv inne i polymerbingen. Gangbaner i prosesshall utføres som ristdekker. Ristdekkene utføres i GUP (glassfiberarmert umettet polyester). Maksimal kulegjennomgang i ristdekker, hvor gangtrafikk kan forekomme under, skal være 15 mm.

Alle ristdekker og gulvplank monteres til rammeverk i varmforsinket stål, S235JRG2 (bærekonstruksjon).

Rundt pumpestasjon støpes det lokk av plasstøpt betong, forsterket med bjelker, mot fjellskjæring for å lukke fjellrommet. Dimensjoneres for aktuelle laster fra prosessbygget innvendig og kjøretøylaster utvendig. Lokk kles med membran/duk for å sikre vanntett utførelse.

26 Yttertak

Yttertak bygges opp som rettvendt kompakt tak med diffusjonssperre, mineralullisolasjon og takteking i h.t.

Byggforsklad 525.207. Bærekonstruksjonen består av korrugerte stålplater opplagt på gitterdragere av stål.

Taket utformes med parapeter, takfall 1:40 med kiler og innvendige nedløp.

Yttertak skal virke som stiv skive for å ivareta byggets horisontalavstivning.

28 Trapper balkonger m.m.

Bæring til trapper og repos utføres i varmforsinket stål, mens rister i trinn og repos etableres i utføres i GUP (glassfiberarmert umettet polyester).

2.4.3 Personalbygg

21 Grunn og fundamenter

Bygget direktfundamenteres på normalkomprimert sprengsteinsfylling på berg med punkt og stripefundamenter.

22 Bæresystem

Personalbygget utføres i sin helhet med bærende konstruksjoner i tre. Byggets horisontale avstivning ivaretas ved at taket bygges som stiv skive. Lastene fra takskenen føres ned i innvendige og utvendige stenderverksvegger.

23 Yttervegger

Yttervegger utføres med klimavegg med tykkelse 300mm, vindtetting med GU-plate, luftet trekledning.

Vinduer utføres som vedlikeholdsfrie aluminiumsvinduer med brutt kuldebro. Vinduer i kontor er åpningsbare.

Ytterdør utføres i aluminium med likeverdig uttrykk som vinduer.

24 Innervegger

Innervegger utføres som stenderverksvegger i tre med platekledning.

Innerdører utføres som kompaktdører med høytrykkslaminat.

Vegger i våtrom flislegges. I øvrige rom påføres 2 strøk maling.

25 Dekker

Gulv på grunn utføres som betonggulv.

Gulv i ganger og våtrom flislegges. I øvrige rom legges laminatgulv.

Det monteres nedhengt systemhimling med T-profiler og moduler 600x600 mm i rom med horisontale himlinger. Rom med skrå himling påføres trepanel alt. platekledning.

26 Yttertak

Takkonstruksjonen utføres som pulttak med trebjelkelag, isolasjon, vindsperre, påføring for lufting, taktro av rupanel og tekking med båndtekking. Innvendig legges diffusjonssperre nedlekting og trepanel alt. platekledning.

Det monteres utvendig takrenner med nedløpsrør.

Taktekking utføres med for eksempel takstein. Takrenner, beslag og nedløp utføres eksempelvis i lakkert stål. Detaljene rundt materialvalg og uttrykk tas i neste fase av ansvarlig arkitekt, men det skal ikke kunne skilles ut tungmetaller fra produktene eller annen forurensning.

27 Fast inventar

VVS-utstyr og kjøkkeninnredning monteres som vist på plantegning.

2.4.4 Mellomkorridor

Prosessbygget, personalbygget og eksisterende adkomsttunnel kobles sammen via en oppvarmet mellomkorridor. Korridor utføres med glassvegger og bæresystem i stål. Gulv på grunn utføres som betonggulv. Trapp for å ta nivåforskjell ved eksisterende adkomsttunnel.

2.4.5 Eksisterende pumpestasjon

I eksisterende pumpestasjon er det planlagt å rive eksisterende trapp og etablere ny. Videre er det planlagt å fylle opp eksisterende pumpeump med pukk og etablere et nytt gulv på grunn i betong. I tilførsels- tunnelen skal det støpes en ny vegg/plugg med vanntett dør og konstruksjonen må ha kapasitet til dimensjonerende vanntrykk. Dimensjonerende vanntrykk vil være full tilløpstunnel ca. kt. +1,9 tilsvarende en trykkehøyde på 9,2 m. Vegg/plugg plasseres ved nytt tilkoblingspunkt.

2.5 Utendørs konstruksjoner

Terrengarbeider

For fjellskjæringer rundt bygget sikres det mot nedfall av løsmasser ved at det legges inn minimum 2,0 m fjellhulle fra topp skjæring til tå graveskråning. Graveskråning utføres med helning 1:1,5. Skråning gjensås som erosjonssikring. Det etableres flettverksgjerde ved topp fjellskjæring.

Inngangsparti tunneler

Inngangsparti til eksisterende adkomsttunnel rives sammen med eksisterende renseanlegg. Det skal her etableres nytt inngangsparti. Det skal også etableres inngangsparti for adkomsttunnel til ny pumpestasjon. Inngangspartiene utføres i plasstøpt betong. Port og dør med tilsvarende utførelse som for prosesshall.

Betongkum for utslippsledning

Betongkum for utslippsledning utføres i plasstøpt betong, med flatt tak for betjening av manuelle stengeventiler på utslippsledningene og for nedstigning til nedre nivå i kummen.

Kummen utstyres med isolerte, overfalsede nedstigningsluker i syrefast stål; en over hvert kammer, samt stiger i syrefast stål. Stigene skal ha nødvendig sikring, som ryggbøyler eller avlastningsdekke, og kan også være teleskopisk slik at de normalt står over vannstanden i kummen.

2.6 Riving av eksisterende renseanlegg

Eksisterende renseanlegg ble oppført på midten av 1980-tallet. Bygget har et fotavtrykk på 380 m². Byggets høyde er ca. 5 m over terreng. Bygget har også kjeller- og bassengareal på ca. 100 m² under terreng. Dybde kjeller/basseng er 2,5 m under terrengnivå. Byggets bæresystem består av betongsøyler og -bjelker i fasade og tak av betongelementer (DT-elementer). Fasadevegger over terreng utgjøres av sandwichelementer av betong. Kjellervegger og bassengvegger utført i plasstøpt betong.

Det antas at også tilgrensende inngangsparti til adkomsttunnel rives, dette har et fotavtrykk på ca. 60m².

Det tas som utgangspunkt at samtlige bygningstekniske konstruksjoner over terreng saneres og rives. Det tas videre utgangspunkt i at betongkonstruksjoner dypere enn 0,5 m under ferdig nytt terrengnivå kan gjenfylles med pukk og beholdes. Det antas da at basseng og andre betongkonstruksjoner under terreng er oppført i ubehandlet betong.

Miljøoppfølgingsplanen for prosjektet, PN7, synliggjør ansvar for tiltak og dokumentasjonskrav i forbindelse med avfallshåndtering i anleggsfasen.

2.7 Overordnede krav til brannsikkerhet

Renseanlegget og pumpestasjonen vil ikke ha varig personopphold, disse to byggene vil hovedsakelig ha personopphold ved behov for kontroll og vedlikehold. Men personalbygget vil kunne ha varig personopphold.

Bruken til byggene tilsier risikoklasse 2 og brannklasse 1.

Hoved- og sekundærbæresystem til personalbygget må ivareta brannmotstand R 15.

Hoved- og sekundærbæresystem i renseanlegget og pumpestasjonen må ivareta brannmotstand R 30.

Takkonstruksjon kan oppføres uten spesifikk brannmotstand dersom alle materialer i takkonstruksjonen, inklusiv isolasjon, tilfredsstillende klasse A2-s1,d0 [ubrennbar materiale]. Det er også viktig at ved en eventuell nedfall av takkonstruksjon kun medfører lokal kollaps.

Branncellebegrensende konstruksjoner må understøttes av bærende konstruksjoner med tilsvarende eller høyere brannmotstand.

Brannceller skal generelt tilfredsstillende EI 30.

Følgende rom og områder skilles ut som egen branncelle.

- Personalbygg.
- Pumpestasjon
- Trapperom til pumpestasjon
- Korridor mellom personalbygg og renseanlegg.
- Tavlerom
- Ventilasjonsrom
- Kjelrom
- Reservestrøm
- Vegg mellom «tankrom» og mellombygg med to plan skilles ut som egen branncelle.

Dører/luker i branncellevegg skal normalt tilfredsstillende EI₂ 30-S_a [B 30]. Hvis disse dørene i perioder skal stå åpne må det monteres holdemagnet som slipper ved utløst brannalarm. Dører fra anlegget til tunnel må tilfredsstillende EI₂ 90-CS_a. Kanaler og gjennomføringer gjennom branncellebegrensende konstruksjon må ikke redusere konstruksjonens brannmotstand. Det må benyttes sertifiserte og godkjente løsninger.

Av tekniske installasjoner må følgende påregnes:

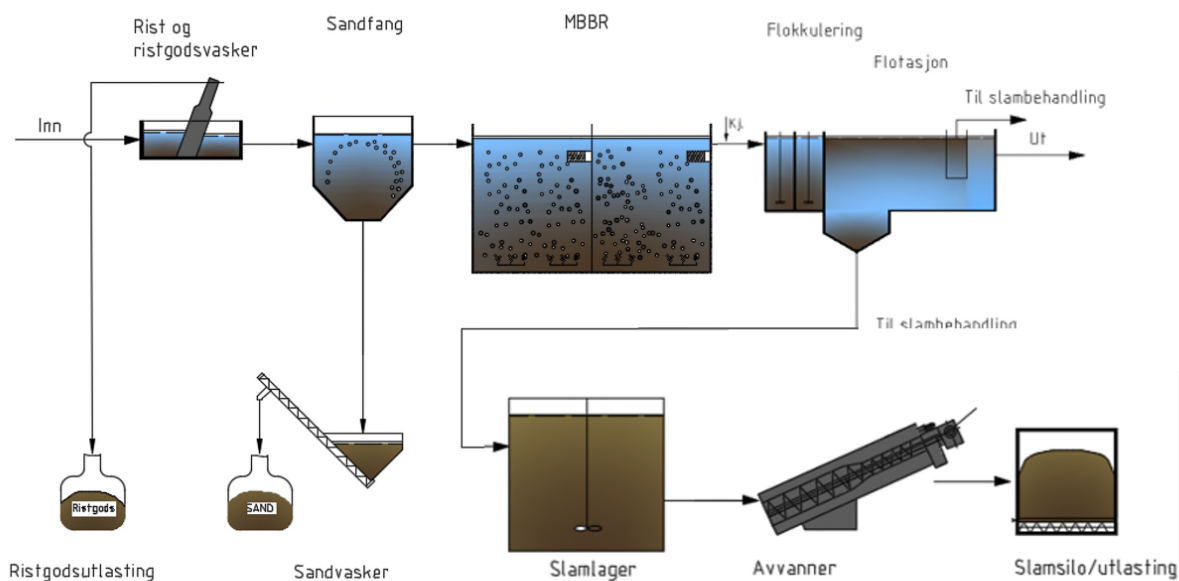
- Brannalarmanlegg, kat. 2, med direktevarsling til nødalarmsentral.
- Ledesystem.
- Håndslukkere og/eller brannslanger som når inn i alle rom. Maks avstand til nærmeste slukker/slange er 30 meter.

Da renseanlegget og pumpeanlegget defineres som branncelle uten varig personopphold kan rømning fra disse områdene foregå via annen branncelle. Pumpestasjonen vil også ha mulighet til å evakuere til det fri via tunnelsystemet. Personalbygget har utgang til det fri via dører i fasader.

3 Prosess/ maskin

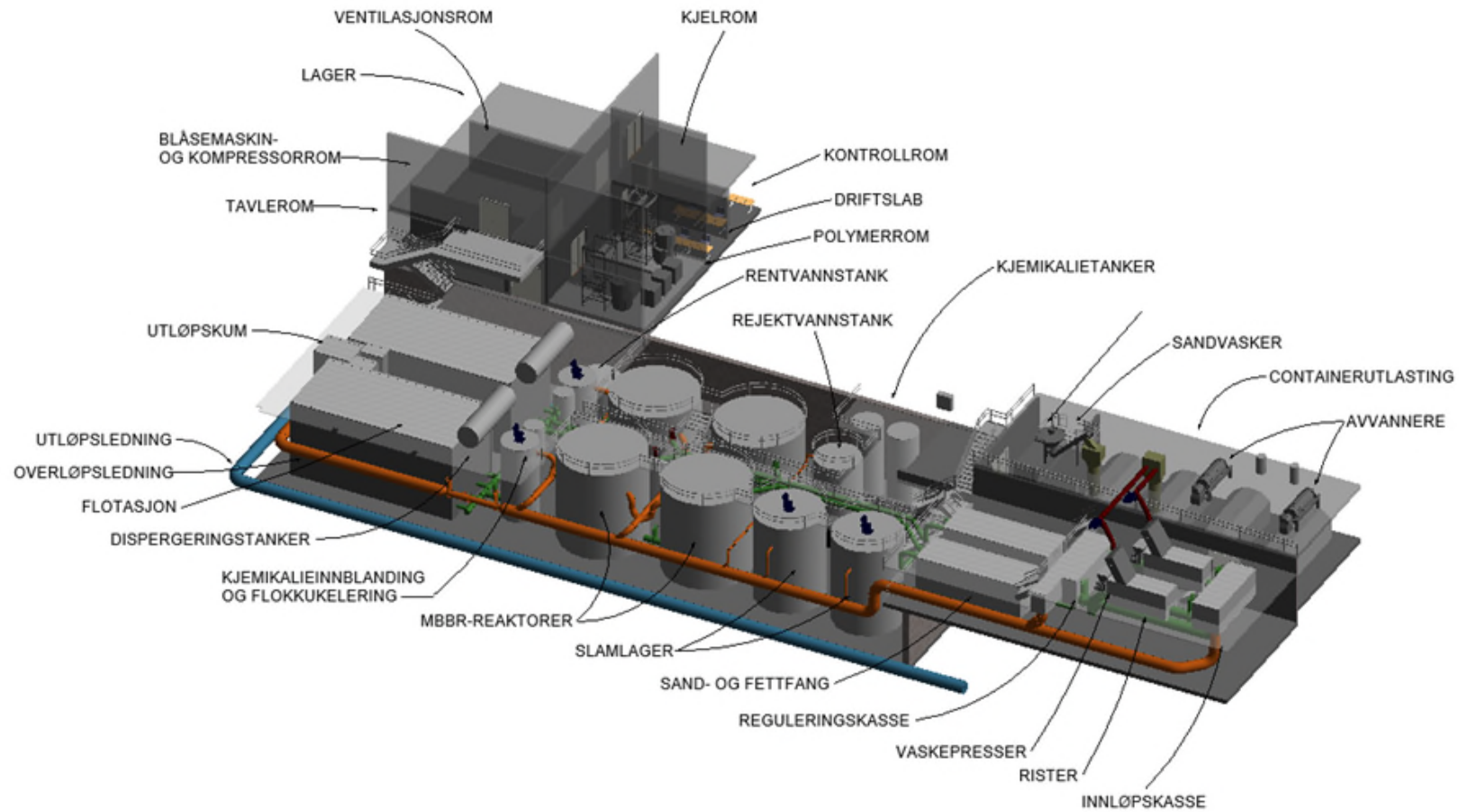
3.1 Renseprinsipp

Nytt renseanlegg på Garnes er bygget opp med forbehandling, biologisk rensing ved MBBR eller tilsvarende, kjemisk felling og avskilling med flotasjon. Figur 3.1 illustrerer en prinsippskisse av en linje i anlegget. Anlegget bygges opp med to linjer, med mulighet for krysskobling i avskillingstrinnet. For mer detaljert flytskjema henvises til tegning P70-01 Flytskjema.



Figur 3.1: Prinsippskisse av en av anleggets to linjer.

Figur 3.1 illustrerer anlegget med anleggflyt og plassering av de ulike rensetrinnene.



Figur 3.2: Prosessanleggets design med plassering av rensetrinn.

3.2 Innløpspumpestasjon

Utforming

Denne beskrivelsen dekker løsning med ny pumpestasjon sprengt ut i fjellet under det nye renseanlegget, som vist i Figur 3.3.

Det meste av tilførsel til dagens anlegg kommer med selvføll i en ca. 3,1 km lang tunnel fra innerst i Arnavågen. Tunnelen munner ut på ca. kt. - 7,5 inn i en pumpestasjon sprengt ut i fjellet. Pumpesumpen ligger ca. på kt. - 10,3.

Systemløsningen for pumpestasjonen fremgår av utredningen vedrørende oppgradering av eksisterende kontra ny pumpestasjon. Nedenfor har vi bare tatt med hoveddata for stasjonen.

Pumpesumpen er 2-delt slik at en del kan stenges av ved behov for vedlikehold eller spesiell rengjøring f.eks. fjerning av sediment og gjenstander som kan blokkere eller skade pumpene. Sumpen er tilgjengelig via gulvluker ovenfra og mannhull Ø800 fra pumperommet.

Nivået i de 2 sumpene utliknes gjennom en rørforbindelse DN300 med ventil plassert i pumperommet.

Hovedtilførselen til sumpen kommer via tunnelen og det etableres et DN1000-rør fra tunnelen som grenes av til de 2 delene av sumpen med 2 stk. DN700-rør. I tillegg kommer det tilførsel direkte inn i sumpen fra Ytre Arna og Hagardsviken gjennom 2 stk. pumpeledninger (DN100 og DN200) som også har avgreining til begge sumpene. Normalt går de til bare en av sumpdelene.

I pumperommet er det plassert 6 tørroppstilte, frekvensstyrte sentrifugalpumper.

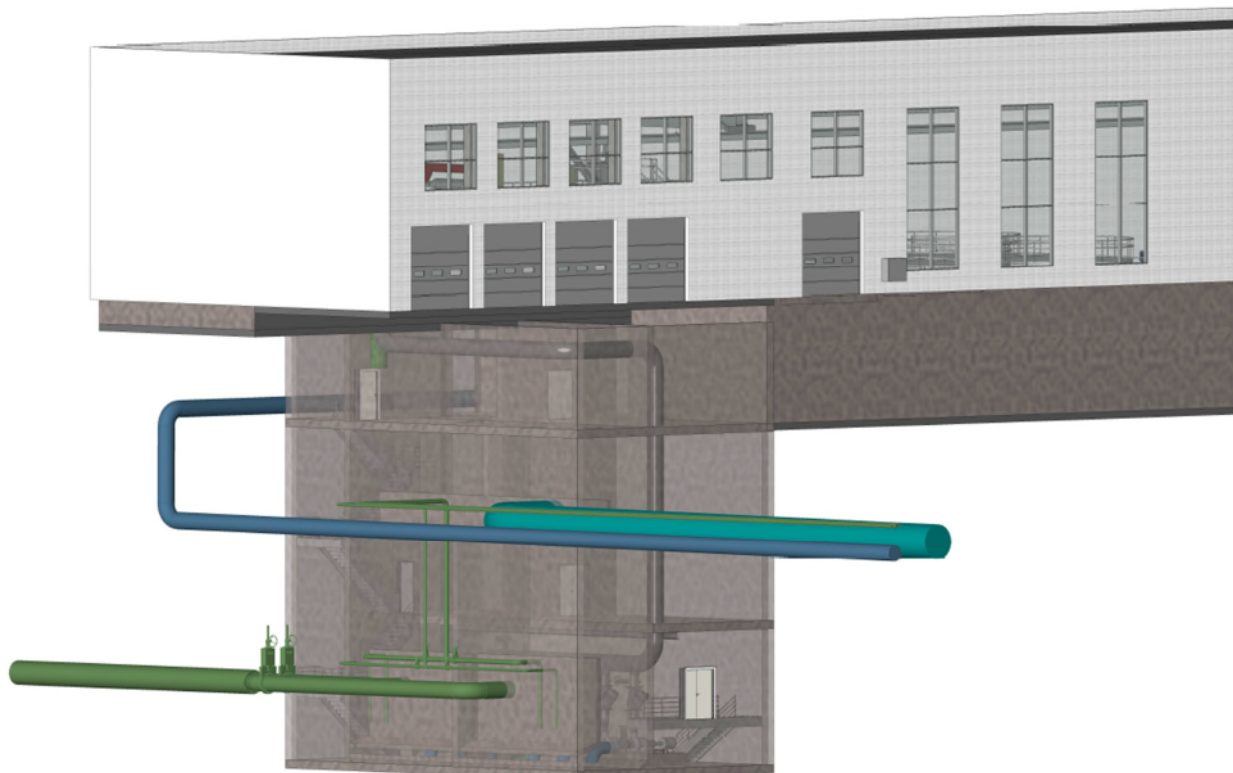
Pumpene kan løftes ut ved hjelp av kranbane i taket i pumperommet via luker i etasjeskillene i pumpestasjonsbygget med traverskran i prosesshall ved vedlikehold ol. Pumpene plasseres med min. 0,8 m mellom hver pumpe og større plass på sidene av hver pumpeoppstilling for gode tilkomstmuligheter.

Avløpsvannet pumpes i separate rør fra hver pumpe til en DN700 samlestock til innløpskassen i forbehandlingen. Samlestokken er utstyrt med en DN400 elektromagnetisk mengdemåler. Det må i detaljprosjektet vurderes hvorvidt det er nødvendig å dele systemet i to for å tilfredsstille krav til nøyaktighet for akkreditert prøvetaking ved laveste tilrenning. En DN400-måler klasse 1 vil i måleområdet 13-4.000 m³/h ha en maksimal målefeil på 1 % av målt verdi. Det vil ved laveste pumpe mengde tilsvare ca. ± 0,7 m³/h.

I pumpesumpen er det plassert et nødoverløp på ca. kt. +1,00. Nødoverløpsledningen (DN1500) føres ut på ca. kt. -5,0 i Sørfjorden og beskyttes mot inntrenging av sjøvann ved høyt havnivå ved flomluke (tilbakeslagssikring) plassert i en utslippskum ved sjøkanten. En slik luke er aldri 100 % tett og det legges derfor opp til at overløpskanal/ -ledning fylles opp med rensset avløpsvann når nivået i utslippskummen tilsier det og nødoverløpet ikke er i drift. Dette vannet tas fra utslippsledning for rensset avløpsvann via pneumatisk styrt ventil. Dette skal hindre at sjøvann trenger inn i pumpesump og at sjøvann vil stå i overløpskanal/-ledning. Funksjonen er operativ inntil havnivå ca. kt. +1,0. Havnivåer over dette vil sjøvannet lekke inn i overløpskanalen inntil det renner over og inn i sumpen. Nivået kan holdes under overløpskanten ved hjelp av en lensepumpe i kanalen som er sjøvannsbestandig. Denne må ha kapasitet til å ta hele lukelekkasjen. En lukelekkasje på ca. 15,0 l/min som er normalt for en veggluke etter standard DIN 19569-4 Klasse 4 (3,0 l/min pr. meter tetningsflate ved vanntrykk 5 m vs.), vil kreve en liten pumpe (kapasitet ca. 1,8 m³/h ved 2 ganger teoretisk lekkasje).

Pumpestasjonen utstyres med 3 stk. stasjonære gassmålere; 2 i pumpesumpen og 1 i pumperommet.

Pumpestasjonsbygget inneholder også ventilasjonsrom for ventilering av pumpestasjon og nye og eksisterende tunneler i plan U2 og tavlerom for pumpestasjon og forbehandling i plan U1. Plan U1 er sammenfallende med kjeller i prosessbygget.



Figur 3.3: Illustrasjon av ny pumpestasjon under nytt renseanlegg

Dimensjonering og kapasitet

Ved paralleldrift så skal 4 pumper pumpe Q_{maks} ($2.100 \text{ m}^3/\text{h}$) til forbehandlingen. Det betyr at 2 pumper er i reserve; en i hver del av pumpesumpen. Ved en del av sumpen ute av drift så skal alle de 3 pumpene i den andre delen kunne samkjøres og levere $1.400 \text{ m}^3/\text{h}$ ($2 \times Q_{maksdim}$) tilsvarende kapasiteten på en rist i riststasjonen. Det installeres pumper av ulike størrelser for god tilpassing til tilrenningen. Dette er dekket inn i kostkalkylene, men ikke videre detaljert i denne forbindelse.

En aktuell konfigurasjon er en liten pumpe på $350 \text{ m}^3/\text{h}$ og to store på $700 \text{ m}^3/\text{h}$ i hver del. Med frekvensdrift ned til 10 Hz (muligens ikke lavere enn 15-20 Hz) så kan vi da ha sømløs tilpasning fra ca. $70 \text{ m}^3/\text{h}$ til $2.100 \text{ m}^3/\text{h}$ med drift med 2 små og 2 store pumper i maksimalsituasjonen. To av de største pumpene står i reserve og alternerer med de andre to store pumpene.

Valg av pumpestørrelser må vurderes endelig ved detaljprosjektering av anlegget.

3.3 Innløpskasse

Utforming

Pumpeledningen ledes til en innløpskasse i stål på innløpet. Fordeling til de 2 ristene gjøres ved lik utforming med rør fra innløpskassa og til ristene.

Kassen utstyres også med nødoverløp i tilfelle gjentetting av rister. Kassen tilrettelegges slik at den kan benyttes som prøvetakingsvolum (dvs. ingen rejektivannstrømmer før prøvetaking) eksempelvis ved en overløpstrakt (700/1000 mm) i enden på pumpeledningen hvor prøvetakingen tas i trakta før vannet renner over kanten og ned i innløpskammeret i innløpskassen.

For å minimere driftsulempen som følge av lav hastighet og sedimentering i innløpskasse og ristkanaler ved tørrværstilførsel utstyres denne med mulighet for luftinnblåsing.

Innløpskassa utstyres videre med punktavsug, pH-måler, temperaturmåler, nivåmåler, nivåvakt og prøvetaker.

Dimensjonering og kapasitet

Fra innløpskammeret i innløpskassa føres avløpsvannet til hver rist gjennom DN600-rør med manuelle avstengningsventiler.

Overløpskanten i innløpskassa skal kunne avlaste hele pumpet mengde til omløpsledningen (Q_{maks}) slik at oversvømmelse unngås.

Overløpskanten er 5 meter lang, ligger på kt. + 11,16 og med maksimal oppstuvning på kt. +11,30.

Fra overløpskammeret ledes vannet i et DN700-rør til utløpskum etter flotasjonsanlegget.

3.4 Rister

Utforming

Tradisjonelt har det vært benyttet 3-6 mm trapperister på kommunale renseanlegg. Disse er etter hvert avløst med 6 mm hullrister for å bedre tilbakeholdelse av q-tips, hår, fiber etc. Erfaringene fra de senere leveranser av hullrister viser at det slippes mye fibermateriale igjennom. Det synes som om noe av forklaringen til dette har sin årsak i dårlig fjerning av ristgodset fra båndet, som i neste omgang fører til at resterende ristgods faller av på nedstrøms side av ristene. Filler og ristgods i etterfølgende rensetrinn er en velkjent driftsutfordring, spesielt ved etterfølgende MBBR, hvor fillene vikler sammen bæremidiet.

Som en løsning på disse utfordringene er det nå en ny type progressiv trapperist med 2-3 mm spalteåpning på markedet. I denne risten reduseres trappetrinnshøyden oppover slik at det i større grad skal dannes et filterteppe og bedre avskilling av ristgods. Problemene med tidligere trapperister skal dermed være bedre håndtert. Godstykkelsen skal også være i øvre sjikt for å redusere utfordringer sett på tidligere trapperister ved at spaltene bøyes. Dette er en ny og delvis innovativ løsning, men det vises til gode resultater i studier. Løsningen skal også ha fordeler i forhold til hullrister da det unngås kosting av hull og dermed er enklere rengjøring og mindre utsatt for driftsproblemer som følge av fett i avløpet.

Risten er noe mer plasskrevende enn eksempelvis kombinerte rister og ristgodsvasker. Den er også noe mer kostbar enn andre ristløsninger.

Løsningen legges til grunn i KVV-en da det skal være en kvalitetsmessig god løsning, som gir et noe konservativt arealbehov og kalkyle. Figur 3.4 viser selve risten, som plasseres i ristgodskassen. Ristgodset føres oppover trappen og faller via et trau i bakkant og ned i ristgodsvasker, mens avløpsvannet går igjennom risten og videre til reguleringskassa før sandfangene.



Figur 3.4: Liknende ristinstallasjon (Pos A 2st Progressive Stair Screen PSS, kilde: www.Andersonwater.se)

For ristgodshåndtering er to ristgodsvaskere med etterfølgende mottrykksskruer benyttet. Vasking av ristgods, i forhold til ristgodspresning, gir ca. 40 % reduksjon av ristgodsmengden som må håndteres videre. Ristgodsvasking gir også et mer hygienisk sluttprodukt som er enklere å motta og forbrenne i evt. forbrenningsanlegg. Mottrykksskruene maler opp ristgodset og forbedrer sluttproduktet ytterligere til videre forbrenning.

Vasket ristgods fra mottrykksskruene føres med selvføll til tett ristgodscontainer som er utstyrt med integrert fordelingsskrue. Containeren ventileres med undertrykk via punktavsug på teleskop. Avtrekket føres til luktbehandlingsanlegget.

Fra ristene går DN600-rør videre til reguleringsarrangementet foran sandfangene. Her samles ristavskilt avløpsvann før det fordeles til de 2 sandfangene. Denne fordelingen er også fordeling for etterfølgende prosesstrinn.

Dimensjonering og kapasitet

Anlegget skal kunne driftes normalt med en rist ute av drift. Det er videre ønskelig å minimere overløpsmengder ved anlegget som ikke er ristavskilt. Merkostnaden ved overdimensjonerte rister er relativt lav, samtidig som overdimensjonerte rister forventes å fungere bedre i en normalsituasjon.

Med dette som bakgrunn dimensjoneres hver av ristene for $2 \times Q_{\text{maksdim}} = 1400 \text{ m}^3/\text{h}$. I paralleldrifft skal de håndtere Q_{maks} tilsvarende $3 \times Q_{\text{maksdim}}$ eller $1.050 \text{ m}^3/\text{h}$ pr. rist.

Vaskepressene dimensjoneres hver for en kapasitet på ca. 2 m^3 vått ristgods pr. time.

Erfaringsverdier for vaskede ristgodsmengder angir en produksjon på 2,5 l/pe*år (Wastewater Engineering, Metcalf & Eddy). Dette tilsvarer ca. 55 m³/år i 2050. Dette er ikke kalibrert mot eksisterende renseanlegg og avfallsmengdene fra dette.

Foreslåtte container har et volum på ca. 6 m³, slik at denne da må tømmes ca. hver 5.uke på snittet.

3.5 Reguleringsarrangement

Utforming

Foran sandfangene er det en reguleringskasse i stål som samler og fordeler strømmene til to linjer gjennom anlegget. Denne er lukket med punktavsug og inspeksjonsluker. Avlastning av tilførsel over $Q_{maksdim}$ skjer over en justerbar overløpskant. Overløpsrøret er tilknyttet en mengdemåler før det føres til utløpskum. Dette er et DN700-rør som starter i innløpskassa.

Her fordeles også tilrenningen til to linjer videre ved elektromagnetiske mengdemålere og reguleringsventiler slik at etterfølgende renselinjer belastes likt. Rejektvannstrømmer tilføres denne kassen. Kassen tilrettelegges for luftinnblåsing for å motvirke sedimenteringsproblemer.

Dimensjonering og kapasitet

Reguleringsarrangementet dimensjoneres for videreføring av ca. 700 m³/h samlet til 2 linjer i den videre vannbehandlingen, og resten av Q_{maks} (ca. 1.400 m³/h) avlastet til omløpsledningen i normaldrift. Videre skal avlastingen dimensjoneres for full stopp i videreført vannmengde dvs. Q_{maks} .

3.6 Sand- og fettfang

Utforming

Videre føres avløpet til prefabrikkerte sand- og fettfang. Mens ristene har en vesentlig funksjon både for å beskytte etterfølgende rensetrinn og fjerne avløpsløp fra avløpsvann som går i overløp før etterfølgende rensetrinn, er sand- og fettfangenes funksjon først og fremst knyttet til de etterfølgende rensetrinnene.

Det vanligste er at det er samme kapasitet for rister og sand- og fettfang, men ved oppdimensjonering av ristene for Q_{maks} (reservekapasitet som beskrevet i forrige kapittel), gir dette nødvendig høy kapasitet og arealbehov for sand- og fettfangene. For dimensjonering av sandfangene legges det derfor til grunn at disse sammen skal håndtere $Q_{maksdim}$.

Et sandfang ute av drift betyr at kapasiteten på sandfanget og etterfølgende rensetrinn reduseres til Q_{dim} .

Det legges i KVV-en til grunn prefabrikkerte sand- og fettfang. Dette er den vanligste løsningen på nyere anlegg av denne størrelsen og er kompatibelt med industrihallkonseptet. Disse installasjonene er generelt ikke bygget for tilbakestuvning slik at driftsoverløpet bør plasseres i bakkant av sandfangene. For å imøtese dette dimensjoneres sand- og fettfanget for dimensjonerende avskillingsgrad ved $Q_{maksdim}/2$ gjennom hver linje, men at de hydraulisk skal håndtere $Q_{maksdim}$ i hver linje.

De prefabrikkerte sandfangene har normalt for små fettfang til å fungere godt ved stor tilrenning. Et anlegg med flotasjon vil kunne håndtere fett godt før utløp, men fett som ikke tas ut i fettfang kan gi driftspunkt med beleggdannelse på sensorer og beleggdannelse/ gjentetting i slamrør/slampumper i anlegget. Utover fett fra husholdningene så er det potensielt fare for mye fett fra Toro, men så lenge lamellflotasjonsanlegget på Toro

fungerer som det skal, så vil fettmengdene til anlegget være moderate. Det viser også analyser på rensset avløp fra Toro.

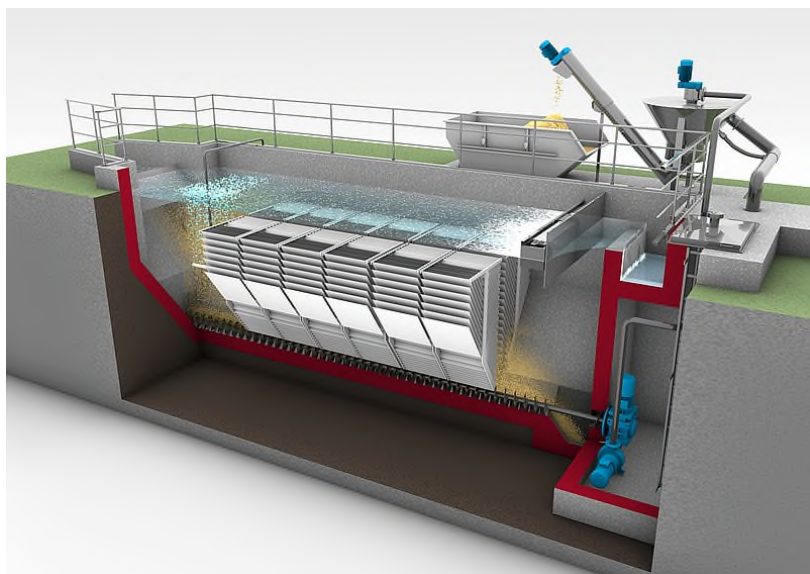
Men det inkluderes samtidig kostnader for spyling av instrumentering i etterfølgende rensetrinn for å redusere driftsbehovet som følge av fettbelegg på måleutstyr, samt tilrettelegges for spyling med varmtvann av slamrør, myke bend og overganger i slamrør for å redusere faren for tilstopping med fett.

Anlegget har en slik størrelse at et langsandfang er velegnet. En av de nye løsningene kommer fra Huber, og ble introdusert på markedet i 2018. Det nye i denne løsningen er at fettfang og sandfang er kombinert i samme volum i motsetning til et Hartmann-sandfang. I korte trekk så består prosessen av (1) en innløpssone med finluft-innblåsing, (2) en sandfangsone med bruk av lameller for å avskille sand med mindre volum (kortere oppholdstid), (3) sanduttak i bunn med transportskrue og tørroppstilt sentrifugalpumpe og (4) en utløpssone med fettavdrag på tvers av bassenget i utløpssonen. Utløpet fra sandfanget er dykket (fettavdraget har en skjerm hvor vannet må passere under). Avdraget foretas med en overflateskimmer og fettet pumpes med tørroppstilte eksenterskruepumper fra en liten fettlomme som fettet skrapes til.

I figuren nedenfor er et slikt sandfang vist, men i utførelse plasstøpt betong. Prefabrikkert utførelse er vist på i Figur 3.6 nedenfor.

Denne teknologien ser interessant ut og bør sjekkes nærmere. Det samme gjelder teknologier fra andre leverandører.

Denne løsningen i prefabrikkert utførelse legges til grunn i KVVU-en. Alternative løsninger vurderes i kontraheringsfasen.



Figur 3.5: Prinsippkisse aktuelt sandfang, kilde: Huber



Figur 3.6: Bilde av aktuelt prefabrikkert sandfang, kilde: Huber

De tørroppstilte sandpumpene er plassert på gulvet i 1. etasje under sandfangene og sanden pumpes til sandvasker i plan to over utlastingshall. Se Figur 3.5 ovenfor.

Vasket sand faller så fra sandvaskeren til en tett sandcontainer i 1. etasje via et teleskop. Containeren er utstyrt med integrert fordelingskrue og punktavsug for å hindre lukt.

Dimensjonering og kapasitet

Sandfangene dimensjoneres for en oppholdstid på ca. 3 min ved $Q_{maksdim}$ tilsvarende et volum på 20 m^3 i hvert sandfang.

Sandvaskeren dimensjoneres for en kapasitet på ca. 10 l/s. Brukt vaskevann som inkluderer organisk stoff o.a. som fjernes fra avskilt sand, føres til rejektivannstanken.

Erfaringsverdier for vaskede sandmengder angir en produksjon på $1,0 \text{ l/pe} \cdot \text{år}$ (Wastewater Engineering, Metcalf & Eddy). Mengden vasket sand vil dermed tilsvare ca. $22 \text{ m}^3/\text{år}$. Dette er ikke kalibrert mot eksisterende renseanlegg og avfallsmengdene fra dette.

Foreslåtte container har et volum på ca. 6 m^3 , slik at denne da må tømmes i snitt ca. hver 3.måned. Det kan synes som om denne containeren er unødvendig stor, men størrelse er satt ut ifra størrelsen på ristgodscontaineren slik at disse kan benyttes om hverandre.

Fettet pumpes til slamlagerne med eksenterskruepumper kapasitet $10 \text{ m}^3/\text{h}$. Pneumatiske ventiler styrer til hvilket slamlager fettets pumpes.

3.7 Biologisk rensetrinn med suspenderte plastbærere

Utforming

Avløpet renner med selvfall fra sandfangene til to biologiske reaktorer, via to rør på DN300. En kompakt og svært mye benyttet løsning for biologisk rensing er biologisk rensing med biofilm som vokser på suspenderte plastbærere. Denne var tidligere en norskutviklet patentert løsning, kalt Moving Bed Biofilm Reaktor (MBBR), men er nå tilgjengelig i flere varianter under ulike merkenavn.

Hver linje består av to seriekoblede bioreaktorer. Bioreaktorene er overdekket med luker for inspeksjon og rengjøring av siler ol.

Reaktorene utføres i syrefast stål alternativt glassfiber (GUP).

Bioreaktorene utformes med brutt vannstrøm på innløpet, syrefaste rørluftesystem i bunn, rørsiler for uttak av avløpsvann i toppen, samt nødoverløp med plansiler.

Bæremedium vil dermed ikke gå tapt i en situasjon hvor avløpsvannet går i nødoverløp f.eks. dersom innløpet til flotasjonsbassengene stenger utilsiktet. Med en slik utforming skal i prinsippet bæremedium ikke kunne gå tapt til resipienten selv ved feil på anlegget og gjentetting av siler. Nødoverløpene er koblet sammen i en felles ledning som tilkobles omløpsledningen.

Hver reaktor utstyres også med nivåmåler med alarm, samt O₂-måler for å styre blåsemaskinene mot et setpunkt.

Det er lagt opp til at anlegget skal kunne driftes med alle 4 reaktorene i drift (seriedrift) i en maksimal tilrenningsituasjon helt ned til bare 1 reaktor i drift i en lavbelastningssituasjon eksempelvis i sommerferien med stans i produksjonen på Toro.



Figur 3.7: Illustrasjon av bæremedium tilsvarende K5 med og uten biofilmvekst, samt en luftet reaktor uten overdekning. (Kilde: dynamixinc.com og iwater.com)

Dimensjonering og kapasitet

Bioreaktorene er dimensjonert med bæremedium K5 med fyllingsgrad på 50 % og 7 °C som dimensjonerende lavbelastningstemperatur. Dette gir et nødvendig reaktorvolum på **548 m³**. For god planutforming og energieffektivitet er det valgt høye reaktorer med effektiv dybde på **5,0 m**.

Maksimal fyllingsgrad anvendes da det er ønskelig å begrense anleggets overdimensjonering ved normbelastning for å redusere utfordringene overdimensjonering av et biotrinns kan gi. Fyllingsgraden kan varieres fra 35-50% slik at dette gir følgende spillerom:

Tabell 1: Teoretisk kapasitet i bioreaktorene i 2020 og 2050 ved minimums- og maksimal (dimensjonerende) fyllingsgrad av bæremedium (K5)

	Min	Dimensjonerende
Fyllingsgrad	35 %	50 %
Kapasitet (kg BOF ₅ /d)	975	1.392

Garnes RA vil ha svært varierende organisk belastning over året og uken som følge av industripåslipp. Og anlegget vil med dimensjonerende fyllingsgrad, i juli med lav-belastning ha en overkapasitet på opp mot 270 % dersom industripåslippet settes til 0 og 40 % av innbyggerne er på ferie, tilsvarende en tilførsel på ca. 520 kg BOF₅/d (ca. 37 % av dimensjonerende og ca. 53 % av minste fyllingsgrad). I en slik situasjon vil det være greit å kjøre en linje med seriedrift. Men det vil bare være ca. 10 % lavere belastning i 2020 enn i 2050 fordi industribelastningen utgjør en meget stor andel (33 %) og det ikke er planlagt økt industripåslipp i fremtiden.

Valgt biofilmløsning vil til dels tilpasse seg varierende belastning ved å variere tykkelsen på biofilmen. Det finnes derfor slike anlegg med betydelig større variasjon hvor bioreaktoren tilsynelatende tilpasses raskt til dette.

For lav belastning kan føre til nitrifisering i biotrinnet som vil gi slam med dårligere avskillingsegenskaper ved etterfølgende sedimentering. Dette er et mindre problem ved etterfølgende avskilling med flotasjon som her. Det bør likevel tenkes igjennom hvordan anlegget kan tilpasses de varierende belastningsforholdene, og tilrettelegges for at disse enkelt kan utføres.

Følgende tiltak kan vurderes:

- *Fyllingsgrad*
Starte på minimums fyllingsgrad og supplere jevnlig opp mot maks fyllingsgrad etter hvert som det sees behov for dette
- *Oksygentilførsel*
Tiltak for å redusere nitrifikasjonsproblematikk og tilpasse prosessen til reell belastning vil i første omgang være å drifte biotrinnet med redusert oksygenkonsentrasjon. Det vil ellers være en begrensning i hvor lavt luftmengden kan settes, da det må være tilstrekkelig luft for å få nødvendig omrøring reaktorene. Intermittent lufting kan vurderes i lengre perioder med lavbelastning på sommer og høst.
- *Ta en linje ut av drift*
Ved lavbelastning kan en linje i bioreaktoren evt. tas ut av drift og driftes vekselvis inntil belastningen igjen overstiger 50 % av dimensjonerende kapasitet.

Blåsemaskiner

Energiforbruk til blåsemaskiner for lufting av bioreaktorene er normalt den største energiforbrukeren i et biologisk-kjemisk renseanlegg. I et bærekraftperspektiv er det derfor viktig å optimalisere blåsemaskinene for normalbelastningen mhp energiforbruket så langt dette lar seg gjøre. Blåsemaskiner har generelt heller ikke så lang levetid at det er hensiktsmessig å planlegge for mer enn 10-15 år frem i tid ved vurdering av kapasitet.

Dimensjonerende maksimale luftbehov er 1.998 Nm³/h og midlere behov er 907 Nm³/h. Behovet i 2020 vil være ca. 10 % lavere dvs. ca. 1.800 respektive ca. 820 Nm³/h.

Det settes inn tre blåsemaskiner hvor 2 har kapasitet til dimensjonerende belastning og 1 står i reserve for de 2 andre maskinene. Dette betyr at hver blåsemaskin må ha en maksimal kapasitet på ca. 1.000 Nm³/h. Det er dermed 50 % redundans, men det forventes kun en maskin i drift ved normalbelastning. Selv ved oppstarten av det nye anlegget så vil driften av maskinen ved normalbelastningen ligge i et energioptimalt driftsområde.

Blåsemaskinene er frekvensstyrte og styres på basis av trykket på en felles luftstamme. Fra denne stammen besørger luftbehovet til hver reaktor med reguleringsventiler som styres av O₂-målere i hver reaktor.

Også ventilasjonssystemet og avtrekket fra bio dimensjoneres for full luftmengde fra starten av.
Blåsemaskinene plasseres i eget rom da disse ofte genererer støyutfordringer plassert i selve prosesshallen.

3.8 Flotasjon

Utforming

Erfaringsmessig er flotasjon et kostnadseffektivt alternativ for denne type anlegg, og er brukt i kombinasjon med MBBR på en rekke anlegg. Det vil også håndtere perioder med nitrifisering i biobassengene grunnet lavbelastning bedre enn alternativer basert på sedimentering. Flotasjon er derfor lagt til grunn i KVVU-en.

Det finnes flere varianter på markedet herunder også lamellflotasjon som bl.a. er benyttet på Toro's anlegg og på Trøim Ra i Hemsedal. Lamellflotasjon har et vesentlig mindre fotavtrykk enn konvensjonell flotasjon, se figurene nedenfor. Begge typer anlegg er aktuelle for Garnes Ra og det anbefales derfor at det ved kontrahering åpnes for begge alternativene.

Prosessten foregår i 3 trinn; 1) kjemikalieinnblanding, 2) flokkulering og 3) flotasjon.

Trinn 1:

Det legges opp til kjemikalieinnblanding med hurtigmiksing i en sirkulær tank i hver linje. I hver tank er det installert en toppmontert omrører for hurtig innblanding av kjemikalier i innkommende avløpsvann.

Trinn 2:

I flokkuleringstankene, en pr. linje, er det installert frekvensstyrte, toppmonterte propelleromrørere for skånsom innblanding av kjemikalier i innkommende avløpsvann. I denne prosessen skal det bygges opp fnokkagregater som er lette å flottere når de blandes med det dispergerte vannet i flotasjonsprosessen. Hastigheten på omrøring vil frekvensstyres etter mengde til bio.

I utgangspunktet er det tenkt å bare benytte polymertilsetning i forbindelse med slamavskillingen. Prosessløsningen slik den er lagt til grunn i denne KVVU-en er testet ut på Tønsberg renseanlegg, se beskrivelse i PN2 for resultater av denne testen. Det er pt. ikke bekreftet at prosessen kan oppnå tilfredsstillende tørrstoffinnhold for direkte avvanning, uten bruk av metallsalt.

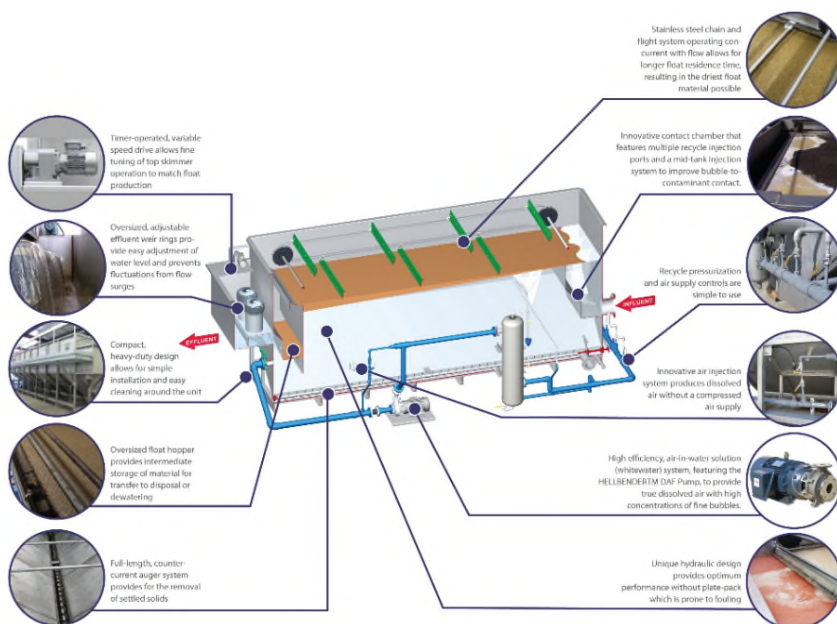
Uansett så bygges anlegget med doseringsanlegg for begge deler da det også kan komme krav om fosforfjerning på et senere tidspunkt.

Polymertilsetningen vil bli styrt på innkommende mengde til og evt. turbiditet ut av flotasjonsenheten mens fellingskjemikalier i tillegg vil bli styrt på pH (det pågår også forsøk med å finne gode algoritmer for å styre etter konduktivitet, slik at en konduktivitetmåler kan være en interessant styringsparameter).

Trinn 3:

Felles for prosessene er at ca. 10-20 % av rensede avløpsvann tilføres et dispergeringssystem og mettes med luft under trykk. Dispergeringsvannet tilbakeføres til innløpet og mens luftboblene trekker mot overflaten drar de med seg fnokkene som slam som deretter kan skrapes av på toppen. Utfra driftshensyn anbefales konvensjonelle dispergeringssystem, på tross av at disse er mer arealkrevende enn kompakte dispergerings-pumper. Endelig valg av system forutsettes gjort i forbindelse med kontraheringen av prosessanlegget.

Eksempler på prefabrikkerte prosesser er vist i figurene nedenfor. Den første er bare flotasjon mens den andre er lamellflotasjon. Lamellflotasjon dimensjoneres med vesentlig høyere flatebelastning enn vanlig flotasjon, ofte det dobbelte.



Figur 3.8: Flotasjon fabr. Evoqua RT



Figur 3.9: Lamellflotasjon fabr. Sigma DAF FPHF

Bassenget utformes med skrape for avdraget på topp og skrape for sedimentert slam i bunn. Overflateskraperen skyver slammet til et tversgående skruetrau hvor det faller ned til skruen. Herfra skrur slammet videre til slamlomme på siden og pumpes med eksenterskruepumper til slamlager.

Sedimentert slam skraperes til en eller flere slamlommer for utpumping med eksenterskruepumper til slamlager. I noen prosesser benyttes også skruetransport for bunnslam for å unngå dype slamlommer og dermed stor byggehøyde.

Slammet fra flotasjonen pumpes til slamlagrene via mengde- og tørrstoffmåler. Slammet pumpes ved to eksenterskruepumper plassert ved siden av flotasjonsbassenget, via et felles rør med DN65 til slamlagerne. Det tilrettelegges for spyling av slamrør med varmtvann dersom det skjer tilstopping som følge av fett i slammet. Slammet alternerer på hvilket slamlager som fylles.

Renset avløpsvann trekkes av under en skjerm som holder flottert slam tilbake, over en tverrgående overløpskant til utløpskanaler for rensed avløpsvann og videre til en utløpskum hvor rensed avløp blandes med eventuelt overløpsvann fra forbehandlingen eller nødoverløp fra øvrige prosesser.

Dimensjonering og kapasitet

Prosesseren er designet med to linjer.

Hurtigblandekammer for kjemikalieinnblanding dimensjoneres for en oppholdstid på 0,5 min ved $Q_{maksdim}$ noe som gir et væskevolum på ca. 3 m³ pr. tank.

Flokkuleringstankene for kjemikalieinnblanding dimensjoneres for en oppholdstid på 3 min ved $Q_{maksdim}$ noe som gir et væskevolum på ca. 18 m³ pr. tank.

Flotasjonsbassengene er dimensjonert med en overflatebelastning på hhv. maks 5 og 7,5 m³/m²*h ved Q_{dim} og $Q_{maksdim}$. Flotasjonsbassengene får et samlet effektivt areal på 94 m², samt sone for slamuttak og utløpskanal rensed avløpsvann.

Dispergeringssystemet dimensjoneres for en mengde på ca. 20 % av innkommende avløpsmengde tilsvarende ca. 141 m³ pr. time. Dispergeringspumpene legges ut med en pumpe til hver linje og en felles reserve. Pumpekapasiteten blir dermed ca. 75 m³ pr. time. Dimensjonerende trykk 7,5 bar.

Dispergeringstankene (trykk-tanker) har et effektivt volum på ca. 7,5 m³ hver. Trykkluft til dispergeringen besørgeres av 2 stk kompressorlegg hvorav et anlegg dekker hele behovet og det andre står i reserve.

Slampumpene for flottert slam dimensjoneres for en kapasitet på 20 m³/h. Det legges opp til 2 pumper, hver med 100% kapasitet, som alternerer.

Slampumpene for bunnslam dimensjoneres for samme kapasitet, tilsvarende med 100% kapasitet, og hvor de står i reserve for hverandre.

3.9 Utløpskum og utslippsarrangement

Utforming

Overløpsvann (ristavskilt avløpsvann eventuelt nødoverløp) og rensed avløpsvann samles i en utløpskum.

I utløpskummen plasseres utløpsprøvetakeren og det legges opp til en god innblanding av de to avløpsstrømmene før prøvetakingspunktet. Prøvetaking tas således fra samlet utløp fra anlegget, dvs. ordinært rensed avløpsvann og evt. overløpsvann.

Utløpsledningen DN800 (PE, utv. dia.) går ut av utløpskummen, legges på utsiden av prosessbyggets vestre langside, gjennom ny omløpstunnel forbi pumpestasjon og videre til ny utslippskum plassert i vannkanten. Herfra går rensset avløpsvann (eventuelt også vann i overløp) videre til 2 stk utslippsledninger DN1000 (PE, utv. dia.) til utslipp på 50 meters dyp i Sørfjorden. I utslippskummen er det manuelle ventiler som gjør det mulig å stenge av utslippsledningene slik at kum og oppstrøms ledning kan inspiseres. Ventilene muliggjør også spyling av en av utslippsledningene mens den andre ledningen er i ordinær drift.

Utslippskummen er felles med nødoverløpsledningen fra pumpeumpen, men med 2 separate utløpskamre og separate utslippsledninger.

Dimensjonering og kapasitet

Utslippssystemet for avløpsvann pumpet opp i anlegget er dimensjonert for 2.100 m³/h og utslipp på 50 meters dyp.

Utslippssystemet for nødoverløpsvann fra pumpestasjonens pumpeump dimensjoneres for 2.800 m³/h og utslipp på 5 meters dyp. Dette arrangementet er kraftig overdimensjonert for å unngå overløpsdrift ved Øyrane Torg. Det vises til eget dimensjoneringsnotat.

3.10 Slamlagre

Utforming

Slamlageret er delt i to tanker for å ivareta drift av anlegget ved vedlikehold eller lignende i et slamlager. Bassengene er utført i syrefast stål, med toppmonterte omrørere. Luker i dekke i plan 1 sørger for tilkomst til tankene og mulighet for å heise opp omrørere og pumper. Bassengene er utstyrt med nødoverløp til omløpsledning.

For å redusere risikoen for anaerobe forhold i slamlagerne som følge av lang oppholdstid i lavbelastningsperioder bør slamlagerne generelt driftes med lavt nivå.

I kontraheringsfasen bør det vurderes å redusere oppholdstiden i slamlageret da avvanningsutstyret dimensjoneres for helkontinuerlig drift og 100 % reserve.

Dimensjonering og kapasitet

Det forventes et gjennomsnittlig tørrstoffinnhold på 2,5 % i slammet; flottert slam 3,0 % og sedimentert slam 1,5 %.

Lagringskapasiteten settes til 3 døgns oppholdstid. Slamlageret har derfor en kapasitet ved midlere belastning på ca. 5 døgn.

3.11 Skrueavvanning

Utforming

Slammet pumpes med to eksenterskruepumper fra slamlager til avvannere plassert over utlastingshall. Rørdimensjon til avvanning er DN80. Det tilrettelegges for spyling av slamrør med varmtvann dersom det skjer tilstopping som følge av fett i slammet.

Det er forutsatt to skrueavvannere, med en i drift og en i reserve. Disse alternerer på å driftes. Her oppkonsentreres slammet fra ca. 2,5 %TS til ca. 20 %TS før utlasting.

Alternativet til skrueavvannere er sentrifuger.

Det største fordelen med sentrifuger er at de kan produsere noe høyere TS-innhold. Avhengig av lengde og kostnad for slamtransport kan dette derfor lønne seg. Det forventes ellers ikke å være stor kostnadsdifferanse for Garnes. Det anbefales at drift involveres i endelig valg.

Skrueavvannere er lagt til grunn i KVV-en som følge av følgende forhold:

- Lavere strømforbruk
- Mindre støy
- Generelt ansett som noe mer driftsvennlig med lenger levetid
- Redusert behov for redundans i polymerutrustningen (en bereder mindre)
- Gir tilstrekkelig høyt TS-innhold på det aktuelle slammet. Forventet at TS på 20 % kan oppnås
- Jevnere rejektivannskvalitet, med mindre støtbelastning på det biologiske rensetrinnet

I KVV-en er skruepresser lagt inn i beskrivelse og kalkyle.

Dimensjonering og kapasitet

Avvannerne dimensjoneres for 12 timers driftstid pr. døgn i høybelastningsperiodene. Dette tilsvarer 8 m³/h og 197 kg TS/h. En maskin vil stå i reserve.

Her bør det vurderes nærmere om en skal legge til grunn døgnkontinuerlig drift noe som medfører mindre maskiner og full utjevning av rejektivannet. Eksempel på skruepresse fremgår av **Error! Reference source not found.** nedenfor.



Oddeøya, Kristiansand, Norway - SP-HF09XL screw press

Figur 3.10: Skruepresse Oddeøya RA (kilde: IEA)

3.12 Utlastingscontainere

Utfoming

Slammet fra avvannerne skrus med transportskruer til nedkast over hver container. Det er lagt til grunn 2 skruer; en til hvert nedkast som gjør det mulig å transportere slammet fra begge avvannerne til valgfri

container. Dette gir en meget stor grad av sikkerhet, men slamskruene er det svakeste leddet i systemet og ideelt sett så er enklest å la slammet fall med selvføll rett ned i containerne. Det bør vurderes nærmere om det er nødvendig å ha så stor grad av sikkerhet i slamutlastingen.

I containeren er det en fordelingskrue i toppen som fordeler slammet jevnt i hele containerens lengde.

Containerne er fabrikat Micodan som er standard på de andre 4 nye anleggene, ligger til grunn for KVV-en.

Slamutlastingen skjer via teleskoputlastning, slik at containerne er lukket med punktavsug for å redusere lukt i rommet.

Dimensjonering og kapasitet

Det er lagt til grunn to krokløftcontainere med en lagringskapasitet på 3 døgn i maksimalbelastningsperioder. Dette krever et lagringsvolum på ca. 18 m³ pr. container. Containermål B 2,5 m/ L 6,0 m/ H 1,5 m (innvendig). Denne transporten vil kunne kreve trippel-boggi på lastebilene som skal brukes, og er et forhold som må vurderes i en senere prosjektfase.

Det legges opp til at begge containerne kan hentes samtidig på bil med henger.

Med 20 %TS i slammet gir dette en forventet avhentingsfrekvens i en middelbelastningsperiode på 5 døgn.

3.13 Rejektivannssystem

Utforming

For å utjevne rejektivannet før det pumpes tilbake i prosessen må det lagres i en rejektivannstank. Rejekt fra avvanningsmaskiner, ristgodsvaskere og sandvasker føres med selvføll hit. Deretter pumpes det med to rejektivannpumper tilbake til sandfangene.

Med kontinuerlig drift på avvannerne reduseres behovet for utjevning av rejektivannet.

Dimensjonering og kapasitet

Volumet er basert på en driftstid på avvanner på 12 timer og en lagringstid på rejektivannet på 6 timer.

Dette medfører et nødvendig effektivt volum på ca. 40 m³ (D 3,2 m, A 8,3 m, H 5,0 m).

Nødvendig pumpekapasitet for rejektivannet alene er ca. 7 m³/h, men for å dekke opp de to andre vannstrømmene, som kommer ujevnt og med sterkt variabel mengde, så oppdimensjoneres pumpene ca. 30 % til 9,0 m³/h. Det legges opp til full reserve dvs. at en pumpe skal dekke kapasitetsbehovet.

3.14 Polymerberedning og -dosering

Utforming

Det er en tørrpolymerbereder til avvanning og en til flotasjon. Dersom det oppstår problemer med den ene vil skruvavvannerne kunne driftes uten polymertilsetning til problemet er løst, slik at fungerende polymerbereder kan dedikeres til flotasjonen. Her bør det evt. vurderes å ha en rimeligere våtpolymerløsning i reserve.

Skrueavvanner uten polymertilførsel forventes å kunne nå ca. 10 %TS i slammet slik at containeren fylles seg dobbelt så raskt ved en slik unntakssituasjon.

Dimensjonering og kapasitet

Til vannbehandling

Dimensjonerende data

- Polymerdose 4,0 g pr. m³ avløpsvann
- Konsentrasjon løsning 0,25 %
- Modningstid 60 min
- Utspeing dosering 0,05 %

gir

- Berederkapasitet 2,8 kg pr. time (tilsvarer Tomal Polyrex 3.0)
- Pumpekapasitet 940 liter pr. time
- Spedevannsmengde 4,7 m³ pr. time

Til slamavvanning

Dimensjonerende data

- Polymerdose 8,0 kg pr. tonn TS
- Konsentrasjon løsning 0,25 %
- Modningstid 60 min
- Utspeing dosering 0,1 %

gir

- Berederkapasitet 1,6 kg pr. time (tilsvarer Tomal Polyrex 2.0)
- Pumpekapasitet 630 liter pr. time
- Spedevannsmengde 1,6 m³ pr. time

3.15 Fellingskjemikaliedosering

Det er lagt opp til 2 tanker for fellingskjemikalier på anlegget. Dette for fleksibilitet og sikkerhet i driften.

To kjemikaliepumper, med en i felles reserve, pumper til hurtigmiksere foran flokkuleringsbassengene.

Dimensjonering og kapasitet

Kjemikalietankene har et samlet volum på ca. 32 m³ slik at en bil med henger kan fylle dem opp (25 m³). Disse er plassert i katastrofekar for å samle opp søl. Tankene er sirkulære GUP-tanker med diameter 2,0 m og høyde på 5,25 m (totalhøyde). Det er tilgang for fylling fra plassen ute.

Spesifikk doseringsmengde er antatt til ca. 105 ml PAX pr. m³ avløpsvann.

Doseringspumpenes kapasitet er ut ifra dette beregnet til 48 liter pr. time (inkl. 30 % reserve). Dette tilsvarer Grundfos DMH 54-16 som er en aktuell pumpetype (digital membran).

Maksimalt forbruk vil være ca. 920 liter pr. døgn og i middelsituasjon ca. 550 liter pr. døgn. Lagertankene har således en kapasitet på ca. 2 måneders forbruk.

3.16 Prosessvannssystem

Utforming

Det plasseres et prosessvannssystem ved utløpet for å anvende rensset avløpsvann til en rekke spyleformål i renseprosessen. Dette består av en prosessvannstank, to prosessvannspumper, et automatfilter, en trykkstank og rørsystem til prosessene som skal bruke rensset avløpsvann; ristgodsvaskere (vaskevann), sandvasker (vaskevann), polymerberedere (spedevann), flotasjon (dispergeringsvann) og slamavvannere (spylevann). Dispergeringssystemet er et eget system (se ovenfor) men henter vannet fra samme tank.

Dimensjonering og kapasitet

Behov prosessvann	ca. 171 m ³ pr. time (hvorav dispergeringsvann 141 m ³ pr. time)
Oppholdstid prosessvannstank	ca. 6 min
Volum prosessvannstank (eff.)	ca. 17 m ³
Pumpekapasitet prosessvannspumper	ca. 67 m ³ /h mot 7,5 bar

3.17 Bruttvannsystem

Det er krav om et bruttvannsystem for å sikre at ikke avløpsvann kan slå tilbake på vannledningsnettet.

For en hensiktsmessig trase for vannledning inn i bygget er dette plassert i U1, ved siden av MBBR-reaktorene.

Kapasiteten på hver av de to pumpene er satt til 20 m³/h mot 7,5 bar.

3.18 Rør

Alle rør med avløpsvann eller slam er i syrefaste stål. Kjemikalierør, polymerrør og alle rør som kan komme i kontakt med sjøvann, er PE-rør eller andre egnede plastkvaliteter.

Slamrør har slakere bend og sammenkoblinger for å unngå gjentetting.

Utstyr er tilkoblet med flenser for enkel demontering ved behov.

Rør er dimensjonert for selvrens ved dimensjonerende belastning.

Som følge av svært varierende belastning må noe sedimentering i lavbelastningsperioder påregnes, og det legges derfor opp til en rekke spylepunkt.

3.19 Løfteutstyr

Det tilrettelegges med traverskran i øvre plan i prosesshallen med kapasitet 5 tonn. Denne skal i utgangspunktet betjene alt prosessutstyr unntatt utstyr i utlastingshallen og innløpspumpestasjonen. Den

skal også benyttes ved transporter utenfra og til teknisk sidebygg eksempelvis storsekk med aktivt kull til luktreduksjonsanlegg eller utstyr som skal tas inn i verksted i plan 1.

I pumperommet etableres det en løpekattbjelke som tar hånd om løft av pumper og ventiler på pumpenes trykkside. Traverskran kan løfte utstyret fra pumperom opp til U1 eller plan 1 gjennom luker.

3.20 Akkreditert prøvetaking

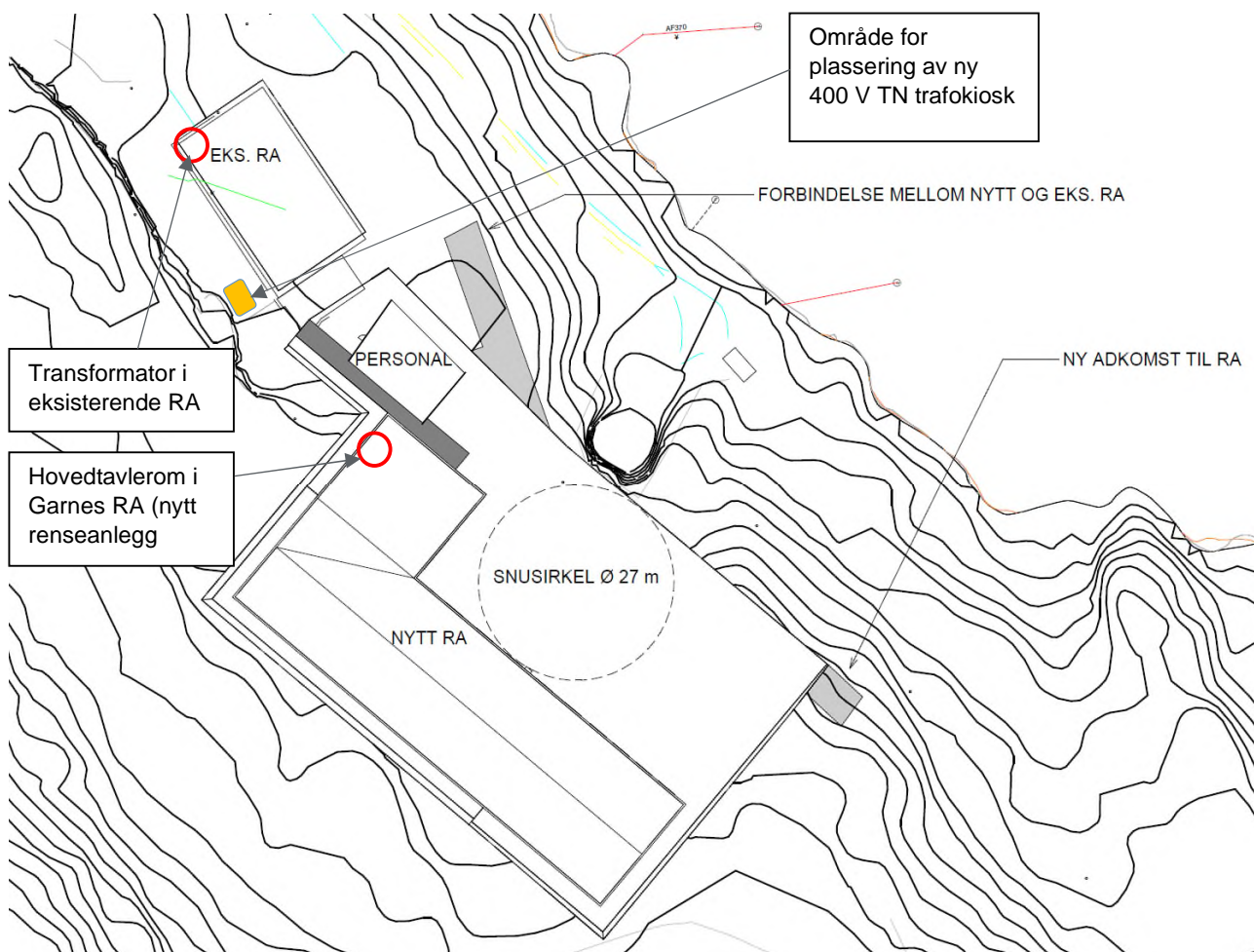
Det er som utgangspunkt lagt opp til prøvetakingspunkt i innløpskasse og utløpskum. Samt elektromagnetisk mengdemåling på både overløpsmengder og til begge linjene. Både innløpskassen og utløpskummen utformes for å tilstrebe homogeniserte forhold og representative prøver.

4 Elektro

4.1 Strømforsyning til nytt renseanlegg

Nytt renseanlegg på Garnes, heretter kalt Garnes RA, blir lokalisert rett bortenfor eksisterende renseanlegg som vist på situasjonsplan i Figur 4.1. Strømforsyning til eksisterende renseanlegg kommer fra en 800 kVA / 400 V transformator som er plassert i hjørnet av eksisterende renseanlegg. Eksisterende renseanlegg vil være i drift helt til Garnes RA (nytt renseanlegg) er satt i drift, men eksisterende renseanlegg vil deretter bli revet. Det må derfor etableres en ny strømforsyning til Garnes RA, som vist i Figur 4.1 som et område for plassering av ny 400 V trafokiosk.

Det vil være behov for mer effekt i Garnes RA enn i eksisterende renseanlegg, men eksisterende høyspentkabel er stor nok til å dekke det økte behovet. Det vil være nettleverandør (her BKK) som etablerer ny trafokiosk med høyspent kabelforbindelse forlagt i bakken.



Figur 4.1 - Situasjonsplan strømforsyning for nytt og eksisterende renseanlegg på Garnes

Fra ny trafokiosk etableres det trekkerør med lavspentkabler bort til hovedtavlerom i Garnes RA. Foreløpig effektliste tilsier en størrelse på ny transformator til 1250 kVA.

4.2 Hovedtavlerom og frekvensomformere

Hovedtavlerom er plassert på yttervegg som vist på Figur 4.1. En hovedtavle vil fordele og distribuere kraft ut til underfordelinger for både prosess- og byggelektro rundt omkring i bygget.

Hovedtavle plasseres i eget avlåst rom, og består kun av effektbryteravganger ut til underfordelinger. Det benyttes halogenfri kabel i anlegget.

Vegg i vegg med hovedtavlerom kan man plassere noen elektro og automatiseringstavler som f.eks.:

- Undertavle for lys og stikk
- Automatiseringstavle med PLS og I/O
- Servere, operatørstasjoner for styresystem
- Datarack for fiber med switcher etc.
- Sentral for brannalarm
- Eventuelt skap/pc for adgangskontroll, kamerasystem
- Eventuelt UPS

Det er satt av plass for flere elektrorom i renseanlegget, og i disse elektrorommene plasseres elektro- og automatiseringstavler for både prosess- og byggelektro. Noen tavler plasseres også ute i prosessen hvis det er det godt egnet miljø og er mest hensiktsmessig.

Elektrorom ventileres med mekanisk ventilasjon med overtrykk og noe kjøling, men frekvensomformere plasseres som hovedregel ute ved pumper, vifter etc. ute i prosessen for å unngå store varmekilder i elektrorom. Når frekvensomformerne plasseres i nærheten av motor, blir kostbar EMC-kabling også så kort som mulig. Det installeres EMC-sikkerhetsbryter mellom frekvensomformer og motor eller eventuelt som en integrert del av frekvensomformer.

Styring av frekvensomformer gjøres via Ethernet-kommunikasjon (Ethernet IP, Modbus TCP/IP eller lignende), der Cat 6A S/FTP kabler legges i stjerneform ut fra prosess-switcher til hver enkelt frekvensomformer. Prosess-switchene er knyttet opp mot PLS(ene) og plasseres på egnede steder ute i prosessen, slik at kabellengde ut fra stjernepunktet blir akseptabel.

Frekvensomformerne kan også styres manuelt fra display i front. Styring av frekvensomformere via bus-kommunikasjon reduserer behovet for I/O-kort, samtidig som man får mye mer informasjon fra frekvensomformerne (strøm, hastighet, effektforbruk, feilalarmer som jordfeil, usymmetri etc.). Samme kommunikasjonsprotokoll velges for pumper med integrert frekvensomformer og for andre elektro- og automatiseringskomponenter og styreskap som har mulighet for bus-kommunikasjon.

4.3 Reservekraft og UPS

Det skal installeres et permanent reservekraftaggregat på Garnes RA, som reserve strømforsyning for utvalgte deler av prosessanlegget. Dette reservekraftaggregatet plasseres i et eget rom borte ved sand- og fettfang, se Figur 2.5. Det vil være behov for et reservekraftaggregat på mellom 300 – 400 kVA, og reservekraftaggregatet er i utgangspunktet tenkt drevet av biogass (metan) fra biogassanlegget i Rådalen. En endelig vurdering av installasjon av reservekraftaggregat tas på et senere tidspunkt.

Avbruddsfri strømforsyning, på engelsk Uninterruptible Power Supply (UPS), benyttes for systemer som ikke kan miste sin strømforsyning når normal strømforsyning fra nettleverandør faller ut.

Systemer som normalt har UPS med 24 V DC batteriback-up er:

- PLS-system
- Brannalarmanlegg
- Brannspjeldanlegg
- Adgangskontrollanlegg
- Innbruddsalarmanlegg
- Datanettverk med switcher o.l.

Det kan også være behov for enfase 230 V eller trefase 400 V UPS til enkelte utstyr som pc(er), porter, brannvifter o.l. Videre prosjektering må avdekke om det er behov for UPS for 230 V og / eller 400 V, eller om det er nok med 24 V DC batteriback-up.

4.4 Stikksentraler, kraner og taljer

Ute i prosessanlegget er det behov for stikk av forskjellig slag (spenning og type) for både vedlikehold og provisoriske anlegg. Det legges opp til bruk av stikksentraler plassert på sentrale plasser i prosesslokalene, slik at man har god tilgjengelighet for stikkontakter. Stikksentralene kan ha følgende konfigurasjon:

- 2 stk. doble 230 V enfase Schuko stikkontakter (2/16+J) med forankoblet automatsikringer (1-pol+N C16A)
- 1 stk. industristikkontakt 400 V (432-6) med forankoblet automatsikring (3-pol+N C32A)
- 1 stk. industristikkontakt 400 V (416-6) med forankoblet automatsikring (3-pol+N C16A)

For kraner og taljer legges det opp faste 400V industristikkontakter (416-6, 3-pol+N C16A) på vegg med forankoblet sikkerhetsbryter i nærheten av utstyret, hvis ikke utstyret leveres med styretavle for direkte kabelinnføring.

4.5 Belysning og lysstyring

Belysningsanleggene planlegges etter anbefalinger gitt i publikasjoner fra Lyskultur, og etter krav fra byggherre. Nødlssystemet planlegges etter føringer gitt i NS-EN 1838 og NS EN 3926. Nødllys består av ledelys og markeringslys, som henholdsvis lyser opp og markerer rømningsvei.

Det benyttes LED armaturer tilpasset miljøet de skal installeres i. Nødlisanlegg planlegges utført som desentralisert anlegg med batteriback-up i hver armatur.

Utendørs legges det opp til LED armaturer i lysmaster for veier og uteplass, supplert med utvendig lys montert på fasader på bygning.

Lys-styringen for anlegget bør gi følgende muligheter:

- Lys-styringen skal kunne endres, ved programmering eller fjernkontroll
- Man skal kunne justere belysningen til ønsket nivå (dempe), spesielt på møterom
- Der det er behov kan man ha bevegelsesdetektorer som slukker lyset når det ikke er noen tilstede i et område og kommer på automatisk når det er bevegelse
- Lys i prosessområder styres av PLS
- Mulighet for dagslysdimming, ved at lysarmaturer justerer ned lyset når det kommer inn dagslys
- Utelys tenner og slukker automatisk i forhold til lys ute
- Utelys bør kunne innstilles til å dempes til for eksempel 20 % nivå når det ikke er noe bevegelse, og lyse opp 100 % ved bevegelse

- Lys-styringen må gi informasjon om feil i systemet og armaturer, slik at vedlikehold på lysanlegget blir enkelt

4.6 Brannalarmanlegg og kamerasystem

Det skal være heldekkende brannvarslingssystem i Garnes RA. Anlegget klassifiseres til å ligge i risikoklasse 2 og brannklasse 3 til 4.

Brannvarslingssystemet skal varsle lokalt brannvesen direkte i tillegg til lokalt tilstedeværende personell med lyd- og lysalarmer og vaktsentral via styresystem og eventuelt SMS. Brannsentralen overvåker alle detektorer, manuelle brannmeldere og lyd/lys-alarmer (sirener), slik at eventuelle feil oppdages og kan rettes. Brannmannspanel settes opp i hovedangrepspunkt for brannvesen sammen med nøkkelboks på yttervegg.

Kamerasystem installeres hvis det er nødvendig å følge med enkelte deler av prosessen fra sentralt operatørrrom eller fra vaktsentral. Kamerasystem baserer seg i tilfelle på PoE teknologi (Power over Ethernet), kablet med Cat 6A S/FTP kabler i stjernenett til et sentralt kamerasystem på pc.

4.7 Jording og lynvern

Jordingsstrukturen bygges opp i en mest mulig rendyrket trestruktur, og jordingssystemet skal være i henhold til FEL/NEK 400 og «Forskrift om maskiner». Koblinger for jordingсанlegg skal være tilgjengelige for kontroll og ha mulighet for utvidelse. Jordingsanlegget skal dimensjoneres i henhold til berøringsspenninger og fordelingssystem.

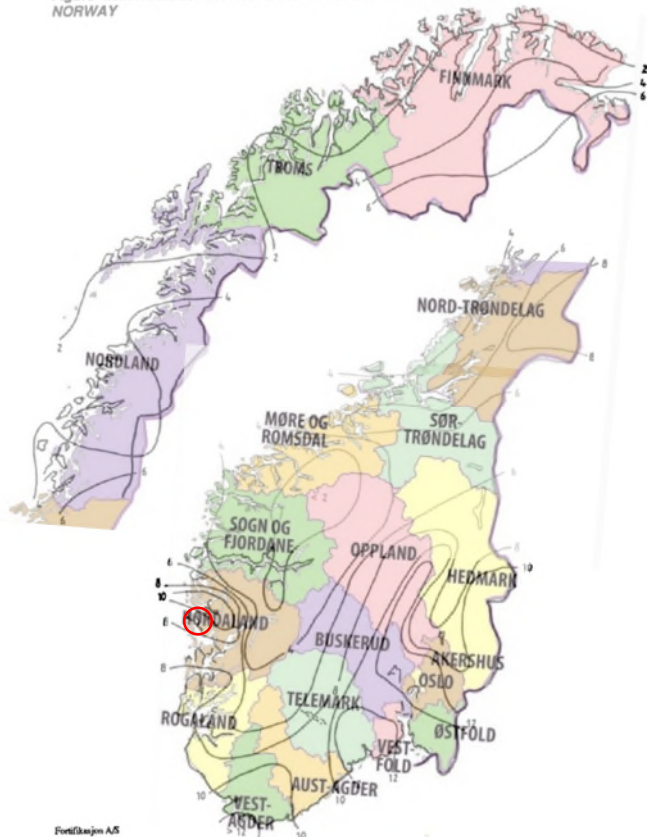
Det etableres fundamentjord og jordspyd rundt bygningen. Fundamentjord og armeringsjord knyttes opp mot hovedjordskinne i hovedtavlerom. Jordspyd skal være mulig å frakoble for å kunne måle overgangsmotstanden til jord separat. Det må etableres jordingpunkter på tanker, rør, sentrifuger, pumper, etc. samt øvrige maskiner og lignende. Utjevningsforbindelser for alle utsatte ledende deler skal ivaretas.

Det vil være større eller mindre mengder av gassen hydrogensulfid (H_2S) i et renseanlegg. Svovel i denne gassen reagerer med rent kobber (Cu), og danner et svart belegg av kobbersulfid (Cu_2S). Dette svarte kobbersulfid-belegget gir dårligere kontakt i kontaktflatene i elektroanlegget med påfølgende varmgang. Ved tilførsel av fuktighet er det også korroderende. For å unngå problem med reaksjon mellom svovel og kobber, benyttes det derfor fortinnede kobber-deler for jordskinner, endehylser, kabelsko osv. Aluminium benyttes uten fortinning, da det ikke reagerer med svovel slik som kobber.

Lyn kan ødelegge eiendom og føre til overspenning i bygninger og utstyr. Beskyttelse mot lyn er viktig ikke bare i beskyttelse av bygninger og elektroniske enheter, men også i beskyttelse mot store kostnader ved å reparere eller erstatte skader. Lynvern er et system som leder elektrisk strøm vekk fra bygninger og installasjoner når de blir truffet av lynet, slik at man unngår skader på bygning og elektrisk utstyr. Lynvern deles inn i klassene 1 til 4 avhengig av behov for graden av beskyttelse, med klasse 4 som minst behov for beskyttelse.

Kartet i Figur 4.2 viser at Garnes RA er i et område der det i snitt er 8 lynværsdager i året, og dette medfører normalt anbefalt behov for lynvern i min. klasse 4 for bygg av en størrelse som Garnes RA. Det er imidlertid ikke noe krav om lynvern siden det ikke er noe Ex-områder, og det er derfor opp til byggherre å bestemme om det skal installeres lynvern eller ikke.

Figure 4.3.2 NUMBER OF THUNDERSTORM DAYS PER YEAR, MAP FOR NORWAY



Figur 4.2 - Antall lynværsdager i snitt pr. år i Norge

4.8 Varme og ventilasjon

Varme og ventilasjon er beskrevet i kapittel 6.1.2.

Det kan benyttes elektriske varmeovner eller varmekabler i mindre rom eller på rør som frostsikring ved behov.

4.9 Ladestasjon for elbil

Det legges opp til en parkeringsplass med ladestasjoner for elbil på Garnes RA. Ladestasjonen plasseres på vegg eller på stolpe, og er av type 2 AC hjemmelader med mulighet for lading opp til 22 kW. Ladestasjonen utstyres med lås eller brikke, slik at uautorisert lading ikke kan utføres.

5 Automatisering

5.1 Generelt

Det skal etableres styring og overvåking for alle anleggsdeler som inngår i Garnes RA.

Styringssystemet skal i utgangspunktet implementeres på samme PLS-plattform (PLS, Programmerbar logisk styring) som resten av etablerte fjernkontrollsystemer for VA i kommunen, og dette integreres videre i eksisterende driftskontrollanlegg (SCADA systemet, Supervisory Control And Data Acquisition eller DCS, Distributed Control System).

DCS / SCADA systemet er HMI (Human-Machine Interface) plattformen som er operatørgrensesnitt for styring og overvåking.

Det er ikke noe fibernettsverk ved eksisterende renseanlegg. For å få et sikrere og raskere nettverk for kommunikasjon med eksisterende DCS / SCADA-system, legges det opp til å etablere fibernettsverk til Garnes RA fra nærmeste fiberforbindelse til kommunen.

5.2 Kontrollrom og trådløst nettverk

Det etableres kontrollrom i Garnes RA med operatørstasjoner mot driftskontrollsystemet. De fleste prosessene i renseanlegget er automatisert i styresystemet, som gjør at det ikke er behov for konstant overvåking av renseanlegget. Det gis alarm hvis prosessene stopper opp eller er utenfor alarmgrensene som er fastsatt. Ved behov kan man da styre disse prosessene fra operatørstasjonene ved:

- Endre settpunkt på regulatorer
- Endre parametere for de automatiserte prosessene
- Endre alarmnivåer eller overbroe alarmer
- Starte og stoppe prosesser (sekvenser eller gruppestarter) og objekter (pumper, ventiler etc.) i «Auto» eller «Manuell»

Det etableres trådløst nettverk i hele renseanlegget, som muliggjør bruk av nettbrett og bærbar PC med oppkobling mot driftskontrollanlegget for arbeid ute i anlegget.

5.3 Frekvensomformere og kommunikasjon

Frekvensomformere benyttes til hastighetsregulering av pumper, transportbånd, vifter etc.

Frekvensomformerne styres fra styresystemet via I/O eller forskjellige kommunikasjonsprotokoller. Fordelen med bus-kommunikasjon direkte til utstyret framfor styring via I/O er følgende:

- Trenger ikke I/O for styring og overvåking
 - Kun en bus-kabel til utstyret og kommunikasjonskort i PLS
 - Samme kommunikasjonskort for flere utstyr
- Får mye mer informasjon fra utstyret tilgjengelig for operatørene i driftskontrollanlegget
 - Kun få signal tilgjengelig fra utstyret via I/O
- Kan hente inn nye signal og informasjon fra utstyret uten å kable om

For å få informasjon om lastforbruk (strøm), hastighet, effektforbruk osv. fra frekvensomformerne, benyttes det på Garnes RA kommunikasjonsbus til frekvensomformerne.

Fortrinnsvis benyttes en Ethernet-basert kommunikasjonsbus som:

- Modbus TCP / IP
- Ethernet IP

Kommunikasjonsbus kan også benyttes mot andre type utstyr som Auma ventiler osv. og styreskap som har styring med PLS for forskjellige delprosesser. For utstyr og styreskap som har mulighet for det, legges det opp til å benytte samme kommunikasjonsbus som for frekvensomformere.

5.4 Kabling og kabeltype

Kabler med isolasjon av polyetylen (PEX) er halogenfrie og kan belastes mer og har bedre egenskapet med hensyn til brann i forhold til vanlige PVC kabler (brenner saktere og utvikler ikke så mye røyk). Halogenfrie kabler inneholder heller ikke klor, som ved brann danner saltsyre (HCl) når røyk kommer i kontakt med vann. Det er tenkt å benytte kabler med PEX isolasjon og halogenfrie kabler for både kraftforsyning og styring på Garnes RA.

PLS og I/O er i utgangspunktet tenkt plassert ved siden av hovedtavlerom, hvor det kables ut til signal for utstyr. Det benyttes multikabler ut til samleskap for signalkabler, slik at ikke mange signal samles på færre kabler. Remote I/O-node(r) kan eventuelt også benyttes hvis det er lagt til PLS eller hvis er mest hensiktsmessig mht. antall kabler.

5.5 Adgangskontrollanlegg og innbruddsalarm

Det etableres et adgangskontrollanlegg og eventuelt innbruddsalarm hvis ønskelig.

Adgangskontrollanlegg er et automatisert låsesystem, der man benytter låsekasse med elektrisk sluttstykke og magnetkontakt på ytterdører istedenfor nøkler. Det benyttes kortleser for å åpne dører som er låst, og adgangskontrollsystemet gir informasjon (alarm) til brukeren hvis det er dører eller porter som er åpne og / eller ikke låst. Systemet må være operativt ved eventuelt bortfall av normalforsyningen, og har derfor UPS med batterier. Adgangskontrollanlegget gir mulighet for å styre åpne- og lukketider, og gi forskjellig brukertilgang til personer som har kort til adgangskontrollanlegget. Normalt er det adgangskontrollanlegget kun brukt på ytterdører, men det kan også være brukt på dører innvendig hvis ønskelig. Eventuelle porter kan også inngå i et adgangskontrollanlegg.

For å komme seg ut av ytterdør i lukketiden, benyttes en åpneknapp (pulsbryter) som gir signal til adgangskontrollanlegget til å slippe det elektriske sluttstykket slik at døren kan åpnes. Åpneknappen er imidlertid ikke godkjent ved rømning, da åpneknappen kan fuske. Det er da krav til grønn KAC-bryter (nødpånerknapp), som fysisk bryter strømmen til det elektriske sluttstykket.

Innbruddsalarm kan også integreres i adgangskontrollanlegget. Adgangskontrollanlegget tilknyttes utstyr som detekterer innbrudd utenfor en definert åpnetid for adgangskontrollanlegget. Dette er utstyr som:

- Bevegelsesdetektor(er) med og uten kamera
- Magnetkontakter i dør(er), vindu(er) og port(er)
- Elektrisk sluttstykke i låser for dør(er)

6 VVS og luktreduksjon

VVS-anlegget er designet for å betjene prosessanlegget, ved å sikre vann til utstyr og prosess samt sørge for riktig arbeidsmiljø for arbeidstakere. Anlegget bygges med materialer som består godt i et korrosivt miljø som et avløpsrenseanlegg, og dermed holder vedlikeholdskostnadene nede.

6.1 Personaldel

6.1.1 Sanitær

Varmt og kaldt vann samt avløp føres til toaletter, garderober, vaskerom, håndvasker og kjøkken. I tillegg monteres brannslange og håndslukkere.

6.1.2 Varme

Bygget varmes opp ved hjelp av ventilasjonsluften og gulvvarme. Ved større glassflater og i personal-/spiserom legges det opp til konvektorer felt ned i gulv for tilstrekkelig komfortvarme. Se kapittel 0 for beskrivelse av varmeproduksjonen på anlegget.

6.1.3 Ventilasjon

Det legges opp til ordinær ventilasjon etter TEK 17 og et temperaturnivå på 21 °C. Utover det dimensjoneres anlegget med en ventilasjonsrate på 10 m³/hm² for garderober, 5 m³/hm² for bøttekott og gangarealer, samt 15 m³/hm² for større oppholdsrom. Et ventilasjonsaggregat på om lag 2600 m³/h installeres derfor for å oppnå et best mulig inneklima i personaldelen.

Det etableres behovsstyring (VAV) for kontor, personalrom og garderober for et energigunstig anlegg. Det etableres konstant avtrekk i garderobeskap på uren side.

Kontrollrom og laboratorium i prosessdelen ventileres via ventilasjonsaggregatet for personaldelen. Dette sikrer riktig klimatisering av luften.

Det benyttes et standard ventilasjonsaggregat med roterende gjenvinner. Anlegget inneholder egen automatikk, men kan knyttes til øvrig automatikkanlegg for full integrering.

6.2 Prosessanlegg

6.2.1 Sanitær

Det legges opp til spyleslanger for rengjøring av prosessområder, samt brannslanger og utslagsvask/håndvask. Nøddusj med øyeskyller etableres ved kjemikaliehåndtering, samt egen øyeskyller i laboratoriet.

Det skal i tillegg leveres brutt vannforsyning for prosessvann. Dette plasseres i ventilasjonsrom/VVS-rom, mens selve vanninntaket plasseres i verkstedet da det er mest hensiktsmessig å ta inn vannet her.

Brutt vannforsyning leverer vann til alt prosessutstyr. Slangetromler og annet sanitærutstyr sikres med ekstra tilbakeslagssikring kategori 4. Prosessanlegget tilfredsstiller kategori 5.

6.2.2 Varme

Det etableres aerotempere i kombinasjon med vannbåren gulvvarme for oppvarming av prosessområdene. Varmeproduksjonen i anlegget består av elektrokjel og varmepumpe basert på varme fra rensed avløpsvann. Varmepumpen dimensjoneres for 60-70 % av effektbehovet i anlegget. Det antas et effektbehov til ventilasjon og oppvarming på 180 kW. Dette betyr at varmepumpen må avgi 105-115 kW. Å dimensjonere en varmepumpe som dekker hele effekten vil skape problemer med driften, men samtidig vil denne kunne dekke 95 % av energibehovet. Dette betyr at det må hentes 75- 80 kW fra avløpsvannet. Anlegget dimensjoneres med utgangspunkt i minimumstilrenningen til anlegget. Denne er 0 i perioder, men timesverdien ligger på 16,5 l/s. Dette gir oss et teoretisk tilgjengelig effektilskudd på 90 kW. Dette er tilstrekkelig for å kunne anbefale en varmepumpe. Det kreves imidlertid en varmeveksler som plasseres ved utløpet og pumper fra utløpskassa og slipper vannet tilbake til utløpskassa. Det benyttes en varmeveksler som kontinuerlig vaskes mekanisk for optimal varmeoverføring i veksler.

6.2.3 Ventilasjon

Det etableres et eget ventilasjonsaggregat for prosessanlegget, som plasseres i VVS-rommet. Dette aggregatet skal dekke luft- og kjølebehov til prosessutstyr, som blåsemaskiner og kompressorer, samt sørge for et akseptabelt klima inne i prosessområdene. En ventilasjonsrate på 15 m³/hm² legges derfor til grunn.

Spesielt i blåsemaskinrommet må det tas høyde for en stor varmeutvikling, og det legges opp til rister i yttervegg for direkte kjøling av rommet i tillegg til tilført behandlet luft. Tilluft til blåsemaskinrommet planlegges som overstrømning fra prosesshallen, via rist med spjeldstyring og omluft til hall. Dette krever at rommet til enhver tid står i undertrykk i forhold til omgivelsene.

Ventilasjonsaggregatet dimensjoneres for et totalt luftmengdebehov på om lag 18 000 m³/h, med en innblåsningstemperatur mellom 12 og 15 °C i prosessområder, samt ettervarme til verksted.

Kanalføringer for tilluft og avtrekk legges i fagverket i prosesshallen med generelt avtrekk ved gulv i prosesshall samt tilluft ved tak. Det benyttes lavimpulsinnblåsning som prinsipp, som er benyttet i avløpsrenseanlegg. Prosessinstallasjonene er lukket noe som reduserer mengden punktavsugsmengden for anlegget. Kanalføringen for punktavsug føres langs vegg, men under kranbane.

Ventilasjon og kjøling av reservekraftaggregat dekkes via rister i fasade og avkast via vifte i vegg.

6.2.4 Punktavsug

Alle enheter med avløpsvann, slam eller kjemikaliebehandling er lukket og utstyrt med punktavsug for å hindre luktspredning og forurensning i anlegget. Størsteparten av punktavsugene skal derfor føres gjennom et luktreduksjonsanlegg, som beskrives under kapittel 6.2.5, før den totale avtrekksluften fra prosessanlegget føres tilbake gjennom ventilasjonsaggregatet for gjenvinning av varme. Totalt punktavsug er beregnet til ca. 8 000 m³/h som føres til luktreduksjonsanlegget.

Punktavsugget fra MBBR må sikres med skumfeller som holder skum og dråper tilbake i reaktor. Det kan være hensiktsmessig å benytte PVC kanaler med limeskjøt frem til luktreduksjonsanlegget fra MBBR.

Egne avtrekksvifter for avtrekksskap i laboratorium skal inkluderes.

6.2.5 Luktreduksjon

Det legges opp til et luktreduksjonsanlegg basert på fotooksidasjon og aktivt kull. Punktavsug fra prosessutstyr, totalt om lag 7 600 m³/h, føres gjennom dette anlegget før det slippes ut i det fri.

Det antas at luktreduksjonsanlegget legges ut som en egen totalentreprise med funksjons- og resultatgaranti jamfør Veileder for luktutslipp (TA-3019). En egen spredningsanalyse for lukt skal utarbeides for å sannsynliggjøre at lukt fra anlegget generelt er under akseptabelt nivå for bebyggelsen i nabolaget. Det bør vurderes om man kan benytte felles anlegg med pumpestasjonen og felles utslipp. Dette gir også lavere driftskostnader siden man kun vil ha ett luktreduksjonsanlegg å vedlikeholde.

7 Utomhus VA

Dette gjelder lokale VA-ledninger i området ved eksisterende renseanlegg samt utløpsledninger fra nytt renseanlegg. Eksisterende ledninger ligger i veien Garnestangen på nordsiden av eksisterende renseanlegg. Jf. Utomhusplan VA Figur 7.1.

7.1 Inntaksledninger Garnestangen

Spillvannsledning

Eksisterende Ø200 mm selvfallsledning nordvest for eksisterende renseanlegg avskjæres og føres i felles grøft med vannledning og kabler langs vestsiden av eksisterende renseanlegg frem til det nye renseanlegget. Videre internt i renseanlegget føres avløpet i felles ledning sammen med sanitæravløpet fra den nye personaldelen frem til innløpspumpe-stasjonen.

Vannledning

Fra eksisterende Ø150 mm vannledning nordvest for eksisterende renseanlegg legges en Ø150 mm vannledning til vanninntak i det nye renseanlegget. Det legges avstikk brannvannsuttag i kum på østsiden av det nye renseanlegget.

7.2 Utslipps- og overløpsledninger

Utslippsledning

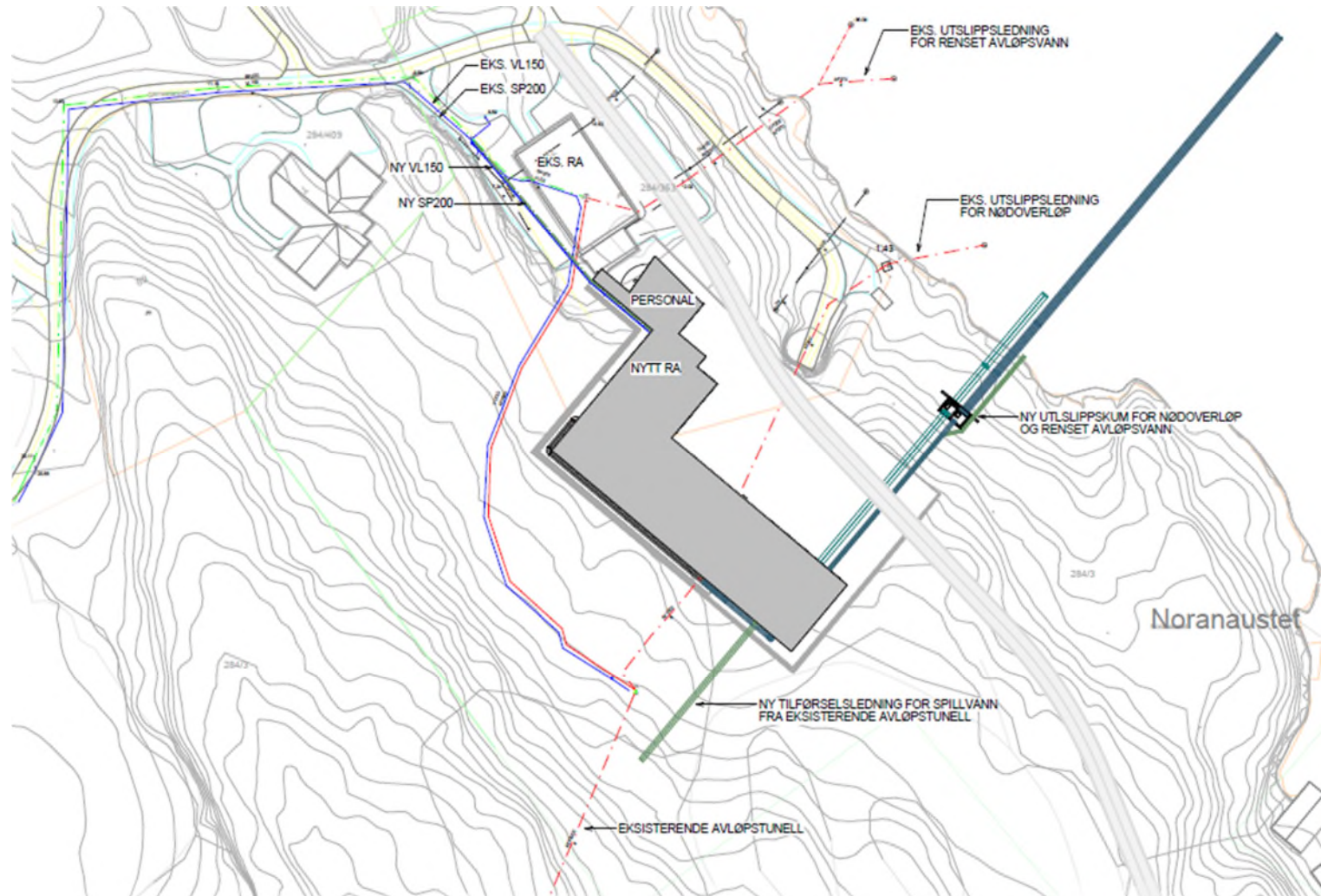
Fra renseanlegget legges det en DN 700 mm rørledning via utløpstunnelen til en kum ved sjøkanten hvor ledningen fordeles til 2 stk. utslippsledninger (DN 1000 PE) som føres videre til utslipp på ca. kt. – 50 i Sørfjorden. Utslippsledningene forutsettes avsluttet med diffusor. Utslippsledninger og diffusor belastes med betonglodd. Belastningen må tilpasses rørenes oppdrift, strømforhold og rørenes luftfyllingsgrad. Diffusor på utslippsledningene distanseres et stykke fra bunnen. Eksakt plassering av utslippsledningene vil måtte vurderes nærmere i en senere planfase.

Overløpsledning

Fra pumpe-stasjonen legges en nødoverløpsledning (DN1500) som føres ut via utløpstunnelen til en utslippskum ved sjøkanten og videre til ca. kt. -5,0 i Sørfjorden. Ledningen beskyttes mot inntrenging av sjøvann ved høyt havnivå med en flomluke (tilbakeslagssikring) plassert i utslippskummen. Ledningen i sjøen loddbelastes som sikring mot oppdrift.

7.3 Eksisterende VA-ledninger som utgår

Eksisterende VA-ledninger som utgår er ledninger til eksisterende renseanlegg, samt eksisterende utløps- og nødoverløpsledning. Jf. Utomhusplan VA.



Figur 7.1: Utomhusplan VA.

8 Vei

8.1 Anleggsvei/midlertidig adkomst

Det vil ikke være behov for midlertidig adkomst til tomte for nytt renseanlegg da ny adkomst forutsettes etablert før byggeperioden tar til. Dersom det skulle bli et behov for noen mindre, forberedende arbeider f.eks. ny trafostasjon, så må eksisterende adkomstvei via Garnestangen benyttes.

8.2 Permanent adkomstvei/avkjørsel fra riksvei

Det vil bli etablert ny adkomstvei fra Garnesvegen sør for anlegget og frem til plassen foran det nye anlegget. Vegbredde på 4,5 meter inkl. skulder, veien asfaltertes og planlegges med to møteplasser. Veien blir ca. 450 meter lang, og dimensjonerende kjøretøy er lastebil. Eksisterende del av Garnesvegen kan opprustes. Veien etableres på lett til middels terreng og det antas tilnærmet massebalanse.

I planene som foreligger er det en spiss tilknytning i kryss Garnesvegen ved jernbanen som er uheldig. Siktforhold/krav er ikke tilfredsstillt.



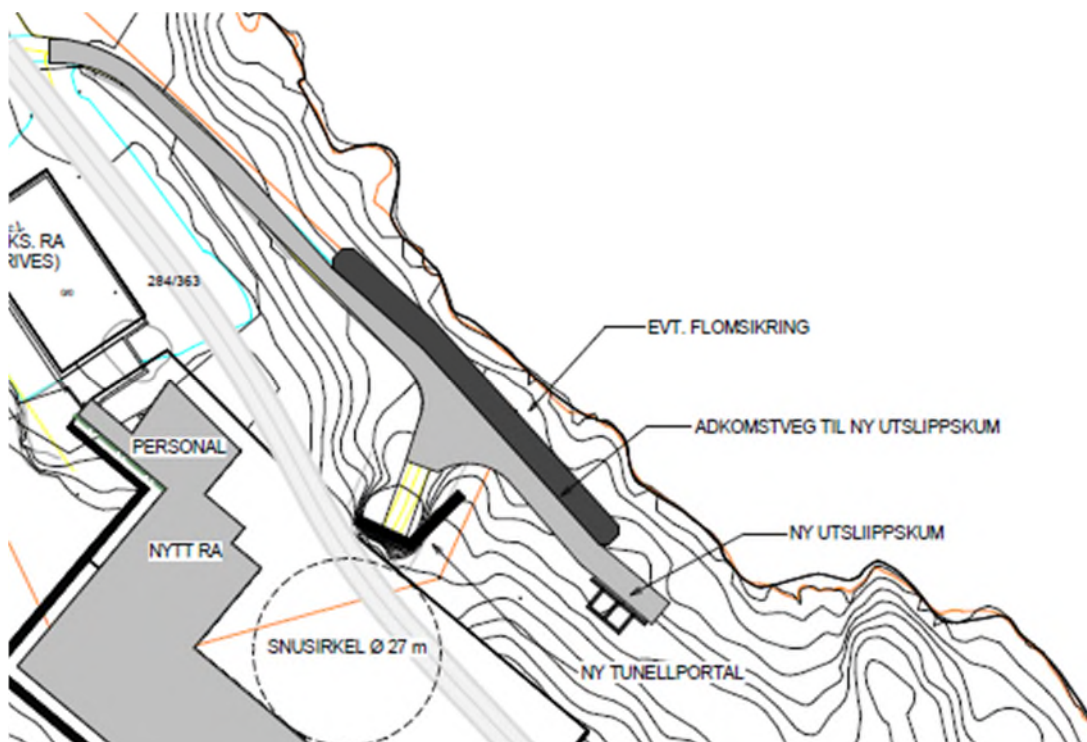
8.3 Permanent vei ved sjø

I vei ved sjø er det vurdert to alternativer.

Alternativ 1: Adkomstveg fra eksisterende tunellportal med snuhammer, samt asfaltering av tunell ned til ny pumpestasjon. Lengde på ny adkomstvei er om lag 40 m og lengde på asfaltering i ny tunell til og forbi ny pumpestasjon er om lag 110 m. Tiltakene i dette alternativet er lagt inn i hovedkalkylen.

Alternativ 2: I dette alternativet skal det i tillegg til tiltakene i alternativ 1 utføres følgende: Justering og oppgradering av eksisterende adkomstveg fra eksisterende renseanlegg til tunellportal. Senking av veg og snuhammer samt etablering av fangdam for å hindre at høyvann (sjø) renner inn i anlegget. Asfaltering av eksisterende overløpstunell. Adkomstvei ca. 80 m, fangdam med betongkjerne og fylling med plastring på sjøsida ca. 55 m og asfaltering av eksisterende overløpstunell. Disse tilleggene er estimert til en

entreprensekost + uspesifisert + rigg og drift på NOK 2 300 000,- eks. mva. Dette er ikke tatt med i hovedkalkylen.



8.4 Trafikkarealer

Foran prosessbygget skal det være en asfaltert plass med tilstrekkelig areal til å romme snusirkel med radius 13,5 m. Arealet mot personaldelen opparbeides som parkeringsplass.

Oppbygning med dekke, bærelag og forsterkningslag i henhold til Statens Vegvesen Håndbok N200.

Mot nord-øst forbi portalen til eksisterende omløpstunnel skal det etableres støttemur med varierende høyde. Muren vil på det høyeste være ca. 2,5 m høy. Oppå støttemur skal det være brekkverk med styrkeklasse H2.

Trafikkarealet avgrenses mot terreng med granittkantstein.

Det nye trafikkarealet forbindes med eksisterende trafikkareal med en kort veistump med samme oppbygning som nytt trafikkareal.

Eksisterende trafikkareal forutsettes beholdt, men det er **ikke** lagt inn nødvendige anleggsarbeider for å etablere trafikkarealer der hvor dagens renseanlegg står.

9 Anleggsgjennomføring og drift av eksisterende renseanlegg under bygging

9.1 Provisoriske installasjoner

Det er lagt opp til et minimum av provisoriske installasjoner i anleggsperioden for å holde eksisterende pumpestasjon og renseanlegg i drift. Dette ble mulig ved at man har lagt bygging av en ny pumpestasjon ved siden av den gamle til grunn for videre planlegging.

Det eneste provisoriet som er identifisert er en midlertidig «fangdam» ved etablering av ny endevegg med vanntett «bombedør» ved ny påkobling i eksisterende tilløpstunnel.

Det kan vise seg nødvendig med noen provisorier knyttet til omlegging av el. kraft-tilførselen men så langt har ikke BKK signalisert noe slikt behov. Bare normalt anleggstilskudd er lagt til grunn i kostnadene.

Vanntilførselen til det nye anlegget må kobles til eksisterende vannledning, men heller ikke her er det behov for provisorier.

9.2 Fremdrift

Eksisterende anlegg må ha tilkomst og kunne driftes mens nytt anlegg bygges. Dette medfører en del begrensinger i anleggsgjennomføringen og forlenger utførelsesfasen med tilhørende kostnader.

Følgende rekkefølge ansees som hensiktsmessig og legges til grunn i KVVU-en:

1. Forberedelsesfase
 - a. *Etablering av tilkomst til tomten fra eksisterende renseanlegg*
 - b. *Bygging ny adkomstvei fra Garnesvegen*
 - c. *Ny vannkum ved eksisterende renseanlegg. Systemet tilrettelegges for enkel omkobling,*
 - d. *Ny bakkeplassert trafokiosk på oversiden av eksist. renseanlegg (tilkobles eksist. trafo)*
2. Byggeperiode - Fjellarbeider
 - a. *Løsmasser fjernes på hele tomten slik at fjellet avdekkes*
 - b. *Tomten sprenges ut til planum*
 - c. *Kjeller sprenges ut*
 - d. *Adkomsttunnel for ny pumpestasjon sprenges ut*
 - e. *Pumpestasjon sprenges ut*
 - f. *Byggegrøp for utslippskum sprenges ut*
 - g. *Tunnel for utslippsledninger sprenges eller sages ut (adkomsttunnel – utslippskum)*
3. Byggeperiode - Hovedperiode
 - a. *Betongarbeider kjeller*
 - b. *Betongarbeider forbehandling/ utlasting/ teknisk sidebygg*
 - c. *Kabelgrøft (høyspent, lavspent, fiber) og grøft for vannledning frem til nytt teknisk sidebygg*
 - d. *Montasje prefabrikkerte betongelementer*
 - e. *Installere prosess (større tanker heises på plass før taket lukkes)*

GARNES RA - HOVEDFREMDRIFTSPLAN

Fase	kvartal	2020			2021				2022				2023				2024				2025				2026			
		Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
1. Reguleringsplan																												
1A. Prosess best case		[Light Orange Bar]																										
1B. Prosess worst case		[Red Bar]																										
2. Kontraheringsfase																												
1A. Prosess			Planlegging	Regulering	Estimering																							
1B. Prosjekterende																												
1C. Entreprenør fjell inkl grunn																												
1D. Entreprenør bygg																												
1E. Entreprenør elektro																												
1F. Entreprenør VVS																												
3. Prosjekteringsfase																												
2A. Prosjektering prosess/ aut.																												
2B. Prosjektering bygg og fjell																												
2C. Prosjektering elektro																												
2D. Prosjektering VVS																												
4. Forberedelsesfase																												
3A. Tilkost og ny adkomstvei																												
3B. Tilkobling vann og ei																												
5. Byggefase - Fjellarbeider																												
4A. Løsmasser og utsprenngning tomt																												
4B. Adkomsttunnel og pst																												
4C. Utslipsarrangement																												
6. Byggefase - Hovedperiode																												
5A. Betongarbeider pst, kjeller og 1.etg.																												
5B. Montasje overbygg																												
5C. Montasje prosess																												
5D. Personalbygg																												
5E. Installere VVS																												
5F. Installere elektro																												
5G. Utslipsledninger																												
5H. Trafikkarealer og grøntområder																												
7. Igangkjøring- og omkoblingsfase																												
6A. Omkobling og igangkjøring																												
6B. Rive eksist. og arrondere																												
6C. Prøvedriftsperiode																												

- Planlegging, prosjektering, kontrahering
- Bygging, riving og igangkjøring
- Reguleringsplanprosess, best case
- Reguleringsplanprosess, worst case