

---

# RAPPORT

---

OPPDRAKSGIVER

FREVAR KF

EMNE

**Nytt renseanlegg for Fredrikstad**

**Forprosjekt rapport**

DATO / REVISJON: 05. oktober 2020 / 02

DOKUMENTKODE: 10216768-TVF-RAP-002

---



Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

**RAPPORT**

|               |  |                 |   |
|---------------|--|-----------------|---|
| OPPDRAG       | <b>Konsulenttenester forprosjekt nytt avløpsrensseanlegg, FREVAR</b> | DOKUMENTKODE    | 10216768-TVF-RAP-002  |
| EMNE          | <b>Forprosjekt rapport. Anlegg for Fredrikstad og Hvaler</b>         | TILGJENGELIGHET | Åpen  |
| OPPDRAGSGIVER | <b>FREVAR KF</b>   | OPPDRAGSLEDER   | Ottar Gundersen   |
| KONTAKTPERSON | Torbjørn Bakke Henriksen.  | UTARBEIDET AV   | Arne Mathias Narud<br>Ottar Gundersen<br>Kristian E Henriksen<br>Nils Konrad Andreassen<br>Disiplinledere |
| KOPI          |  | ANSVARLIG ENHET | Multiconsult Norge AS   |

**SAMMENDRAG**

Hensikt med forprosjekt rapport er å redegjøre for overordnet rammeverk, tekniske løsninger, kostnadsestimat, tidsplan og risikoreduserende tiltak som anbefales lagt til grunn for investeringsbeslutning og videreføring av resterende prosjektarbeider. Målgruppe for forprosjekt rapport er prosjekteierne (betaler/finansierende, utførende/byggherre og drift).

I kapittel 2 presenteres prosjektets overordnede behov, mål, krav, dimensjoneringsgrunnlag og hovedgrep mhp. prosess og anlegg. Det er valgt prosess (MBBR og THP). Anlegget er plassert på tomte med forslag til bygningsinndeling og hovedlayout. Videre er det anbefalt tiltak for å redusere setningsproblematikk (vertikaldren) på deler av tomte som vannbehandlingsanlegget er plassert på.

I kapittel 3 beskrives teknisk innhold i prosjektet. Dels er dette detaljering av beskrivelsene i kap. 2, dels er det underlag for kalkyle og gjennomføringsplan i kap. 4.

I kapittel 4 presenteres tidsplan og kostnadsestimat basert på antatt entreprisestrategi. Tidsplan er usikker, men vurderes tidskritisk i forhold til frist m/dagmulkt 01.07.25. Investeringskostnad er kalkulert til 1.373 mill. kr (P50).

I kapittel 5 presenteres anbefalte prioriterte tiltak neste fase, herunder tiltak for å redusere tidsplan risiko og tekniske problemstillinger som bør avklares eller som kan optimaliseres.

|      |          |                      |               |                |             |
|------|----------|----------------------|---------------|----------------|-------------|
|      |          |                      |               |                |             |
|      |          |                      |               |                |             |
|      |          |                      |               |                |             |
| 02   | 05.10.20 | Revidert forprosjekt | OTG m/flere   | NKA m/flere    | OTG         |
| 01   | 18.09.20 | Forprosjekt          | AMN m/flere   | NKA m/flere    | OTG         |
| REV. | DATO     | BESKRIVELSE          | UTARBEIDET AV | KONTROLLERT AV | GODKJENT AV |

## INNHOLDSFORTEGNELSE

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 1.1      | Formål.....                                | 5         |
| 1.2      | Begreper og forkortelser.....              | 5         |
| 1.3      | Referanser .....                           | 6         |
| <b>2</b> | <b>Prosjektet .....</b>                    | <b>7</b>  |
| 2.1      | Utløsende behov.....                       | 7         |
| 2.2      | Overordnede renskrav .....                 | 7         |
| 2.3      | Belastningsgrunnlag.....                   | 7         |
| 2.4      | Prosessvalg .....                          | 8         |
| 2.5      | Anlegget.....                              | 11        |
| 2.6      | Setningstiltak .....                       | 13        |
| 2.7      | Innløp og utløp.....                       | 14        |
| <b>3</b> | <b>Teknisk innhold .....</b>               | <b>15</b> |
| 3.1      | Prosess/maskin .....                       | 15        |
| 3.2      | Geoteknikk.....                            | 19        |
| 3.3      | Byggeteknikk og arkitektur .....           | 20        |
| 3.4      | VVS.....                                   | 21        |
| 3.5      | Elektro/Automasjon.....                    | 22        |
| 3.6      | Vann og Avløp.....                         | 22        |
| 3.7      | Vei og landskap.....                       | 23        |
| 3.8      | Spesialfag.....                            | 24        |
| <b>4</b> | <b>Gjennomføring og økonomi .....</b>      | <b>26</b> |
| 4.1      | Rammeverk.....                             | 26        |
| 4.2      | Gjennomføringsplan .....                   | 26        |
| 4.3      | Investeringskostnad.....                   | 27        |
| 4.4      | Driftskostnad .....                        | 28        |
| 4.5      | Måloppnåelse .....                         | 28        |
| <b>5</b> | <b>Anbefalinger for neste fase.....</b>    | <b>30</b> |
| 5.1      | Reduksjon av tidsplan risiko.....          | 30        |
| 5.2      | Optimalisering av forprosjekt løsning..... | 30        |

## 1.1 Formål

Hensikt med forprosjekt rapport er å redegjøre for overordnet rammeverk, tekniske løsninger, kostnadsestimat, tidsplan og risikoreduserende tiltak som anbefales lagt til grunn for investeringsbeslutning og videreføring av resterende prosjektarbeider.

Målgruppe for forprosjekt rapport er prosjekteierne (betaler/finansierende, utførende/byggherre og drift).

## 1.2 Begreper og forkortelser

| Begrep | Forklaring                      |
|--------|---------------------------------|
| Capex  | Investeringskostnad             |
| Opex   | Drifts- og vedlikeholds-kostnad |
| Totex  | Totalkostnad                    |
| LCC    | Livssyklus-kostnad              |

| Forkortelse       | Forklaring   |
|-------------------|--|
| SB                | Slambehandling   |
| TA                | Råtnetank  |
| KU                | Kulvert  |
| VB                | Vannbehandling   |
| Adm               | Nytt administrasjonsbygg med garderober og kontorer.       |
| BIO               | Bio anlegg   |
| Forbeh            | Forbehandling  |
| P50               | Beregnet verdi med 50% sannsynlighet for å holde seg under |
| P85               | Beregnet verdi med 85% sannsynlighet for å holde seg under |
| KOF <sub>CR</sub> | Kjemisk oksygenforbruk (mål på organisk materiale)         |
| BOF <sub>5</sub>  | Biologisk oksygenforbruk (mål på organisk materiale)       |
| TN                | Total nitrogen   |
| TP                | Totalfosfor  |
| SS                | Suspendert stoff   |
| MBBR              | Mowing Bed Biofilm Reactor                                 |
| THP               | Termisk Hydrolyse Prosess                                  |

### 1.3 Referanser

Forprosjekt rapporten er en oppsummering av mer detaljert forprosjekt dokumentasjon;

| Ref. | Dokument nummer       | Tittel  |
|------|-----------------------|---|
| [1]  | 10216768-TVF-NOT-001  | Design basis                                      |
| [2]  | 10216768-TVF-NOT-002  | Kostnadsestimat                                   |
| [3]  | 10216768-TVF-NOT-003  | Prosjektgjennomføring                             |
| [4]  | 10216768-SHA-RAP-001  | SHA risikovurdering                               |
| [11] | 10216768-RIG-NOT-001  | Geoteknisk orientering                            |
| [12] | 10216768-RIG-NOT-002  | Grunntype og responspekter                        |
| [13] | 10216768-RIG-NOT-003  | Geoteknisk vurdering forprosjekt                  |
| [14] | 10216768-RIVA-NOT-001 | Faglig premissnotat - VA                          |
| [15] | 10216768-LARK-NOT-001 | Faglig premissnotat - vei og landskap             |
| [16] | 10216768-RIGm-RAP-001 | Tiltaksplan miljøgeologi                          |
| [21] | 10216768-RIB-NOT-001  | Faglig premissnotat - bygningsteknikk og arkitekt |
| [22] | 10216768-RIE-NOT-001  | Faglig premissnotat - elektro/automasjon          |
| [23] | 10216768-RIV-NOT-001  | Faglig premissnotat - VVS                         |
| [31] | 10216768-PRO-NOT-002  | Faglig premissnotat - prosess/maskin              |
| [32] | 10216768-PRO-RAP-001  | Delrapport_dimensjoneringsgrunnlag                |
| [33] | 10216768-PRO-RAP-002  | Delrapport_prosjekt mål                           |
| [34] | 10216768-PRO-RAP-003  | Delrapport_anleggskonsepter og vurdering          |
| [35] | 10216768-PRO-NOT-001  | Dimensjoneringsnotat                              |

## 2 Prosjektet

### 2.1 Utløsende behov

Fylkesmannen har fattet vedtak om endret tillatelse for Øra renseanlegg, i brev av 31.10.2019. I dette er det innført krav om sekundærrensing innen 1.7.2025.

### 2.2 Overordnede rensekra

Det nye renseanlegget skal kunne rense avløpsmengden opp til designbelastningen med en renseeffektivitet tilsvarende myndighetenes rensekra. Fylkesmannen har videre informert om at det kommer krav om nitrogenfjerning når Fredrikstad kommune søker om tillatelse til det nye renseanlegget grunnet de dårlige resipientforholdene (Fylkesmannen i Oslo og Viken, 2019).

FREVAR vurderer derfor at det blir satt krav til rensing av nitrogen i den nye tillatelsen. Fylkesmannen har ikke satt et spesifikt rensekra, slik at FREVAR anbefales å gå i dialog med fylkesmannen for å fastsette hvilket krav anlegget faktisk får til rensing av nitrogen. I forurensningsforskriften (Forskrift om begrensning av forurensning, 2004) defineres nitrogenrensekraet som en årlig midlet renseeffektivitet på minimum 70 % av det som blir tilført renseanlegget. Det er også mulig at Fylkesmannen skjerper fosforrensekraet i fremtiden, muligens helt opp til 95 %.

FREVAR har for inneværende prosjekt valgt å stille strengere krav enn de nåværende for fosfor og de forventede for andre parametere, da de ønsker å møte fremtidige krav og behov, slik at anlegget som bygges må klare mer enn myndighetenes krav.

Renseanlegget er dimensjonert for følgende rensekra:

Tabell 1. Designkra fra FREVAR.

| Parameter        | Krav   |
|------------------|--|
| KOFCR            | 80 % renseeffektivitet når KOFCR overstiger 125 mg/l           |
| BOF <sub>5</sub> | 75 % renseeffektivitet når BOF <sub>5</sub> overstiger 25 mg/l |
| TN               | Årlig midlet renseeffekt skal være minst 75 %                  |
| TP               | Årlig midlet renseeffekt skal være minst 95 %                  |

### 2.3 Belastningsgrunnlag

Dimensjoneringsgrunnlag [32] dannet grunnlag for dimensjoneringsnotat [35]. Belastningen inn til renseanlegget er basert på en framskrivning av belastningen til 2050. Benyttet framskrivning baseres på tall fra SSB og prognosen med høy nasjonal vekst.

#### Hydraulisk belastning

Designgivende hydrauliske belastninger for nytt renseanlegg presenteres i tabellen nedenfor.

Tabell 2: Vannføring som middel, dimensjonerende, maks. dimensjonerende og maks. vannmengder.

|                      | Fredrikstad anlegg        |                         |
|----------------------|---------------------------|-------------------------|
| Q <sub>middel</sub>  | 45.175 m <sup>3</sup> /d  | 1.880 m <sup>3</sup> /h |
| Q <sub>dim</sub>     | 52.000 m <sup>3</sup> /d  | 2.170 m <sup>3</sup> /h |
| Q <sub>maksdim</sub> | 96.000 m <sup>3</sup> /d  | 4.000 m <sup>3</sup> /h |
| Q <sub>maks</sub>    | 158.865 m <sup>3</sup> /d | 6.600 m <sup>3</sup> /h |

Renseanleggets forbehandling dimensjoneres for maks hydraulisk belastning (Q<sub>maks</sub>), mens resterende vannbehandlingstrinn skal kunne håndtere opp til Q<sub>maksdim</sub>. Ettersom anlegget skal dimensjoneres for nitrogenfjerning, med rensekra beregnet ut fra årsmiddel, brukes den beregnede 60-persentilen som dimensjonerende belastning (Q<sub>dim</sub>), hvor returstrømmer inngår for de enkelte behandlingstrinnene.

### Stoffbelastning

Da anlegget skal dimensjoneres for nitrogenfjerning med rensekrav beregnet basert på årsmiddel brukes 60%-persentil som dimensjonerende belastning (Norsk Vann, 2020).

Tabell 3: Dimensjonerende stoffbelastninger (60%-persentil)

|                  | Fredrikstad anlegg | Enhet |
|------------------|--------------------|-------|
| BOF <sub>5</sub> | 6.200              | kg/d  |
| KOF              | 18.850             | kg/d  |
| TP               | 167                | kg/d  |
| TN               | 1.350              | kg/d  |
| SS               | 9.300              | kg/d  |

### Temperatur

Den dimensjonerende temperaturen er beregnet til 6°C som gjennomsnittlig 14-dagers minimum. Den gjennomsnittlige prosesstemperaturen er beregnet til 12°C og maks til 21°C.

## 2.4 Prosessvalg

### 2.4.1 Prosjektmål og evalueringskriterier

Ut over designkravene har FREVAR som en del av dette prosjekt definert prosjektmål [33] som omfatter både miljø-, klima-, bærekraft- og sosiale mål. Prosjektmål som ble tillagt vekt under vurdering av alternative teknologier er listet i tabell under.

Tabell 4. Prosjektmål for Nye Øra RA.

| Prosjektmål                               | Beskrivelse  |
|---|--|
| <b>Mål for miljø, kvalitet og økonomi</b> |  |
| #1.1                                      | Rense bedre enn kravene  |
| #1.2                                      | Mulighet for utvidelse til rensing for fremtidige myndighetskrav                   |
| #1.3                                      | Modenhet   |
| #1.4                                      | Optimalt TOTEX (CAPEX og OPEX: Investering og drift)                               |
| #1.5                                      | Lavt arealforbruk  |
| <b>Energi- og klimamål</b>                |  |
| #2.1                                      | Energipositiv drift  |
| #2.2                                      | 100 % selvforsynt med varme  |
| #2.3                                      | Lavt CO <sub>2</sub> -avtrykk i drift  |
| <b>Kretsløpsmål</b>                       |  |
| #3.3                                      | Utforske og utnytte industrisymbioser  |
| #3.4                                      | Selvforsynt med matevann og prosessvann på RA.                                     |
| #3.5                                      | Mulighet for etterbehandling for gjenvinning av en delstrøm som rensset avløpsvann |
| <b>Sosiale mål</b>                        |  |
| #4.2                                      | Attraktiv arbeidsplass (arbeidsmiljø)  |



### 2.4.2 Alternativvurdering

Alternativvurdering [34] ble utført iht. følgende prosedyre for utvelgelse og vurdering av prosess og anleggskonsepter:

1. De mest interessante teknologier ble utvalgt basert på en rekke teknologier fra EnviDans BAT katalog for hvert prosesstrinn.
2. Heretter ble de hver især individuelt grovvurdert opp mot prosjektmålene, hvordan de kan håndtere den innkommende belastningen og overholde de fastsatte krav.
3. Tilbakeværende teknologier settes sammen til tre anleggskonsepter
4. Et anleggskonsept skal velges fra og to går videre til mer detaljert evaluering
5. Evaluering av to prosessalternativer og karaktergivning i forhold til prosjektmål
6. Valg av endelig prosessalternativ

Basert på denne disse trinnene ble det valgt å gå videre med et anlegg bestående av forbehandling, forfiltrering, biologisk rensing (MBBR), flotasjon og skivefiltrering som vannbehandling, samt homogenisering, mekanisk foravvanning, termisk hydrolyse, mesofil utråtning og mekanisk sluttavvanning som slambehandling.

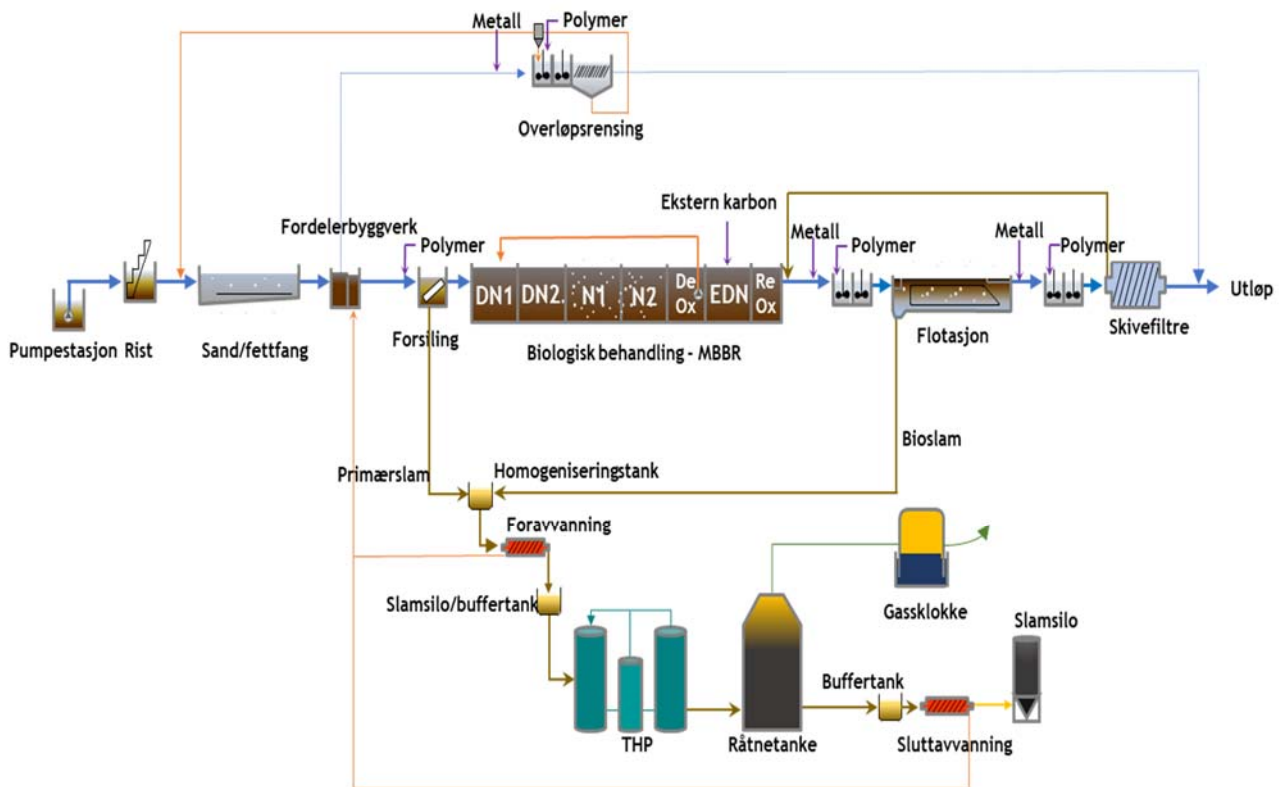
### 2.4.3 Valgt prosesskonsept

Det utvalgte anleggskonseptet består av en innløpspumpe-stasjon hvor avløpsvannet pumpes videre opp til ristebyggverket hvor de største delene i avløpsvannet siles ut. Det utsilte ristegods vaskes og presses og skrues til ristegodscontainer. Herfra renner vannet videre over i sand- og fettfanget hvor fett skummes av med skraper til en fettkum og sand pumpes til sandvasker. Vannet renner videre til en fordelingskum, hvor en delmengde av innløpet ved høy vannføring kan løpe over en overfallskant til overløpsrensingen ved høyaktivert sedimentering. Ved normale driftsforhold renner vannet fra fordelingen til forfiltreringen. Etter fordelingskammeret finnes flokkuleringskammer hvor det kan doseres polymer før forfiltrene. Fra forfiltrering tas det ut primærslam, som pumpes til homogeniseringstank og videre til slambehandling.

Etter forfiltrene renner vannet til sekundærrensing i form biologisk behandling i et MBBR-anlegg etterfulgt av flotasjon. For å sikre nitrogenfjernelsen doseres eksternt karbonkilde i MBBR-anlegget. Fra MBBR-anlegget renner vannet til flokkuleringskammer hvor det doseres fellingskjemikalier til P-felling og polymer for fnokkdannelse. Herfra renner vannet til flotasjonsbassenget hvor slammet flotteres og fjernes med mekanisk skraper og pumpes videre til homogeniseringstanken hvor det blandes med primærslammet.

Vannet renner videre fra flotasjonen til det tertiære poleringstrinnet bestående av enda et flokkuleringsstrinn hvor det kan doseres fellingskjemikalier og polymer før det renner videre til den endelige rensingen i skivefiltre. Slammet fra skivefiltre returneres til flotasjonsanlegget.

Fra homogeniseringstanken pumpes slammet videre til foravvanning, hvor det avvannes før det pumpes til en buffertank og heretter til termisk hydrolyse (THP). Etter THP fortynnes og avkjøles slammet med vann og pumpes til utråtning på mesofil råtnetank. Den produserte biogassen fra råtnetanken sendes til et gasslager og utnyttelse på det eksisterende biogass-anlegget eller direkte til dampkjele, som produserer damp til THP og eksisterende oppgraderingsanlegg. Utråtnet slam renner fra råtnetanken til buffertanken før det sluttavvannes mekanisk på en sentrifuge innen det pumpes til slamsilo. Herfra kan det avhentes av lastebiler som bringer slammet til endelig disponering på landbruksjord.



*Flytskjema og det valgte anleggskonsept med forfilter, MBBR, flotasjon og skivefilter i vannbehandling, samt termisk hydrolyse og mesofil utråtning i slambehandling.*

## 2.5 Anlegget

I forprosjektet er det gjort grundige vurderinger for best mulige plassering av renseanlegget innenfor tilgjengelig byggbart areal på tildelt tomt. Tidlig ble det klart at på grunn av anleggets størrelse måtte det splittes opp. Det var derfor naturlig å ta ut slambehandlingsdelen i et eget separat bygg.

Anlegget vil bli lokalisert øst for dagens anlegg på Øra i Fredrikstad og består av to prosessbygg. Ett for vannbehandling og ett for slambehandling. Byggene ligger på hver side av veien inn i anlegget fra Kortbølgen. Prosessbyggene er knyttet sammen med en mellomliggende kulvert under veien. I tilknytning til vannbehandlingsbygget er det en egen administrasjonsfløy med garderober i 1.etg og 2.etg samt kontorer og kontrollrom i 3.etg. Slambehandlingsbygget er forbundet med en kortere kulvert til to råtnetanker på sydsiden av bygget.

Vannbehandlingsbygget har to prosessnivå. På det øvre nivå, som tilsvarer 3.etg i adm. bygget, er man over bassengene og rennene. Fra øvre nivå driftes innløpspumper og forbehandling, overløpsrensing, forfiltre, MBBR-anlegg, flotasjon og skivefiltre. På det nedre prosessnivå, tilsvarende 1.etg, ligger containerutlasting, kjemikalierom, pumpegallerier, verksted og øvrige servicefunksjoner.

Slambebehandlingsbygget har tre nivåer. I kjelleren er det bassenger for slam og rejektivann. I 1.etg er THP anlegget plassert sammen med polymerberedere og pumper, tekniske rom og en liten fløy med kontor og toalett. I 2.etg er det sentrifuge og tavlerom.

Hovedpremisser for plassering og utforming av vannbehandlingsbygget:

Krav om at 1.etg skal ikke skal ligge under kote +2,5 moh.

- Dybde på innløpet og bunn av innløpspumpene (Arkimedes-skruer) bestemmes av hovedledning inn i anlegget.
- Krav om minste høyde på utløp fra anlegget i forhold høyeste vannstand i Glomma.
- Hydraulisk profil i selve anlegget. Dette sier noe om hvordan vannet mister høyde gjennom prosessen og er bestemmende for høyde på innløpet og toppen av Arkimedes-skrueene.

Hovedpremisser for plassering og utforming av slambehandlingsbygget:

- Krav om at 1.etg skal ikke skal ligge under kote +2,5 moh.



Plassering av nytt renseanlegg på tomt. Eksisterende anlegg til venstre



*Dronebilde av dagens anlegg og ny tomt*



*Fotomontasje av nytt anlegg på begge sider av vei. Vannbehandlingsbygget nærmest sjeten.*

## 2.6 Setningstiltak

Det skal opparbeides nytt tomteareal innenfor sjeteen. Det må fylles med masser med inntil 3m høyde. Sjøbunnen består av bløt leire. Leira er meget kompressibel, og selv en beskjeden belastning på grunnen vil medføre store setninger.

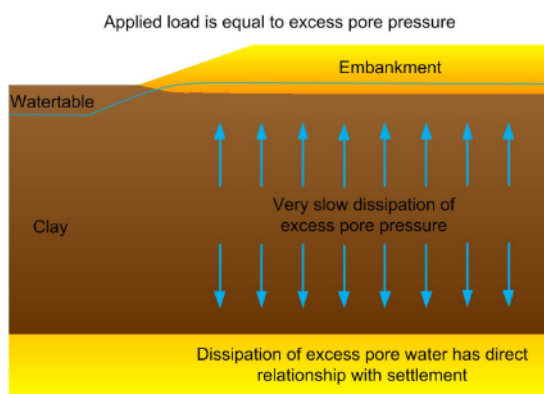
På vestre del av området er det fylt opp masser for en del år siden. I dette området må det påregnes at det er pågående setninger. Erfaringer i området viser tydelig at dette er tilfelle. Dette kan sees på overganger mellom konstruksjoner fundamentert til berg (som står i ro) og tilstøtende terreng, der setningsforskjellene blir større med årene.

Forenklet vil all belastning på leirmasser gi økt belastning i poretrykket dvs. et overtrykk i grunnen. For at det skal bli setninger må vannet i leira bli ledet bort. Enten mot overflaten gjennom det tett leirlaget, eller ned i bergsprekker. Siden leira er meget tett, vil bortledning av vann og dermed setninger i grunnen foregå over mange tiår.

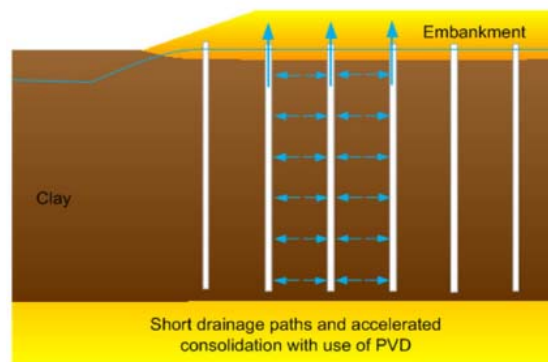
For å akselerere bortledning av vann mot overflaten må det installeres vertikaldren. Med dette vil overtrykket også ledes bort til vertikaldrenene som «fører» overtrykket til terreng (vann renner opp i permeable masser i topp dren). Ved å fylle med overhøyde vil man kunne fremskynde setningshastigheten ytterligere.

Tidsforløpet for setningene med vertikaldren er generelt betydelig raskere enn uten, og avhenger av avstand mellom drenene. Eventuell overhøyde (økt belastning på grunnen) kan fjernes avhengig av målte setninger.

Generelt blir mer enn 80 – 90 % av setningene i leirmassene ferdige 6 – 12 måneder etter oppfylling. Uansett om det installeres vertikaldren eller ikke, må det påregnes krepsetninger i området og trolig rundt 2 – 4 mm pr. år.



Overtrykket ledes bort i leirlaget.



Overtrykket ledes primært til vertikaldrene



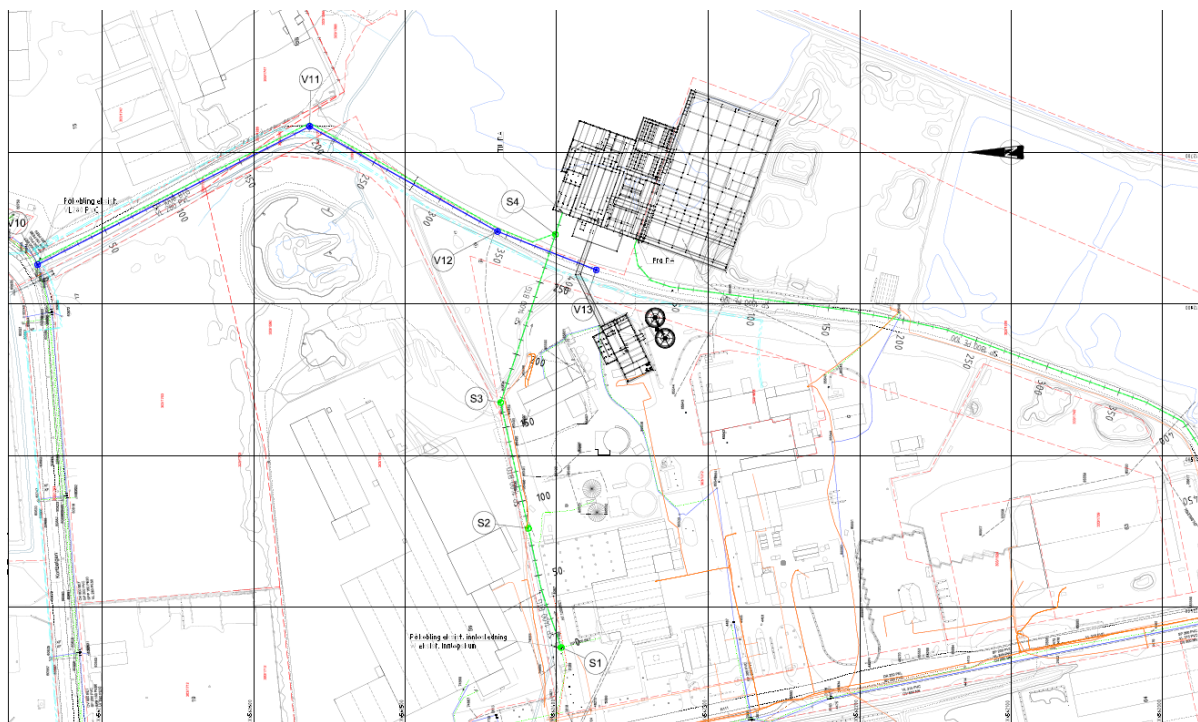
Vertikaldren bredde ca. 10 cm og tykkelse 3 – 4 mm.



Oppstikkende vertikaldren.

## 2.7 Innløp og utløp

Det nye anlegget vil motta avløp fra dagens innløpskum, samt en ny avløpsledning med vann fra Aarum/Borge som kommer fra nord via Kortbølgen. Utløpsledning er lagt sørover og langs med Gansrødkanalen før det slippes ut i dypprenna i Glomma



Lokalisering av anlegg og tegning over ledningstrasé for inn- og utløpsledning for nytt rensanlegg. Ledninger er markert med grønt for avløp og blått for vannledning. Påkobling til eksisterende spillvannsystem ved dagens innløpskum.

### 3 Teknisk innhold

I de følgende underkapitlene gis et sammendrag og kort innføring av vedlagte fagrapporter og notater som ligger til grunn for innholdet i forprosjektet

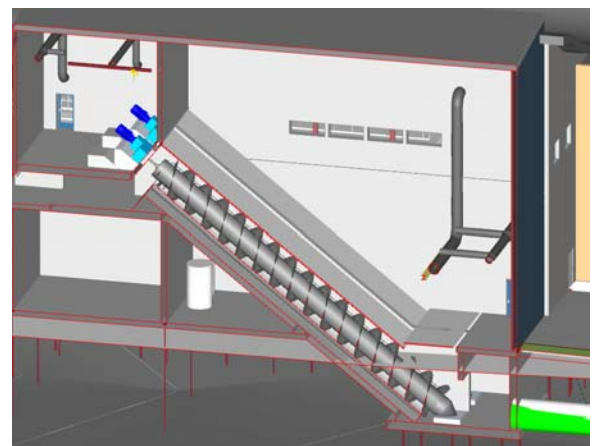
#### 3.1 Prosess/maskin

I dette kapitlet beskrives prosessen trinn for trinn fra det kommer inn i vannbehandlingsbygget i innløpskummen til det er ferdig rensert og forlater anlegget. Det forteller også hvordan slamm som tas ut i de ulike rensetrinnene blir transportert til slambehandlingsbygget og prosessen der frem til ferdig uttransport av behandlet slam.

For mer detaljert beskrivelse, se fagnotat [31].

##### 3.1.1 Innløpskum og innløpspumper

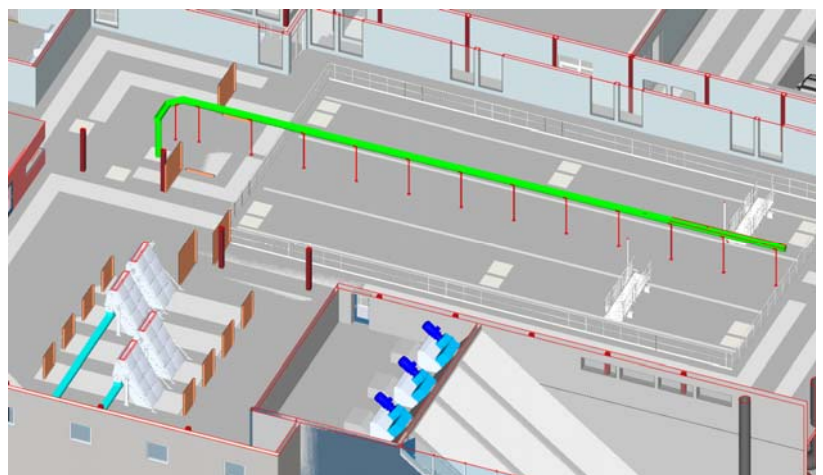
Fra innløpspumpestasjonen pumpes vannet opp fra kote -2,1 til kote 10,3 meter med skruerpumper. Derfra går det med selvfall gjennom anlegget. Hver av de 3 skruerpumper har en diameter på 2,25 meter, og kan løfte 3300 m<sup>3</sup>/h. 2 pumper kan ta maksimal tilrenning til anlegget (Qmaks).



##### 3.1.2 Forbehandling – innløpsrister og sand/fettfang

Fra skruerpumpene fordeles vannet i 4 renner hvor det passerer innløpsrister. Disse fjerner større partikler enn 6 mm, såkalt ristgods. Dette ristgodset går til egen behandling, vaskes og går til containere i nedre nivå. Innløpsristene er i syrefast stål.

Etter innløpsrister ledes avløpsvannet via kanaler til to parallelle sand- og fettfang. Sandfanget utføres som dobbelt luftet sandfang med fettfangsone med hver sin kjørebri for sandpumping og fettskraper. Sandfanget er dimensjonert til Qmaks. (maksimal vannmengde). Sandet som tas ut pumpes til sandvasker fra sandfangets sandkum, og fett samles i fettkum og overføres til eksisterende biogassanlegg.



### 3.1.3 Fordelingskum

Fra sand- og fettfang ledes vannet over i fordelerkummen før forfiltrering og overløpsrensing.

I fordelerkummen ledes vannet ved normale vannføringsforhold videre til forfiltreringen. Med dette menes vannmengder mindre enn  $Q_{maksdim}$ . Ved høyere vannmengder ledes overløpsmengden av vannet videre i overløp og overløpsrensing. Dette skjer ved at en regulerbar overløpskant med motordrevet aktuator justeres ned så en delmengde av vannet faller over denne kant og går i selvføll videre til overløpsrensingen.

### 3.1.4 Overløpsrensing

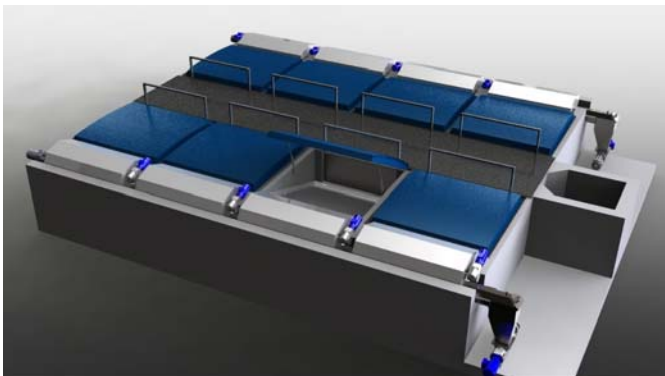
Overløpsrensinger trer i funksjon når det er så høy tilrenning at de etterfølgende rensetrinn ikke kan dimensjoneres for dette. Da har man valgt å rense overløpsvannet i en høyeffektiv renseprosess for tynt avløpsvann som følge av f.eks mye nedbør, i stedet for å slippe dette rett til resipient.

### 3.1.5 Fordelingskum

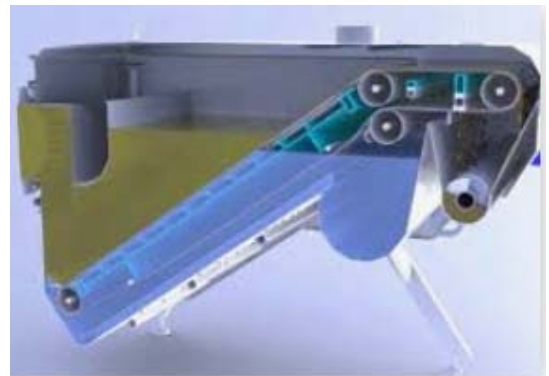
Den delen av vannet som renner videre til forfiltreringen går gjennom to kamre hvor det ene er med underløp og hvor det kan doseres polymer til flokkulering.

### 3.1.6 Forfiltrering - primærrensing

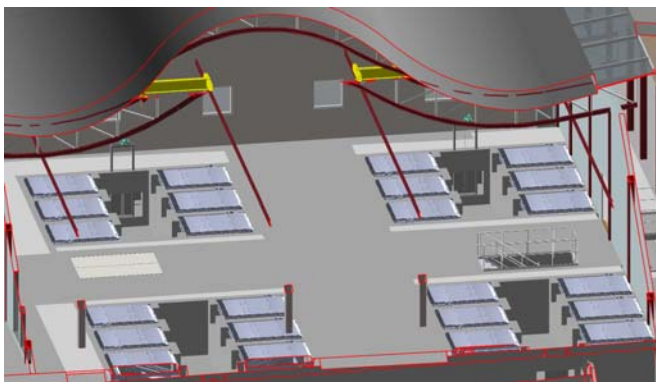
Etter forbehandling går vannet videre til primærrensing i 4 seksjoner med båndfilter. I hver seksjon er det 6 filtre, totalt 24 stk. I prosessstrinnet fjernes suspendert stoff i vannet (mindre partikler, filterduk lysåpning 350  $\mu\text{m}$ )



Eksempel på samling av 8 filtre.



Snitt gjennom typisk filter



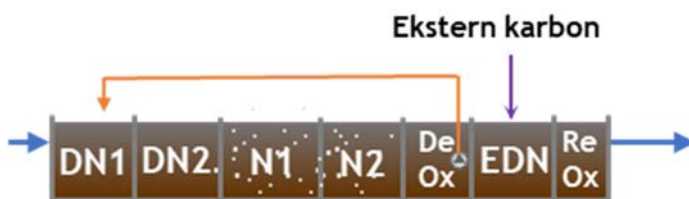
Utsnitt fra 3D modell med 4 x 6 filtre



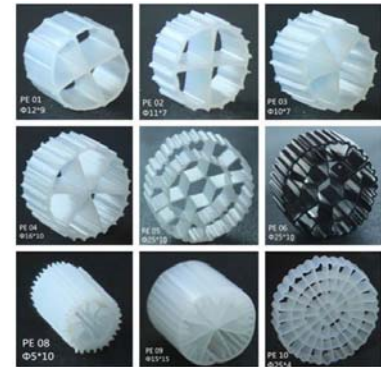
### 3.1.7 Biologisk rensetrinn – MBBR

Etter forfiltrene renner vannet til sekundærrensing i form av en bioreaktor bygget på MBBR prinsippet, (Moving Bed Biofilm Reactor). Reaktoren består av 5 linjer. I hver linje er det 7 bassenger i serie med ulike funksjoner. Innløpskanaler med regulerbare overfallskanter brukes til å styre fordelingen til de forskjellige linjene. Enkelte linjer kan tas ut for vedlikehold ved å kjøre opp disse og stoppe for tilløpet. Alle bassenger bygges med et vanddyp på 7 m og fylles med plastbæremedie

I dette trinnet bygges det opp bakteriekulturer som renses organisk karbon og nitrogen fra avløpsvannet. I noen soner tilsettes oksygen, og det må også doseres karbonkilde for næring til bakteriene. Dette for å sikre denitrifikasjonshastighet til nitrogenfjerningen.



Oppbygging av MBBR-trinnet.

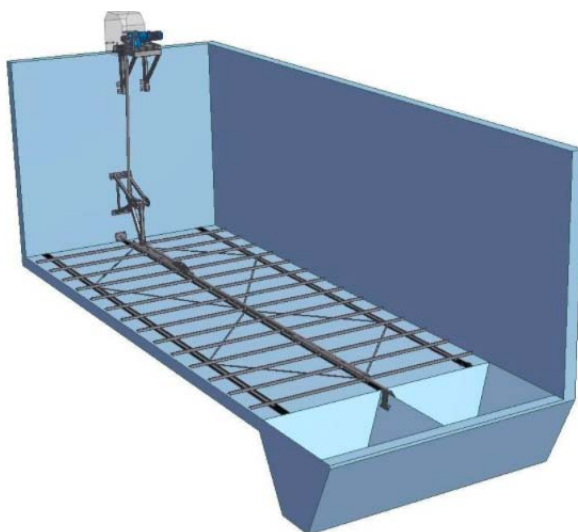


Eksempler på ulike bæremedier.

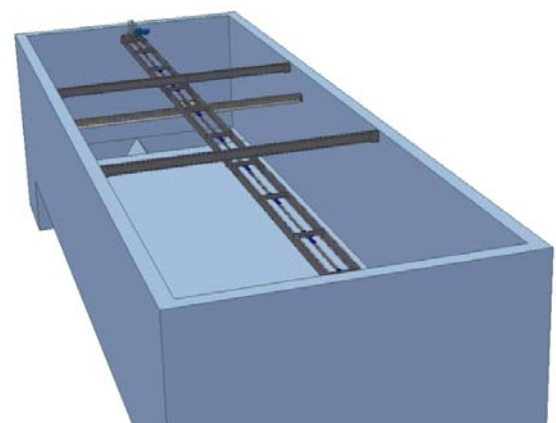
### 3.1.8 Flotasjon

Fra hver MBBR-linje går vannet videre til en flotasjonslinje, hvor slam og vann separeres. Først renner vannet gjennom to flokkuleringstanker, hvor det doseres polymer for å danne større fнокker. Mellom MBBR-trinnet og flokkuleringstankene doseres koagulant som P-fellingskjemikalie. I selve flotasjonskammeret blandes det innkommende vannet med en delmengde returstrøm som i en dispersjonstank er tilført luft. Ved denne innblanding frigjøres små bobler som får slammet til å flutte.

Slammet fjernes fra flotasjonsbassenget med en overflateskraper og tunge partikler fjernes med bunnskraper.



Bunnskraper for sedimenter



Overflateskraper for flyteslam

### 3.1.9 Skivefilter og utløp

Endelige rensingen av vannet fra flotasjon skjer i skivefiltre. I dette sluttrinnet fjernes det vesentligste som er igjen av fosfor og suspendert stoff i avløpsvannet. Filtratet (slammet) samles i en egen kum før det deretter pumpes til slambehandlingsbygget.

Etter sluttfiltrering går det rensede avløpsvannet til utløpskum, videre til utløpsledning og ut til dyputslipp i Glomma.



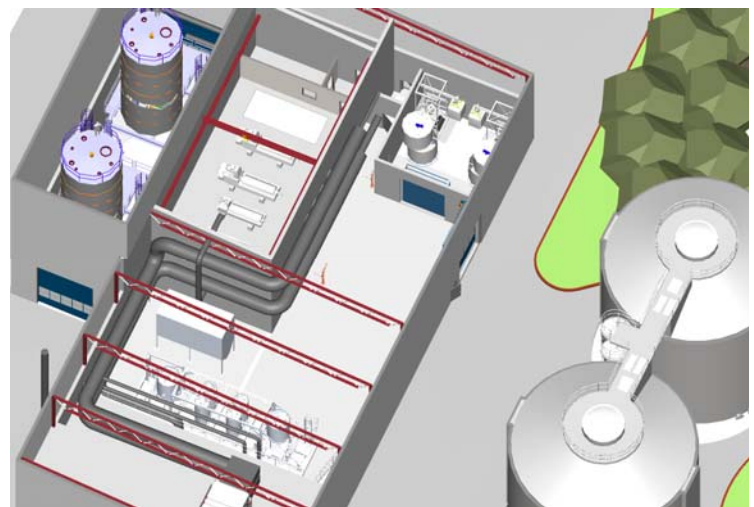
Skivefilter

### 3.1.10 Slambehandling

Slambehandling består av homogeniseringstank, foravvanning, termisk hydrolyse, utråtning på mesofil råtnetank og sluttavvanning, innen det pumpes til slamsilo.

Slammet hygieniseres gjennom termisk hydrolyse (THP), ved at det føres gjennom et prosessstrinn med høyt trykk og høy temperatur.

I de etterfølgende råtnetanker, til høyre i bildet, blir slammet stabilisert, dvs en bakteriekultur bryter ned slammet og reduserer lukt, samt at metangass produseres.



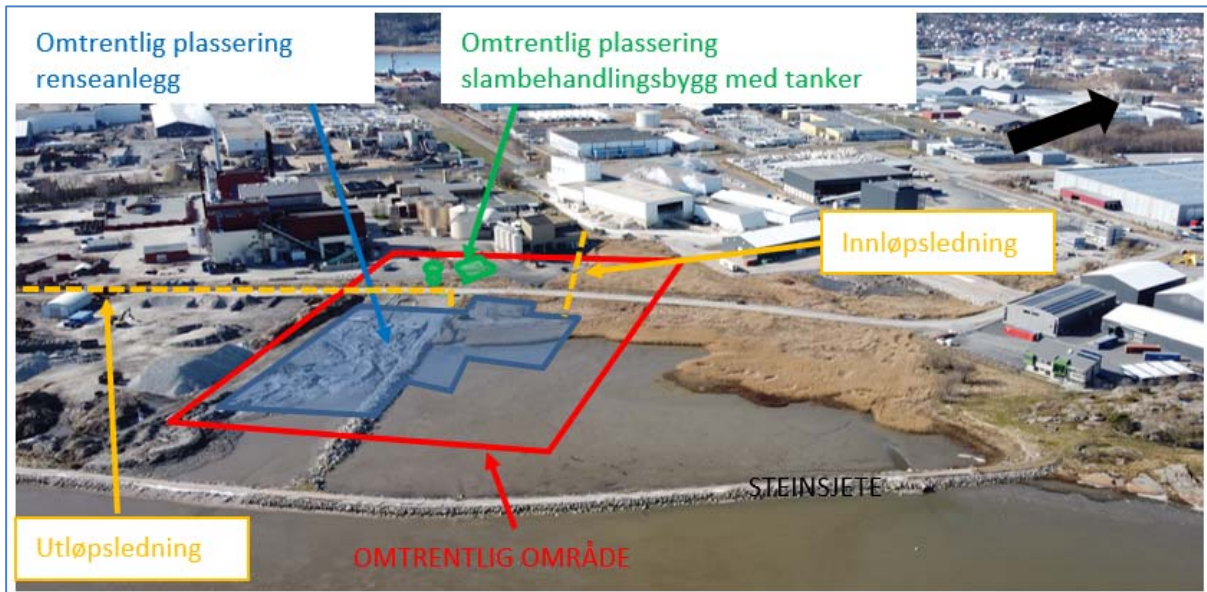
Slambehandling med råtnetanker og slambehandlingsbygg

Etter råtnetanken avvannes slammet i sentrifuger og deretter til slamsiloer.

Herfra kan det avhentes av lastebiler som bringer slammet til endelig disponering på landbruksjord. Den produserte biogassen fra råtnetanken sendes til et gasslager og utnyttelse på det eksisterende biogass-anlegget eller direkte til dampkjele, som produserer damp til THP og eksisterende oppgraderingsanlegg.

### 3.2 Geoteknikk

Nytt renseanlegg er planlagt nordøst på området på Øra. Området er i dag noe oppfylt i vest mot Massegjenbrukssenteret. I øst kommer anlegget ut i område der store deler er influert av vann-nivået i sjøen, dvs. står under vann i perioder. Lengst i øst står området hele tiden under vann. Det må store fyllingsarbeider til for å skape land for ny tomt til renseanlegget.



Grunnforholdene betegnes som dårlige med bløt og meget kompressibel leire samt til dels store dybder til fjell. Det er ikke registrert kvikkleire på området. Byggene skal derfor fundamenteres til fjell med bruk av borede stålkjernepeler. Opptak av horisontalkrefter må vurderes og kan opptas via motfylling inntil vegger, eller som mothold via skjørt og/eller dybler ned i grunnen.

Oppfylling innenfor sjeteen for nytt renseanlegg vil gi store setninger. For å fremskynde setningene anbefales bruk av vertikaldrenering. Dette må installeres så tidlig som mulig. Kortfattet fylles det med overhøyde, setningshastigheten måles og ut fra målingene vurderes når overhøyden kan fjernes. Desto lenger overhøyden kan ligge, desto bedre. I utgangspunktet bør den ligge rundt 6 – 12 måneder.

Området ligger nær sjøen og stormflo eller springflo kan oversvømme anleggsplassen og fylle de dype delene av anlegget. For å sikre seg mot dette kan det anlegges en tett voll rundt anlegget. En voll er riktignok ugunstig i forhold til stabiliteten på grunn, og en alternativ løsning er at det etableres en tett spuntvegg rundt de dype og utsatte områdene.

For innløpskummen anbefales utgravingen sikres med kalk-sement peler og deretter kan det graves i åpen skjæring med graveskrånninger. For kjelleren i slambehandlingsbygget anbefales utgravingen sikret med avstivet stålsjunt samt kalk-sement peler inne i gropa.

Øvrige utgravinger blir såpass små at det skal være tilrådelig å grave med graveskrånninger.

Utgravingen for utløpsledningen må vurderes nærmere. Vollene ved traseen bør trolig fjernes midlertidig. Ved kanalen antar vi det må utføres grunnundersøkelser som grunnlag for stabilitetsberegninger av sikkerheten i dagens situasjon samt også for grave- og permanentfasen etter legging av ledningen.

### 3.3 Byggeteknikk og arkitektur

I det etterfølgende gis det en overordnet beskrivelse av byggeteknikk og arkitektonisk utforming. For ytterligere detaljer, se fagnotat [21]

#### 3.3.1 Arkitektonisk utforming

Renseanlegget ligger eksponert på Øra ut mot sjeteen og turområde. For å bryte ned dimensjonen på anlegget har vi ønsket å gi hver del av anlegget en egen identitet og form. Materialbruken skal gi uttrykk for at dette er et miljø-anlegg samtidig skal det fremstå som moderne utvendig og innvendig. Det skal benyttes solide og bestandige materialer.

Innløpsspumpestasjonen med skråstilte Arkimedes-skruer gis en åpen glassvegg med skrå underkant. Her blir det mulighet for innsyn for forbipasserende til prosessen. Øvrige fasader kles med trepanel i varierende mønster, sandwichelementer i brun farge. Nedre del av fasade mot syd og vest foreslås kledd med skifer.

Forbehandlingen gis et bølget tak for å illustrere vannet som renner gjennom anlegget. Den biologiske rensedelen har et stort skrånende tak mot syd. Taket over MBBR og flotasjon er planlagt med solceller.

Anlegget planlegges ut fra kravene til universell utforming. Dette gjelder bl.a. utforming av trapper og heiser, visuelle markeringer og utforming av toaletter. Det vil likevel være noen områder der det av sikkerhetsmessige årsaker ikke er mulig å arbeide med funksjonshemminger. Dette gjelder områder som lager og områder med fysisk arbeid.

#### 3.3.2 Konstruksjoner og byggeteknikk

På grunn av til dels svært dårlige grunnforhold på tomte må alle konstruksjoner fundamenteres direkte til fjell med peler. Det er anbefalt å benytte stålkjernepeler. Deler av byggene, må siden de ligger under grunnvannet, strekkforankres til fjell pga oppdrift.

I alle konstruksjoner under bakken, kulverter, kjellere, renner og bassenger, gulv mot grunn, dekkekonstruksjoner og etasjeskillere er det benyttet betong. For å møte dagens generelle forventninger til i størst mulig grad redusere klimaavtrykket til et prosjekt, tenkt benyttet lavcarbonbetong. For dekker over MBBR og i etasjeskillere i administrasjonsbygget er det tenkt tradisjonelle hulldekker med påstøp.

Bærende konstruksjoner for tak utføres med søyler og fagverk i stål. Taket utføres av korrugerte stålplater som isoleres og tekkes. Takene over innløpsskruer og administrasjonsbygg utføres som flate. Taket over forbehandling har en bølgeform, mens tak over MBBR og flotasjon utformes som et pulttak med helning mot syd.

Alle gulv med mulighet for vannsøl utføres med påstøp godt fall til sluk. Valgt gulvbehandling er tilpasset til driften i forhold slitasje og kjemisk belastning. Generelt er det tenkt at alle gulv i vann- og slambehandlingsbygget med noen få unntak får akrylbehandling.

Bassenger i MBBR anlegget foreslås støpt med forskalingsduk og behandlet med vannglass. Øvrige bassenger, renner og råtnetanker skal hel- eller delvis behandles med epoxy.

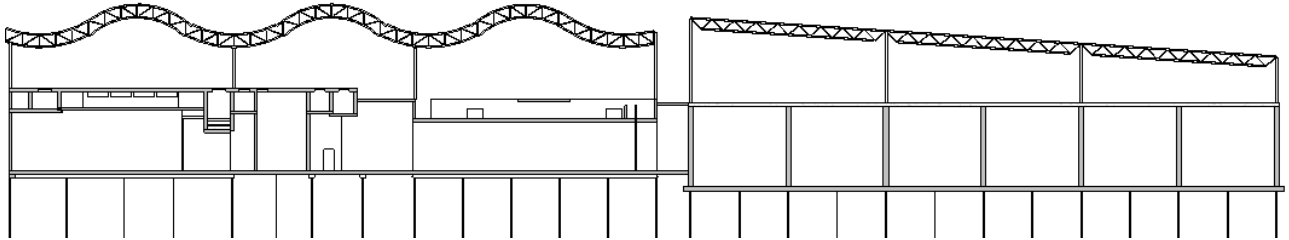
Betongvegger generelt foreslås kun med støvbinding. Vegger i trapperom og på øvre nivå i vannbehandlingsbygget skal pusses og males.

Ute i anlegget er det benyttet trapper, ramper og rekkverk i varmforsinket stål. Luker og tildekninger i gulv er tenkt utført i aluminium. Over flotasjonsbassenger er det også et alternativ å benytte duk.

Transport av komponenter som veier over 25 kg skal enten kunne utføres med traverskran, kranbaner, truck eller jekketralle til og fra stedet der de skal plasseres. For heising av utstyr og komponenter mellom øvre og nedre nivå er transportluker sentral plassert direkte i forbindelse med overliggende kraner.

Figuren nedenfor viser et snitt gjennom bygget og bærekonstruksjonene. Fagverk i stål for bæring av tak, bassenger i betong og fundamentering til fjell med pæler.

Administrasjonsbygget med garderobes vil få en normal nøktern standard. Bygget vil få heis. Trappen er tenkt utført i betong.



### 3.4 VVS

De VVS-tekniske anleggene skal overvåkes og styres av et felles automatiseringsanlegg. Tekniske rom for VVS-installasjoner er plassert i både øvre og nedre prosessnivå i vannbehandlingsbygget, i plan 1 i slambehandlingsbygget og på plan 3 i administrasjonsbygget.

Under følger en overordnet beskrivelse. For ytterligere detaljer, se fagnotat [23]

#### 3.4.1 Ventilasjon og luktreduksjon

Det installeres luftbehandlingsanlegg med undertrykk for prosessbyggene og balansert ventilasjon for administrasjonsbygget. Traforom i vannbehandlingsbygget utstyres med inntak og avkastriser for naturlig ventilasjon.

I tillegg til hovedsystemene vil det være spesialsystemer som laboratorieavtrekk, heisventilasjon, verkstedavtrekk etc. Det er EX-nødvotrekk av slamsilo, rejektbasseng, slamblanding og slamlager.

For prosessbyggene skal lukt håndteres ved at alle luktsterke områder innkapsles og undertrykk-ventileres. Avtrekksluften føres deretter gjennom et luktreduksjonsanlegg før det slippes ut av bygget. For prosessbyggene installeres luktreduksjonsanlegg basert på bruk av fotooksidasjon og kullfilter.

For avløpsrensaneanlegg regnes prosess og atmosfære som korrosiv og man benytter avtrekkskanaler i plast eller syrefast stål i nærhet til prosessutstyr. Frisk luft tilføres ved tak i prosesshallene, mens avtrekksventiler plasseres nærme gulv.

#### 3.4.2 Varme

Det skal installeres et vannbårent varmeanlegg for begge byggene. Varmeanlegget vil være et lavtemperaturanlegg. Det installeres vann til vann varmpumpe som henter varme fra rensed avløpsvann. Som en kobling mellom avløpsvannet og varmpumpen installeres en selvrensende varmeveksler, som utvinner varmeenergien som finnes i avløpsvannet og overfører denne energien fra avløpsvannet til varmpumpen. Normalt holder avløpsvannet en temperatur mellom 12 og 20 °C, mens det på vinterstid kan synke ned mot 6 °C i kortere perioder. Dette gjør avløpsvann til en velegnet varmekilde for drift av varmpumper.

Som reserve/spisslast etableres to elektrokjeler som kan dekke 100 % av effektbehovet.

Distribusjonsdelen av varmeanlegget omfatter ledningsnett for ventilasjons-, gulv-, radiator- og aerotempervarme, armaturer (ventiler, siler med mer), utstyr (pumper, vannbehandling, ekspansjonstank, akkumulatortank, radiatorer/konvektorer med mer) og isolasjon av rør.

Energisentralen for varmedistribusjon etableres i teknisk rom i plan 1 i vannbehandlingsbygget.

### 3.4.3 Sanitær

Bygget skal forsynes med forbruksvann og vann for brannslukking direkte fra det kommunale nettet. Det installeres egen brutt vannforsyning som seksjonerer ut prosessanlegget og som i tillegg sikres mot tilbakeslag.

Det legges opp til håndvasker og spyleposter i alle deler av prosessanlegget. Det vil også installeres nøddusjer i forbindelse med rom hvor dette er et krav. I administrasjonsbygget legges det opp til et strengt skille på sanitæranlegg som skiller ren og uren sone.

Spillvann fra helle anlegget føres til innløpsskruene.

Det er ikke lagt opp til automatisk slokkeanlegg på renseanlegget og alle områder dekkes av hensiktsmessig utstyr for manuell slokking. Det installeres hovedsakelig brannslanger i byggene, med unntak av enkelte områder der håndslukkere er bedre egnet.

## 3.5 Elektro/Automasjon

Forprosjekt løsning Elektro/automasjon er basert på kartlegging av eksisterende infrastruktur (elkraft/høyspent/fiber), kartlegging av forbrukere (kraftbehov), dimensjonering av fordelingsanlegg (lavspenningstavler, jordingsanlegg og signaltavler).

Under følger en overordnet beskrivelse. For ytterligere detaljer, se fagnotat [22]

### 3.5.1 Elkraft

Det må legges ny høyspentforsyning til FREVAR RA. Utfra et effektregnskap for prosessforbruk ser det ut til å være tilstrekkelig med 3 stk 1600Kv transformatorer (herunder T1, T2 og T3). Det antas at Norgesnett vil legge en ny høyspentkabel ca. 1,8 km til området, som FREVAR RA vil måtte betale en andel av.

Bryterrommet innrettes med 3 stk hoved-/inntakseffektbrytere som forsyner hver sin hovedfordeling/bryterfelt (HF1, HF2 og HF3). Det planlegges også for en sentral UPS som plasseres i eget rom.

Med tilgjengelig takareal for solcellepaneler kan det installeres opp til ca. 800 kWp med solenergi og vil under gunstige forhold kunne dekke mer enn halve kraftbehovet.

### 3.5.2 Automasjon

Overordnet styresystem på FREVAR er av type DCS (Distributed Control System) og utstyr/lisenser må baseres på dette. Nytt skjermesystem bør kunne kombinere DCS og Scada (gir en stor fleksibilitet med tanke på fremtidige endringer og fleksibilitet ved valg av underleverandører) og det bør være et fysisk skille mellom prosessnettverket og øvrige IT-nettverk.

For å forenkle og begrense kabelføringer benyttes én eller flere fiberringe med lokale undersentraler for IO-signaldistribusjon i felt. IO skal baseres på en fremtidsrettet produktplattform av høy industriell kvalitet. Spesielt kritiske prosesser og signaler kan vurderes å kobles direkte mot sentrale PLS-IO i HUF. Tilsvarende bør frekvensomformere for spesielt kritiske drifter også vurderes koblet med signalkabel (Ikke IP-nettverksbuss).

## 3.6 Vann og Avløp

Vannforsyning til det nye renseanlegget kan hentes fra eksisterende vannledning i Kortbølgen. Ny vannledning er tenkt tilkoblet i krysset og legges sørover langs eksisterende vei. Vannledningen legges med samme dimensjon og materiale som i påkoblingspunkt, 280 mm PVC. Ledningsstrekkingen blir ca. 410 m lang.

Eksisterende innløpsledning er tenkt forlenget fra dagens innløpskum til det nye renseanlegget. Ledningstraseen er ca. 300 m lang. På første halvdel av strekningen (ca. 160 m) forekommer det

betydelig omfang av eksisterende infrastruktur som må avdekkes i neste prosjekteringsfase. Videre er det planlagt ny spillvannsledning som kommer fra Kortbølgen og sørover til nytt anlegg. En ny samlelum rett utenfor det nye renseanlegget skal samle de to innløpsledningene før spillvannet transporteres videre til renseanlegget. Spillvannsledningen fra Kortbølgen vurderes av COWI. Begge innløpsledningene skal ha muligheter for nødoverløp. For ledningen som forlenges fra eksisterende spillvannssystem kan dagens utløpsledning benyttes. Nødoverløp for ledningen fra Kortbølgen må vurderes i samråd med FREVAR og COWI.

Utløpsledningen fra det nye renseanlegget legges i ny trasé sørover på Øra-halvøya med utslipp på 12 m dyp i Glomma. Ledningsstrekket er ca. 1900 m langt, 1350 m landleddning og 550 m undervannsledning. Landleddningen skal legges gjennom en strekning der grunnen er av fyllmasser med varierende kvalitet og opprinnelse. Det er behov for geotekniske vurderinger langs traseen. Det er lagt til grunn at store deler av undervannsledningen må graves ned for å unngå konflikter med båttrafikken.

For utløpsledning er 1400 PE m/selvfalt lagt til grunn i kalkyle.

Det må anlegges slukrister og renner foran porter for å samle opp forurenset overvann/spillvann fra renseanlegget. Dette føres til innløpslum på selvfalt.

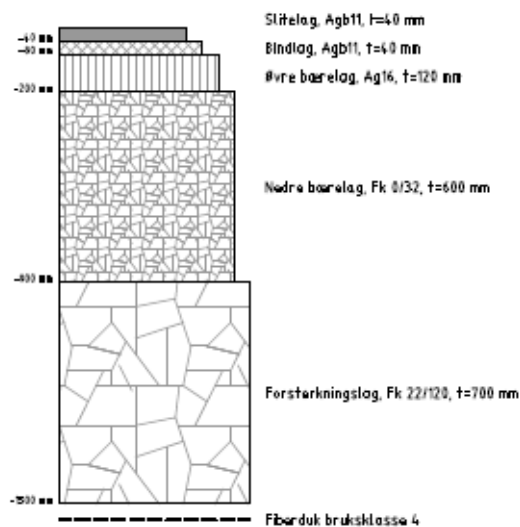
Generelt håndteres «rent» overvann på terreng.

For ytterligere detaljer, se fagnotat [14]

### 3.7 Vei og landskap

Situasjonsplanen angir planlagte utomhusarealer med faste dekker og grønt.





Figur: Normalprofil veger og plasser

Det legges til grunn at veger og plasser skal dimensjoneres for å tåle trafikk fra semitrailer.

Eksisterende intern nord/sydgående veg skal heves til kote +2,3 – 2,5 for å tilpasse trafikkarealene og atkomsten til kravet om at bygningen skal ligge over kote +2,5 av hensyn til flom/flo.

Det er i kostnadsoverslaget lagt til grunn at nye veger og plasser må få ny overbygning i henhold til normalprofil. For området ved planlagt slamanlegg planlegges lettere veiltak og utbedring.

Det skal benyttes kantstein i granitt mellom interne kjøreveg og grønne arealer. Det legges inn grønne arealer har som viktigste funksjon å dele og strukturere trafikkarealer og dempe ned dimensjonen på store bygningsvolumer.

For ytterligere detaljer, se fagnotat [15].

## 3.8 Spesialfag

### 3.8.1 Brannteknikk

Det blir manuelt slukkeutstyr i form av brannslanger og pulverapparater der dette er nødvendig. Brannslangene vil også bli benyttet til renhold av anlegget. Tilkomst for brannmannskaper (beredskapsvei) går via korridorer og rømningsveier.

Valgte branntekniske tiltak for anlegget er fulldekkende automatisk brannalarmanlegg som er tilpasset funksjonene i anlegget. Videre installeres ledesystem og nødløslanlegg.

Rømningsstrategien er rømning ut til det fri via dører i fasade.

Branncelleinndeling for anlegget vil være EI 30. Branncelleinndeling er av hensyn til personsikkerhet. Så lenge ikke eier har noen spesielle brannkrav som tilsier at branncelleinndelingen skal være mer enn det som kan dokumenteres av forskrift. Administrasjon og Kontordelen av slambehandlingsbygget er planlagt som en egen brannseksjon. Kontordelen i slambehandlingsbygget er antatt kun få sporadisk opphold.

### 3.8.2 Miljøgeologi

Det har blitt utført miljøtekniske grunnundersøkelser i forbindelse med etablering av nytt avløpsrenseanlegg for FREVAR på Øra. Området skal hovedsakelig fylles opp med masser, da østlig del av området i dag er influert av vann-nivået i sjøen. Det ble utført prøvetaking i 34 prøvepunkter på tiltaksområdet, hvor 24 prøvepunkter ble gravd med gravemaskin, 6 prøvepunkter ble utført med håndskovel og 2 prøvepunkter ble tatt med spade i sedimenter. 48 jordprøver ble sendt til analyse, med jordprøver fra øvre meter og dypereliggende jord ned til 2,5 m.

Den miljøtekniske grunnundersøkelsen viste at massene i 16 av 34 prøvepunkter overskred normverdi iht. TA-2553/2009. Det er påvist forurensning av bly tilsvarende tilstandsklasse 5 i to prøvepunkter (P27 og P28). Det er påvist benzen tilsvarende tilstandsklasse 4 i ett prøvepunkt (P 11). Det er påvist arsen, sink, benzo(a)pyren og PAH-16 i ett prøvepunkt, tilsvarende tilstandsklasse 2. Det er påvist lettere forurensning i tilstandsklasse 2 og 3 i 12 prøvepunkter av arsen, kadmium, krom, kobber, nikkel, bly, sink, PCB-7, benzo(a)pyren, PAH-16, benzen og tyngre alifater (C12-C35). For sedimentene er det påvist kadmium, sink og PAH-forbindelser tilsvarende tilstandsklasse III, og kobber, PAH-forbindelser og TBT tilsvarende tilstandsklasse II.



Arealbruken for det nye avløpsrenseanlegget defineres ifølge TA-2553 som "industri og trafikkareal". Akseptabel forurensningsgrad er da generelt i tilstandsklasse 3 eller lavere for masser i øvre meter. Masser i tilstandsklasse 4 kan eventuelt bli liggende i øvre meter dersom en stedsspesifikk risikovurdering viser at det er akseptabelt. Akseptabel forurensningsgrad er da generelt i tilstandsklasse 3 eller lavere for masser i dypere liggende jord (> 1 m). Masser i tilstandsklasse 4 og 5 kan eventuelt bli liggende i dypere liggende masser dersom en stedsspesifikk risikovurdering viser at det er akseptabelt.

Den påviste forurensningen har nivåer tilsvarende tilstandsklasse 5 i øvre meter for prøvepunkt P27 og P28. Disse massene må da graves opp, og kan gjenbrukes i dypere liggende grunn (> 1 m), dersom en stedsspesifikk risikovurdering viser at det er akseptabelt. De kan også graves opp og kjøres til godkjent mottak. Den påviste forurensningen i tilstandsklasse 4 kan bli liggende i øvre meter i prøvepunkt P11 dersom en stedsspesifikk risikovurdering aksepterer dette.

### 3.8.3 SHA

I prosjektet er det så langt identifisert risiko knyttet til dårlige grunnforhold som i hovedsak dreier seg om

- Byggegrøp kan bli flomutsatt
- Gravearbeider nær eksisterende infrastruktur kan medføre brudd på ledninger/kabler
- Ustabil grunn kan medføre at pelerigg velter i forbindelse med pelearbeider og spunting
- Kran kan velte på grunn av ustabile grunnforhold og dårlig fundamentering
- Eksisterende vei er ikke dimensjoner for den økte aktiviteten med tungtransport

Viser for øvrig til fagnotat [4]

## 4 Gjennomføring og økonomi

### 4.1 Rammeverk

Prosjekt mål og prosjektstrategi er ikke fastlagt. Foreløpig legges følgende til grunn

- Målprioritering HMS, kvalitet og kostnad foran tid (man har anlegg i drift i dag)
- Prosjektet er trolig tidskritisk i forhold til dagmulksbelagte frister. Tidskritikalitet er kostnadsdriver og kan derfor håndteres i sammenheng med kostnadsoptimering av prosjektet.
- Tomten er geoteknisk utfordrende, og det er nødvendig å redusere setningsproblematikk.
- Leverandørmarked prosess/maskin gir færre muligheter for tilbydere som er villig til å påta seg totalansvar for renseprosessen

Entreprenørstrategien antas som følger;

- Innleie av byggherre kompetanse for å drive prosjektet i samarbeid med FREVAR ledelse og drift
- Detaljprosjekterende til å utarbeide konkurransegrunnlag (alle 5) samt arbeidsgrunnlag og oppfølging i byggetid for byggherrestyrte entrepriser (2)
- E01 Forberedende grunnarbeider som egen entrepris for å muliggjøre tidligere iverksetting av setningstiltak før start av byggarbeider
- E11-E13 totalentrepriser (fastpris) for prosess/maskin for hhv. Forbehandling, Bio og Slam. Inndeling og format iht. vilje/evne til å ta på seg ansvar for egen teknologi, ikke hele renseprosessen.
- E02 Byggentrepriser (faste enhetspriser med regulerbare mengder) med alle byggfag samt m/styringsansvar for E11-13 på anleggsplassen
- Byggherre igangkjøring vha. egen drift samt innleie av montører og testpersonell fra entreprenørene

Hovedmengder for byggarbeider uttrykker i stor grad anleggets størrelse (se for øvrig beskrivelse av prosess i kap. 2).

| Fredrikstad    | Enhet | SB    | TA    | KU  | Admin | VB     | Total         | Diff felles |
|----------------|-------|-------|-------|-----|-------|--------|---------------|-------------|
| <b>m2</b>      |       |       |       |     |       |        |               |             |
| Grunnflate     | m2    | 1 000 | 310   | 388 |       | 7 647  | <b>9 345</b>  | -3 009      |
| Betong         | m3    | 1 290 | 517   | 322 |       | 15 414 | <b>17 543</b> | -4 277      |
| Peler          | lm    | 1 600 | 1 250 | 550 |       | 18 835 | <b>22 235</b> | -7 413      |
| Bruksareal BRA | m2    |       |       |     | 1 008 | 11 668 | <b>12 676</b> | -2 606      |
| Byggareal BTA  | m2    |       |       |     | 1 125 |        | <b>1 125</b>  | 0           |

Prisnivå for kalkyle er 2019K4 (og valutakurser refererer til dato 31.12.19).

### 4.2 Gjennomføringsplan

Gjennomføringsplanen ble utarbeidet med basis i estimert omfang/mengder, antatt prosjektstrategi og erfaringer fra tilsvarende prosjekter mhp. sekvenser og varigheter (byggarbeider utledet fra mengde, produktivitet og kapasitet).

Planen angir at det er tidskritiske sekvenser (negativ «total slack» vs. dagmulkt frist 1.7.25) fra investeringsbeslutning gjennom detaljprosjektering, kontrahering, grunnarbeider, byggarbeider og systeminstallasjoner inkl. mekanisk ferdigstilling før man til slutt innkjører anlegget.



#### 4.4 Driftskostnad

I driftskostnadene er det medtatt kostnader knyttet til prosess og tekniske anlegg. Det er også medtatt personalkostnader og vedlikeholdskostnader. Vedlikehold av bygg, Elektro og VVS er satt som en prosentandel av investering. Tabell er satt opp med poster benyttet i LCC vurdering.

| Post   | Årskostnad        |
|--|-------------------|
| Lønnskostnader driftspersonell (12 pers)                     | 10 560 000        |
| Energiforbruk prosess  | 2 530 000         |
| Energiforbruk VVS  | 740 000           |
| Kjemikalieforbruk  | 5 460 000         |
| Slamdisponering  | 1 600 000         |
| Energi til internt bruk, energi fra solenergi                | -214 900          |
| Energi til internt bruk, energi fra avløpsvann / varmepumper | -490 000          |
| Uspesifiserte kostnader - 10%                                | 2 018 510         |
| <b>Post 31 Drift</b>   | <b>22 203 610</b> |
| Bygningsmessige arbeider                                     | 4 011 917         |
| Utskifting av Bio-bæremedie                                  | 2 600 000         |
| Utskifting av filtre, primær og tertiær                      | 1 340 000         |
| Service og vedlikehold av prosessutstyr                      | 4 100 000         |
| El/Automasjon og VVS vedlikehold                             | 1 024 845         |
| <b>Post 32 Vedlikehold</b>                                   | <b>13 076 761</b> |
| Renhold  | 175 000           |
| <b>Post 61 Regelmessig renhold</b>                           | <b>175 000</b>    |
| <b>Sum Fredrikstadanlegg</b>                                 | <b>35 455 371</b> |

#### 4.5 Måloppnåelse

| Prosjekt mål                              | Beskrivelse   | Vurdering måloppnåelse |  |   |
|---|---|------------------------|--|---|
| <b>Mål for miljø, kvalitet og økonomi</b> |   |                        |  |   |
| #1.1                                      | Rense bedre enn kravene   |                        |  | ● |
| #1.2                                      | Mulighet for utvidelse til rensing for fremtidige myndighetskrav                      | ●                      |  |   |
| #1.3                                      | Modenhet  |                        |  | ● |
| #1.4                                      | Optimalt TOTEX (CAPEX og OPEX: Investering og drift)                                  | ●                      |  | ● |
| #1.5                                      | Lavt arealforbruk   | ●                      |  | ● |
| <b>Energi- og klimamål</b>                |   |                        |  |   |
| #2.1                                      | Energipositiv drift   |                        |  | ● |
| #2.2                                      | 100 % selvforsynt med varme   | ●                      |  | ● |
| #2.3                                      | Lavt CO2-avtrykk i drift  | ●                      |  |   |
| #2.4                                      | Utnyttelse av termisk energi i avløpsvannet   |                        |  | ● |
| <b>Kretsløpsmål</b>                       |   |                        |  |   |
| #3.1                                      | Gjenvinning av fosfor gjennom fortsatt bruk på landbruk                               |                        |  | ● |
| #3.2                                      | Gjenvinning av sand   |                        |  | ● |
| #3.3                                      | Utforske og utnytte industrisymbioser   | ●                      |  |   |
| #3.4                                      | Selvforsynt med matevann og prosessvann på RA.  | ●                      |  | ● |
| #3.5                                      | Mulighet for etterbehandling for gjenvinning av en delstrøm som renses avløpsvann     |                        |  | ● |
| <b>Sosiale mål</b>                        |   |                        |  |   |
| #4.2                                      | Attraktiv arbeidsplass (arbeidsmiljø)   |                        |  | ● |
| #4.3                                      | Rekreativt område, omkringliggende landskap til verdi for mennesker, miljø og samfunn | ●                      |  | ● |

Det er satt av mulig areal til framtidige myndighetskrav og framtidige rensetrinn, men det vil kreve egne bygg/tilbydd, og er i enighet med FREVAR holdt utenom forprosjektet. I forhold til OPEX/driftskostnader blir det drøftet i eget punkt, og LCC er avtalt som en etterfølgende aktivitet etter forprosjektleveranse. Et viktig premiss for konseptvalg var arealeffektiv prosess, men det kan være både optimaliseringsmuligheter og usikkerheter, som også kan påvirke investeringskostnad.

I forhold til Energi og klimamål er det gjort mye for å energioptimalisere, men dette må det jobbes videre med i neste fase. Vi er nær energipositiv drift. Det er medtatt varmepumpe på utløpsvann, og solenergi er medregnet.

Kretsløpsmål er bearbeidet underveis i forprosjektfasen, og industrisymbioser er en sak det må jobbes videre med. I forhold til bruk av rensed avløpsvann er det benyttet i stor grad, men noen prosesser krever rent vann, som f.eks polymerberedere.

Det er i forprosjektet lagt vekt på at dette skal være en attraktiv arbeidsplass med et bra fysisk arbeidsmiljø. Det har også vært et arbeid med å avklare forhold knyttet til omkringliggende landskap og hvordan renseanlegget skal utformes i på en tomt som grenser mellom et naturreservat med en tursti på den ene siden og et industriområde på den andre siden. Et bygg slik det er tegnet og med et slikt innhold og funksjon, bør kunne bli en attraksjon med en plassering og et formål som vil forbedre miljøet i hele Nedre Glomma regionen inklusiv Hvalerskjærgården.

## 5 Anbefalinger for neste fase

### 5.1 Reduksjon av tidsplan risiko

Tidsplan er usikker, men tidskriticalitet i prosjektgjennomføring synes å være viktigste driver for kostnadsrisiko.

- Frister med dagmulkt
- Entreprenørpriskonkurranse, hvor antall tilbydere og risikopremie de tillater seg kan påvirkes av tiden som settes av til å markedsføre konkurransen, tilbudsperioden og anleggsperioden (inkl. frister med dagmulkt)
- Tilleggs kostnader pga. omarbeid og forsinkelser i grensesnitt prosjektering og bygging

Reduksjon av tidskriticalitet er derfor viktig virkemiddel i det å redusere kostnadsrisiko. På kort sikt (før investeringsbeslutning) anbefales fokus på følgende;

- Etabler prosjektorganisasjon (nøkkelpersoner/firma og systemer/rutiner)
- Fastlegg prosjektets mål, strategier, og optimaliserte overordnede løsninger
- Vurder forsering av tidskritisk detaljprosjektering og forberedende grunnarbeid (E01) og sørg tillatelse til oppfylling i tide for anleggsstart E01
- Unngå forsinkelser i investeringsbeslutning (ha alt nødvendig underlag klart i tide)
- Unngå forsinkelser pga. reguleringsprosess (ha underlag klart i tide)

### 5.2 Optimalisering av forprosjekt løsning

Forprosjektet har blitt utført på relativt kort tid, og det har ikke vært rom for optimering av prosjektet gjennom alternativvurderinger og iterasjoner utover teknologivalg og hovedlayout. I tillegg gjenstår det å avklare noen viktige eksterne usikkerheter (fylkesmannens krav, valg av stort/lite anlegg, entreprisestrategi).

Tillegg/kuttliste er sammenfattet i notat kostnadsestimat [2]. Behovet for avklaring av premisser og muligheter for optimalisering av løsning er omtalt i de ulike fagnotatenes drøfting. Oppsummert;

- Fagnotat LARK [14]. Felles internveg med Batteriretur og fylkesmannens betingelser for å trekke innsigelser.
- Fagnotat maskin/prosess [31]. Generelt er anlegget designet med sikkerhetsmargin, hvilket gir muligheter for optimering og trimming av de enkelte prosessstrinnene i den neste prosjekteringsfasen, også etter prosessleverandør og utstyr er bestemt.
- Fagnotat VVS [22]. Varmeanlegg og luktreduksjonsanlegg.
- Fagnotat bygningsteknikk [21]. Optimalisering av layout (lite anlegg, råtnetanker og kulvert), materialbruk, stadfestelse av verdi for grunnakselerasjon.
- Fagnotat VA [15]. Utløpsledning dimensjon og trase.