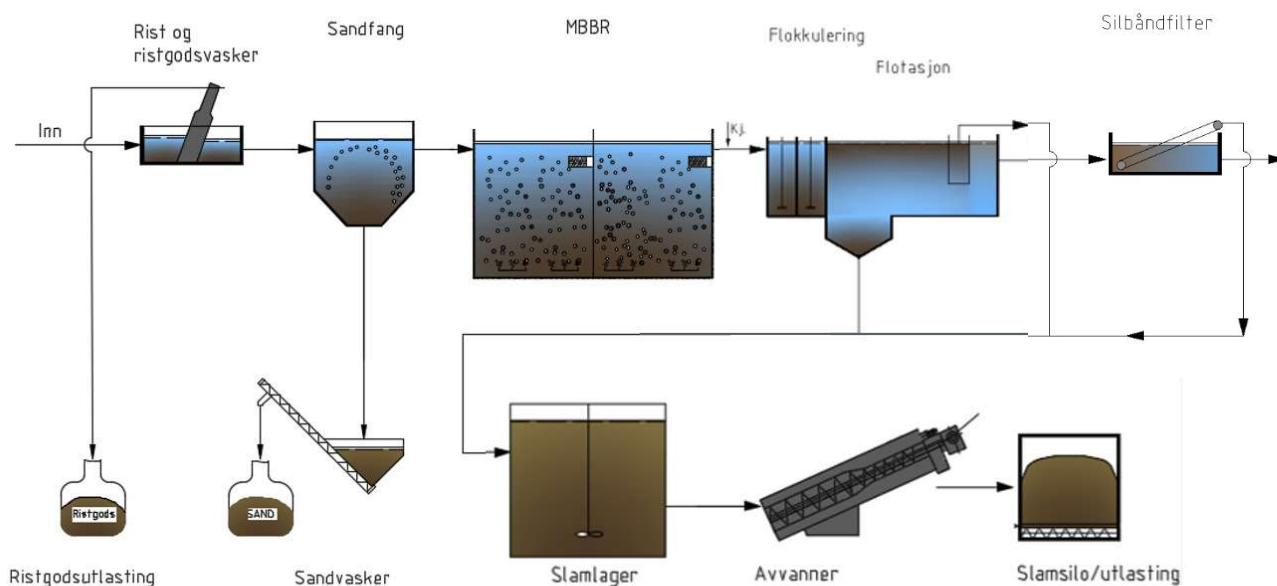


2 Prosess og maskin

2.1 Prinsipp prosessutforming

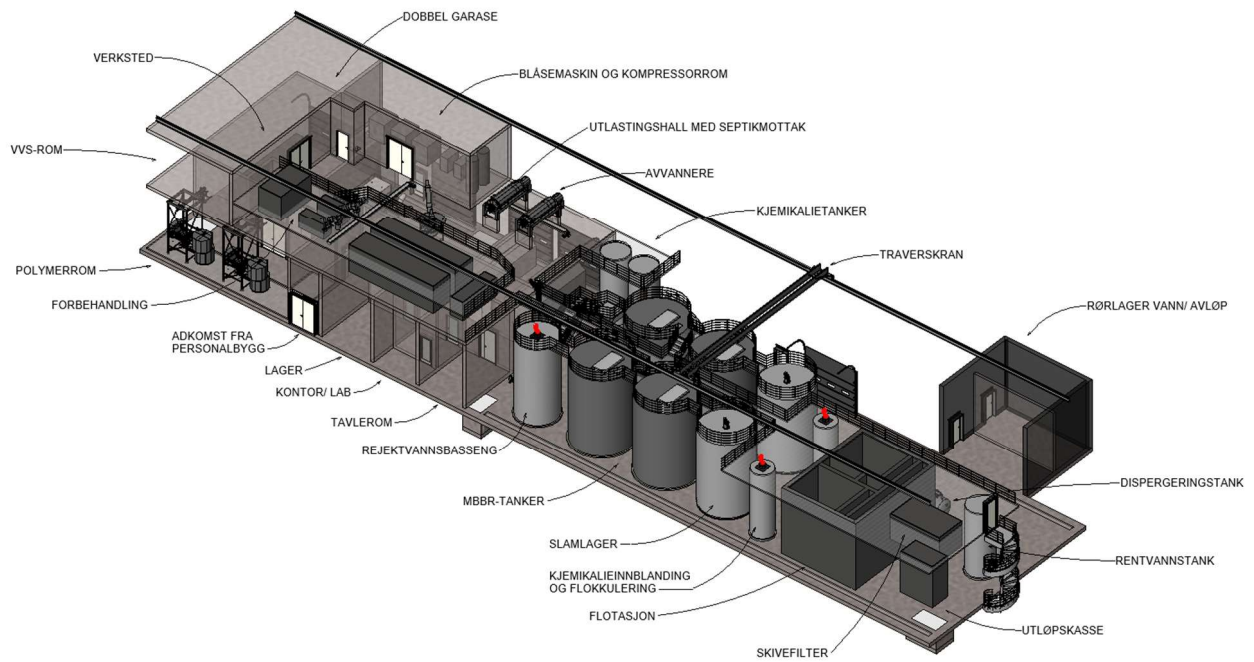
Nytt renseanlegg på Nesbyen er bygget opp med forbehandling, biologisk rensing med MBBR, kjemisk felling og avskilling med flotasjon og etterpolering med dukfiltrering. Figur 2 illustrerer en prinsippskisse av en linje i anlegget. Anlegget bygges opp med to linjer (unntak for etterpoleringen), med mulighet for krysskobling.

Med valgt anleggsløsning vil utvidelse av biologisk trinn (byggetrinn 2) enkelt kunne skje når det blir behov. Videre er det naturlig at en del enkeltkomponenter dimensjoneres for behovet ved oppstart av anlegget, med mulighet for å bytte disse med tilsvarende komponenter med større kapasitet senere, gjerne i takt med utstyrets levetid (eksempelvis blåsemaskiner, dispergeringspumper, mv).

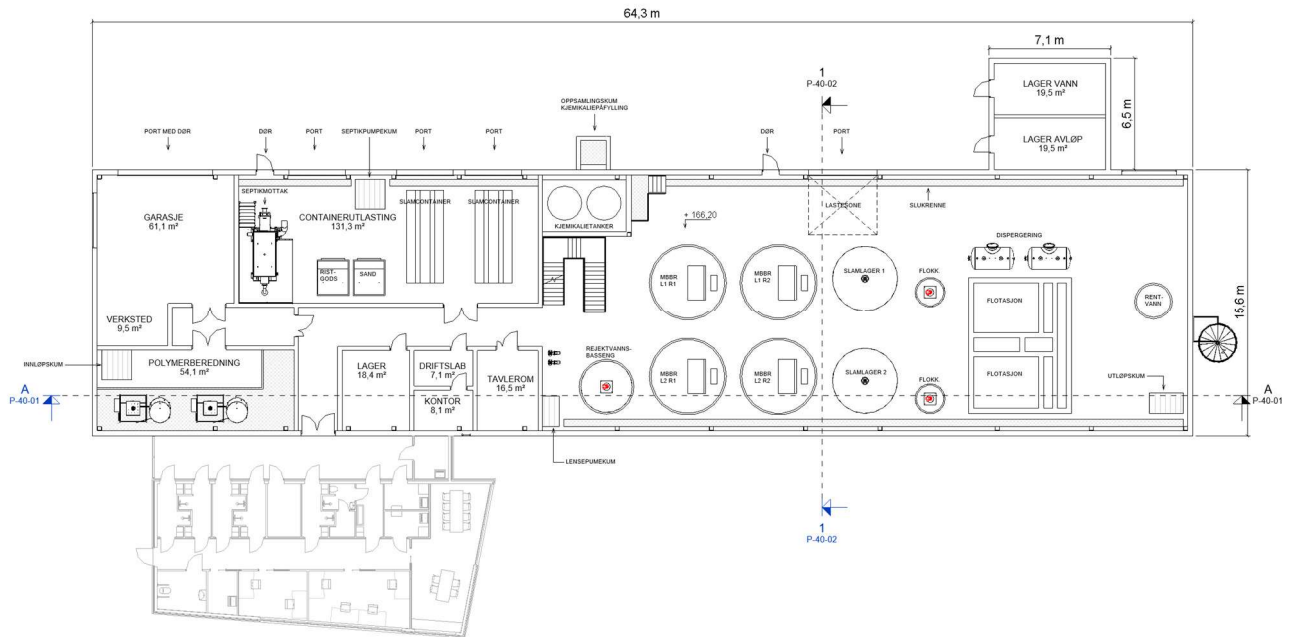


Figur 2: Prinsippskisse av en av anleggets to linjer.

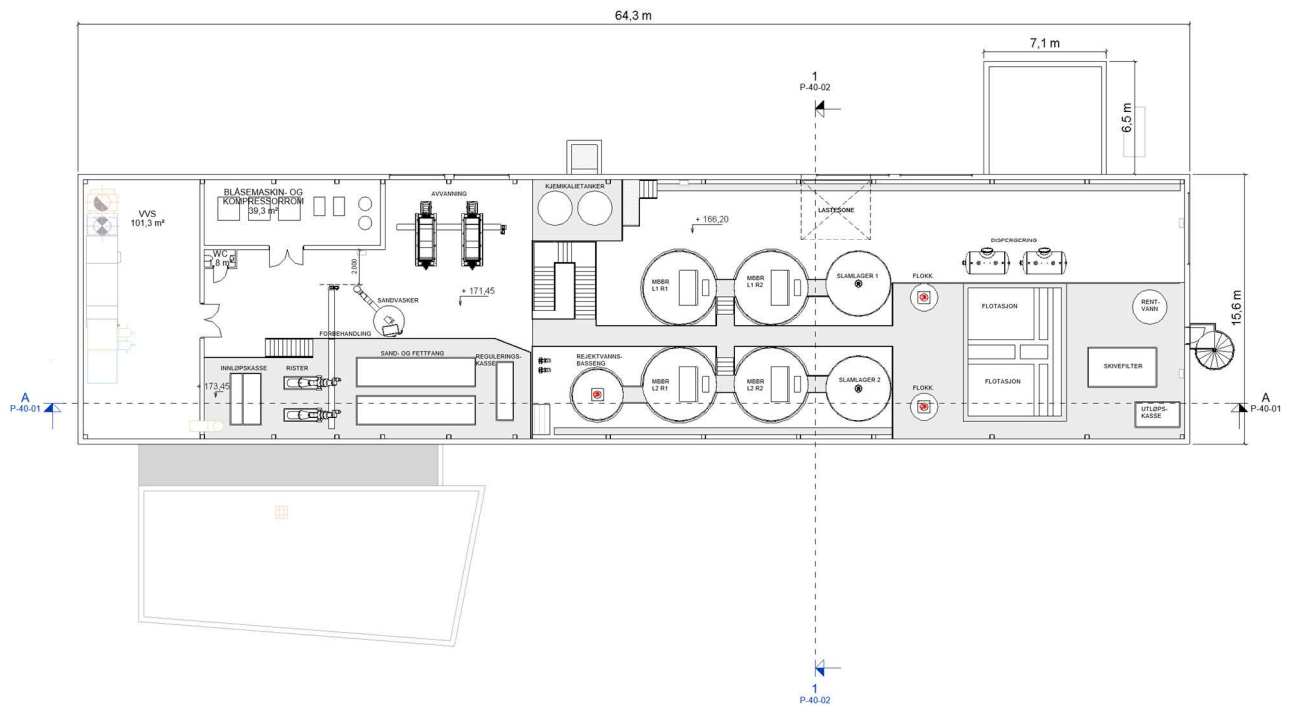
Figur 3 til 5 illustrerer planskissene av prosesshallen og plassering av de ulike rensetrinnene.



Figur 3: 3D modell av renseanlegget med plassering av rensetrinn (sett fra plan 1).



Figur 4: Plantegning av anlegget fra plan 1



Figur 5: Plantegning av anlegget fra plan 2

2.2 Prinsipp anleggsdesign

Prosessdelen kan sies å bestå av 2 hoveddeler:

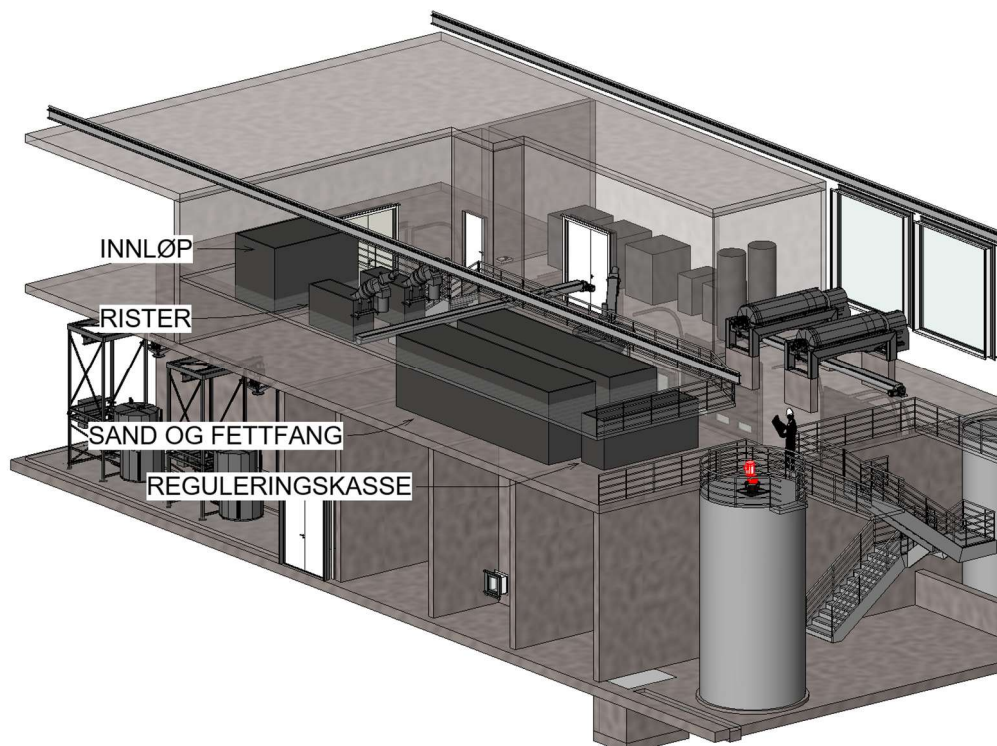
1. Teknisk del inkl. forbehandling og slamutlasting
2. Hovedbassenghall

Den tekniske delen består av rom for VVS og elektro/automatisering og blåsemaskin/kompressorrom, i tillegg til fellesfunksjoner som verksted, dobbelgarasje, kontor/driftslab. og tavlerom. Denne delen av anlegget er plassert som den nærmeste delen til personaldelen for å gi korte transportavstander mellom de rommene som forventes å benyttes mest. Videre er den tekniske delen utformet med en felles sentral korridor med bredde 2,3 m, slik at det er gode transportmuligheter og man får god oversikt over de enkelte rommene.

Dersom det skulle bli aktuelt å plassere et felles lager for vann og avløp tilknyttet renseanlegget, er disse rommene tilknyttet anlegget som et lite tilbygg med separat adkomst fra plassen.

2.3 Innløpskasse/fordelingskasse

Fra ny pumpestasjon ved eksisterende renseanlegg pumpes avløpsvannet direkte til fordelingskassen i renseanlegget. Fordelingskassen er første trinn i forbehandlingen, illustrert på Figur 6 sammen med resten av forbehandlingen. For å fordele tilførselen relativt jevnt til de to linjene i forbehandlingen benyttes en fordelingskasse i stål på innløpet. Fordelingen skjer ved bruk av (manuelt) regulerbare fysiske overløpskanter, som gir *god nok* fordeling for forbehandlingen. Kassen utstyres også med nødoverløp i tilfelle gjentetting av rister. Kassen tilrettelegges slik at den kan benyttes som prøvetakingsvolum (dvs. ingen rejevtvannstrømmer før prøvetaking).



Figur 6: 3D-Utsnitt fra forbehandlingsrommet i anlegget

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

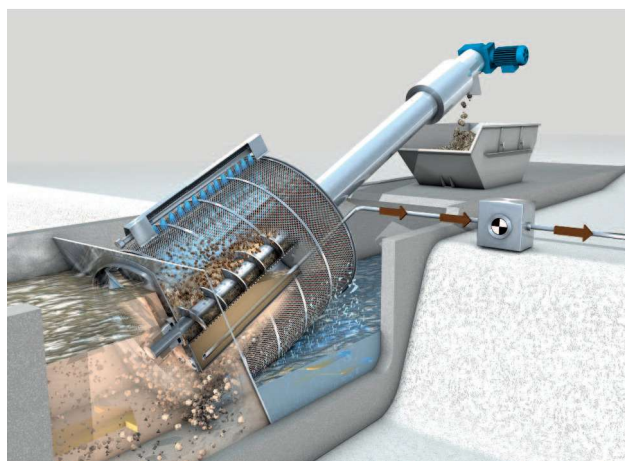
2.4 Rister

Fra fordelingskassen renner vannet videre til to rister. Rist er et nødvendig førstetrinn for å fjerne avløpssøppel og for å beskytte etterfølgende behandlingsprosesser mot tilstopping og/eller skader. Avløpssøppelet holdes igjen, vaskes og transporteres til liten container for avhenting. Risten har normalt en spalte- eller hullåpning på 3-6 mm.

Anlegget ønskes å kunne driftes normalt med en rist utav 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 $Q_{maksdim}$. Til sammen vil de da håndtere Q_{maks} tilsvarende $2 \cdot Q_{maksdim}$, slik at synlig avløpssøppel aldri vil nå resipient, selv ved svært stor vanntilførsel. Også nødoverløpet må kunne håndtere Q_{maks} .

Som grunnlag for forprosjektet er en kombinert rist og ristgodsvasker benyttet (se Figur 6). Denne er velegnet for mindre til mellomstore anlegg av denne størrelsen. Her er Huber sin RPPS lagt til grunn, men det finnes flere tilsvarende løsninger på markedet.

Det må understrekes at produktet nevnt her og ellers i dokumentet er ment som eksempler på egnede løsninger. Ved kontrahering vil det spesifiseres funksjonskrav som ulike produkter vil være i stand til å tilfredsstille. Eksempelvis er det naturlig at forbehandlingen (rister og sand- fettfang, evt. også kombinasjonsløsninger med dette) kjøpes inn som en pakke fra samme leverandør (underleverandør) med noen overordnede krav til avskillingseffekt, restprodukter, plassbehov mv.



Figur 7: Illustrasjon av egnet rist med integrert ristgodsvasker (kilde: Huber.no)

Illustrasjonen i Figur 7 viser hvordan den aktuelle risten fungerer, ved at avløpsvannet siles gjennom en «kurv». Det som holdes tilbake vaskes i nedre del av skruen og avvannes i øvre del av skruen, før tørt ristgodset mates ut klar for videre transport. Integrert ristgodsvasking er en fordel ved at det ikke er behov for transport av vått ristgodset fra selve rista til en separat ristgodsvasker.

Vasket ristgodset skrus med en felles transportskrue til tett ristgodstcontainer. Containeren ventileres med undertrykk via punktavsug på teleskop til luktbehandlingsanlegget.

Erfaringsverdier for vaskede ristgodsmengder angir en produksjon på 2,5 l/pe*år (Wastewater Engineering, Metcalf & Eddy). Dette tilsvarer ca. 10-19 m³/år byggetrinn 1 og byggetrinn 2. Forslåtte container har et volum på ca. 3 m³, slik at denne da må tømmes ca. annenhver måned.

Tabell 1: Nøkkeltall rister

Rister	Verdi	Enhet
Antall	2	stk.
Kapasitet pr. rist	225	m ³ /h
Kapasitet totalt	450	m ³ /h

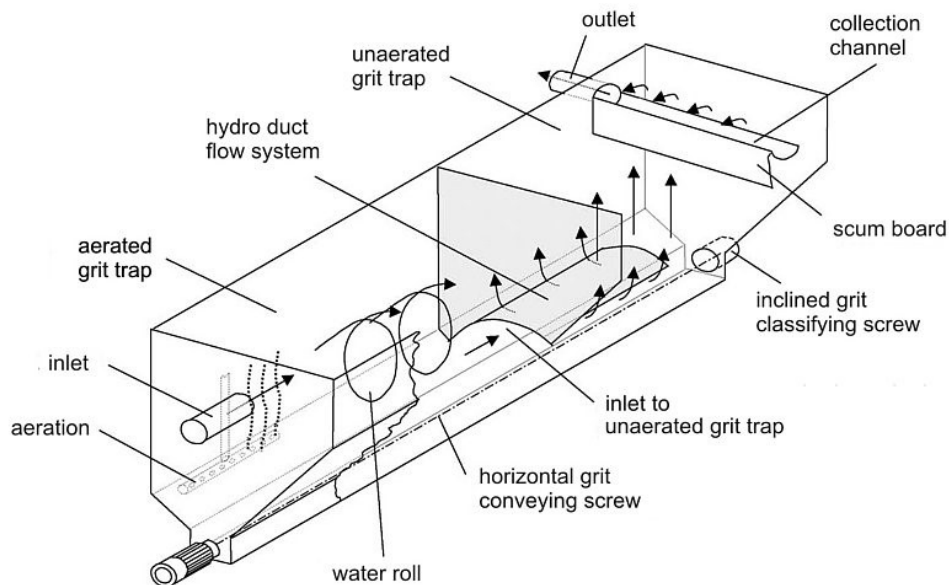
2.5 Sand- og fettfang og sandvasker

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

Sandfangene dimensjoneres for samme kapasitet som ristene, dvs. $Q_{maksdim}$. En rist, og tilhørende sand- og fettfang, blir dermed en linje i forbehandlingen med samme hydrauliske kapasitet. Dette betyr at sandfangene i store perioder vil ha relativt lav belastning, noe som kan medføre problemer med sedimentering av større mengder organisk stoff og suspendert stoff enn ønskelig. Det er derfor en mulighet at sandfangene dimensjoneres for nødvendig avskillingseffekt ved eksempelvis $Q_{maksdim}/2$, dvs. at man aksepterer en redusert avskilling av sand og fett dersom en linje er ute av drift, men hvor man likevel får den fulle vannmengden ($Q_{maksdim}$) igjennom en linje. For anleggsdesignet sin del har dette liten betydning, den eneste forskjellen vil være lengden på sand- og fettfanget. Det er pt. lagt inn et sand- og fettfang med «full» kapasitet, som vil være den mest plasskrevende varianten.

De prefabrikkerte sandfangene har for øvrig 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 ekstra driftspunkt med beleggdannelse på sensorer og størkning i slamrør/slampumper i anlegget. Da det ikke er kjente påslipp med betydelig fett til Nes legges et kompakt fettavdrag likevel til grunn. 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, og myke bend overganger i slamrør for å redusere faren for tilstopping med fett.

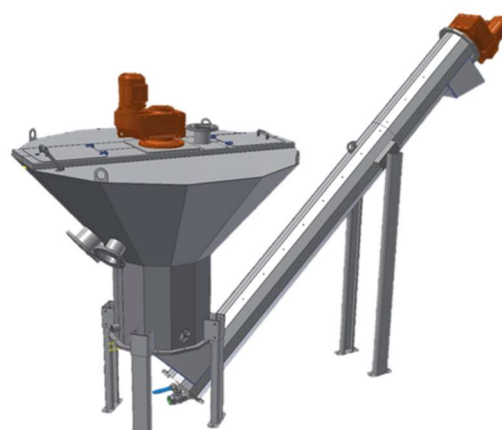
Når det gjelder evt. bruk av kombinasjonsheter hvor rister, sand og fettfang leveres som en samlet pakke, så er dette i utgangspunktet en mulig løsning. En slik løsning vil være noe mindre plasskrevende enn det som pt. er vist i modellen. Ved å bruke en slik kombinasjonsløsning vil forøvrig valgfriheten mhp. kombinasjoner av rister og sandfang være noe mindre, og det er derfor som en sikkerhet lagt til grunn den mest plasskrevende løsningen (men differansen er ikke stor).



Figur 8: Prinsippskisse og bilde av velegnet sandfang, (kilde: Huber.no)

Sanden som tas ut pumpes med tørroppstilte sentrifugalpumper plassert på gulvet under sandfangene, til sandvasker plassert i samme plan. Vasket sand faller så fra sandvaskerne til en tett sandbeholder i plan 1. Rejektvannet graviterer til reguleringskasse etter sandfangene.

Erfaringsverdier for vaskede sandmengder angir en produksjon på 1,0 l/pe*år (Wastewater Engineering, Metcalf & Eddy). Vasking av sanden tilsvarer ca. 4-7 m³/år i hhv byggetrinn 1 og 2. Med en såpass lav sandproduksjon er det naturlig å benytte mindre avfallsbeholdere for sanda, eksempelvis med størrelse 370 liter. Det gir et tømmebehov på hhv. 11 og 19 ganger i året.



Figur 9: Illustrasjon på egnet sandvasker, (kilde: Andersson og Water)

Tabell 2: Nøkkeltall sandfang

Sandfang	Verdi	Enhet
Antall	2	stk.
Kapasitet, hydraulisk, pr. sandfang	225	m ³ /h
Kapasitet totalt	450	m ³ /h
Dimensjonerende vannmengde for avskilling, pr. sandfang*	225	m ³ /h

* 90% av sand >0,2 mm.

2.6 Reguleringsarrangement

Bak sandfangene er det en reguleringskasse i stål som samler og fordeler strømmene til to linjer gjennom anlegget. Denne er lukket med punktavsug og luke. Avlasting av tilførsel over $Q_{maksdim}$ gjøres over en fast overløpskant. Overløpsrøret med dimensjon DN350 er tilknyttet en mengdemåler før det føres til utløpskum.

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

Tabell 3: Nøkkeltall reguleringsarrangement

Sandfang	Verdi	Enhet
Antall linjer (videreført til biologisk trinn)	2	stk.
Kapasitet, hydraulisk, pr. linje	112,5	m ³ /h
Kapasitet totalt	225	m ³ /h
Kapasitet drifts- og nødoverløp	450	m ³ /h

2.7 Biologisk rensetrinn med suspenderte plastbærere

Utforming:

Avløpet renner med selvføll fra sandfangene til to biologiske reaktorer, via to rør på DN200. 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 Reactor (MBBR), som nå er tilgjengelig i flere varianter under ulike merkenavn.

Ved bruk av industrihallkonseptet er det hensiktsmessig med prefabrikkerte sirkulære biologiske reaktorer, der det etableres en linje i 1. byggetrinn som består av to seriekoblede bioreaktorer. I byggetrinn 2 etableres en ny linje. Bioreaktorene er overdekket med luker for inspeksjon og rengjøring av siler o.l. Betjeningsdekke i høyde med topp tank etableres som en integrert del av tankleveransen.

Bioreaktorene utformes med brutt vannstrøm på innløpet, syrefaste rørluftesystem i bunn, siler for uttak av avløpsvann i toppen, samt nødoverløp med sil slik at biomedie ikke kan unnslippe. Med en slik utforming vil biomedie ikke kunne nå resipient selv ved feil på anlegget og gjentetting av siler. Hver reaktor utstyres også med nivåmåler med alarm, samt O₂-måler for å styre blåsmaskinene mot et settpunkt.



Figur 10: Illustrasjon av bæremedie 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 bæremedie K5 med fyllingsgrad på 50% og 7 grader som dimensjonerende lavbelastningstemperatur. Dette gir nødvendig reaktorvolum på hhv. 150 og 282 m³ i byggefase 1 og 2. For god planutforming og energieffektivitet er det valgt høye reaktorer med effektiv dybde på 5 m.

Maksimal fyllingsgrad for fullt belastet anlegg anvendes da det er ønskelig å begrense anleggets overdimensjonering ved normalbelastning. Dette er for å redusere utfordringene overdimensjonering av et biotrinns kan gi. Fyllingsgraden kan varieres fra 35-50% slik at dette gir følgende spillerom i byggefase 1 og 2:

Tabell 4: Teoretisk kapasitet i bioreaktorene i byggetrinn 1 og 2 ved minimums og maksimal (dimensjonerende) fyllingsgrad av bæremedie (K5).

Parameter	Min	Dimensjonerende	Reaktorer i drift
Fyllingsgrad	35 %	50 %	
Kapasitet byggefase 1 (kg BOF ₅ /d)	385	550	R1 i hver linje, R2 uten bæremedium
Kapasitet byggefase 2 (kg BOF ₅ /d)	721	1030	R1 og R2 i hver linje med bæremedium

Nesbyen RA vil ha svært varierende organisk belastning over året og uken som følge av turist-tilførsel. Og anlegget vil med dimensjonerende fyllingsgrad, i sommermånedene med lav-belastning ha en overkapasitet på opp mot 350% i byggefase 1. 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 (Hartevatn RA). 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 minimum fyllingsgrad og supplere jevnlig opp mot maks fyllingsgrad etter hvert som det sees behov for dette i feriene på vinterstid
- 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 for øvrig være en begrensning i hvor lavt luftmengden kan settes, da det må være tilstrekkelig luft for å få nødvendig omrøring reaktorene. Intermittent luftig kan vurderes i lengre perioder med lavbelastning på sommer og høst.
- Ta ut en linje av drift: Ved lavbelastning eksempelvis hele høsten kan en linje i bioreaktoren evt. tas ut av drift og startes opp igjen 1-2 uker før juleferien.

Blåsemaskiner:

Energiforbruk til blåsemaskiner for lufting av bioreaktorene er generelt den største energiforbrukeren i renseanlegg. I et bærekraftsperspektiv er det derfor viktig å energioptimalisere blåsemaskinene for normalbelastningen 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.

I lys av dette settes det inn tre blåsemaskiner som samlet har kapasitet til dimensjonerende belastning byggetrinn 1. Det er dermed ikke redundans i ferier i vinteråret, men forventes en maskin i reserve i helger, og kun en maskin i drift ved normalbelastning. Det forutsettes da at alle maskinene kan driftes i juleferie, vinterferie og påskeferie. Blåsemaskinene plasseres i eget rom da disse ofte genererer støyutfordringer plassert i selve prosesshallen.

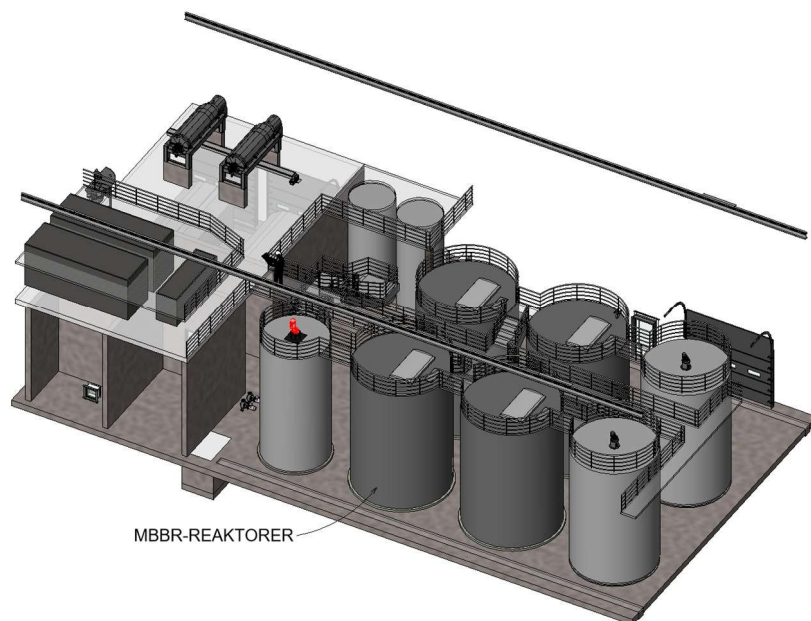
Dimensjonerende luftebehov er 660 Nm³/h i byggetrinn 1. Hvilket gir tre blåsemaskiner med en maksimal kapasitet på 280 Nm³/h. For Byggetrinn 2 er behovet økt til 1 240 Nm³/h, og maskinene ut med større blåsemaskiner. (Inntegnede blåsemaskiner i modell har kapasitet for byggetrinn 2 for å sikre tilstrekkelig plass). Også ventilasjonssystemet og avtrekket fra biotrinnet dimensjoneres for byggetrinn 2 fra starten av.

Tabell 5: Nøkkeltall biologisk trinn

Bioreaktorer	Verdi	Enhet
Antall linjer	2	stk.
Antall reaktorer pr. linje	2	stk.
Kapasitet, hydraulisk, pr. linje	112,5	m ³ /h
Kapasitet totalt	225	m ³ /h
Totalt volum	282	m ³
Væskedyp	5,0	m
Total høyde reaktor	6,0	m
Diameter reaktorer	4,3	m
Bæremedium*	K5	
Fyllingsgrad min.	35 %	
Fyllingsgrad maks.	50 %	

* Andre bæremedier også aktuelle, tatt med som eksempel.

Utsnitt av modellen med det biologiske rensetrinnet er vist i etterfølgende figur. MBBR'en er de 4 tankene i senter av utklippet. Adkomst til topp av tanker skjer via trapp fra plan 1 opp til felles gangareal for alle tanker i bassenghallen.



Figur 11: Biologisk rensetrinn med MBBR.

2.8 Kjemikalieinnblanding og flokkulering

Det legges opp til kjemikalieinnblanding med hurtigmikser til en sirkulær flokkuleringsreaktor i stål. Det er lagt opp til en pr. linje. Omrøringen foregår med toppmontert omrører. Hastigheten på omrøring vil frekvensstyres etter mengde. Kjemikalietilsetningen styres på pH, mengde og evt. turbiditet ut av flotasjonsenheten. (Det pågår også forsøk med å finne gode algoritmer for å styre etter konduktivitet, slik at en konduktivitetsmåler kan være en interessant styringsparameter). Med det strenge fosfor kravet til renseanlegget er god kontroll og styring på kjemikalieinnblandingen viktig. Flokkuleringstankene er illustrert på Figur 12.

Tabell 6: Nøkkeltall dosering fellingskjemikalier.

Doseringsanlegg fellingskjem.	Verdi	Enhet
Antall linjer	2	stk.
Antall pumper	2+1	stk.

Tabell 7: Nøkkeltall flokkulering.

Flokkulering	Verdi	Enhet
Antall linjer	2	stk.
Dimensjonerende oppholdstid	180	sek.
Antall tanker i hver linje	1	stk.
Diameter	1,5	m
Væskedyp	3,7	m

2.9 Flotasjon

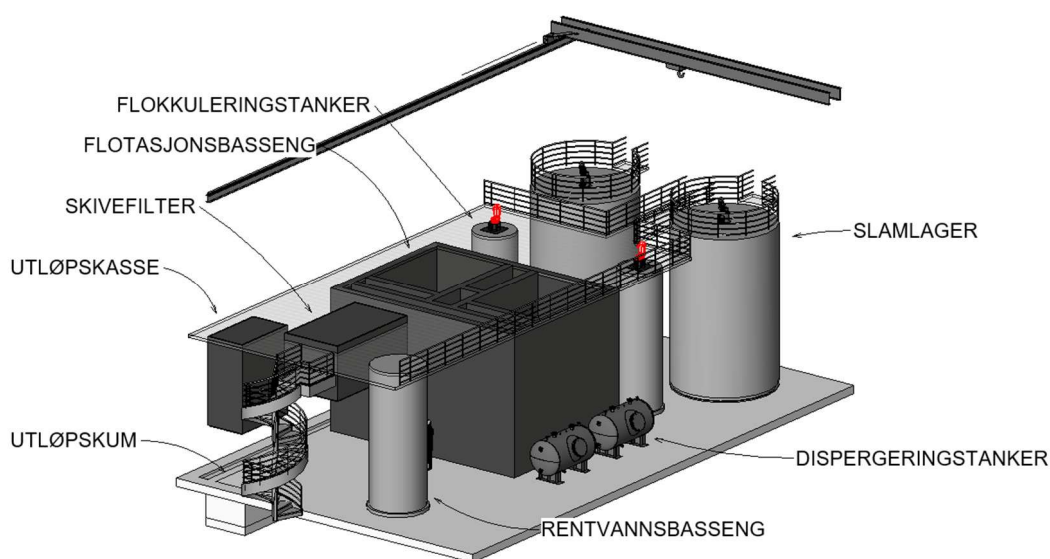
Det finnes flere varianter på markedet. Felles er at ca. 10–15 % av rensset avløpsvann tilføres et dispergeringsystem og mettes med luft under trykk. Dispergeringsvannet tilbakeføres til innløpet og mens

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 dispergeringspumper. Dette skyldes at dispergeringspumper på mindre anlegg har vist driftsutfordringer med at små rørdimensjoner går tett som følge av mindre urenheter i det rensede avløpsvannet. Nes RA er antagelig i det størrelsessjiktet hvor dispergeringspumpene fungerer best, men det er likevel valgt å legge inn konvensjonelle dispergeringssystem for å redusere driftsulempene.

Flotasjonsbassengene er dimensjonert med to linjer, med en overflatebelastning på hhv. Maks 5 og 10 $m^3/m^2 \cdot h$ ved Q_{dim} og $Q_{maksdim}$. Flotasjonsbassenget får et samlet effektivt areal på 25 m^2 , samt sone for slamuttak og rentvannskanal.

Utforming er illustrert i Figur 12. Her er det vist en plass-støpt løsning, men prefabrikkerte løsninger kan være vel så aktuelle (se PN4 for beskrivelse). Dette får liten eller ingen innvirkning på det totale arealbehovet for prosessen. Bassenget utformes med skrape for avdraget på topp og skrape for sedimentert slam i bunn. Overflateskraper skyver slammene til et tversgående skruetrau hvor det faller ned til skruen. Herfra skrus slammene videre til slamlomme mellom bassengene og pumpes med eksenterskruepumper til slamlager.

Sedimentert slam skapes til slamvotte for utpumping med to andre eksenterskruepumper til samme slamlager. Renset avløpsvann renner over en langsgående overløpskant til samlet rentvannskanal. Her plasseres utløpsprøvetaker og utløpsrøret går ut av kanalen til utløpskummen og videre til utslippsledning.



Figur 12: Utsnitt fra 3D-modell som viser flokkuleringstanker, dispergeringssystemet, plass-støpte flotasjonsbasseng med rentvannskanal og slamlomme

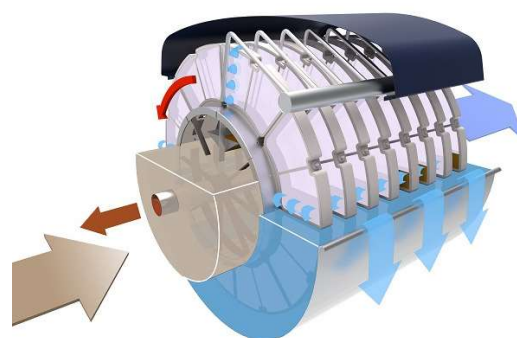
Tabell 8: Nøkkeltall flotasjon.

Flotasjon	Verdi	Enhet
Antall linjer	2	stk.
Overflatebelastning v/Q_{dim} (eks. dispergeringsvann)	5	m/h
Overflatebelastning $v/Q_{maksdim}$ (eks. dispergeringsvann)	10	m/h
Bredde (eff.) pr. basseng	3,0	m
Lengde (eff.) pr. basseng	3,8	m
Lengde (tot. pr. basseng)	4,8	m

2.10 Filteranlegg

Det forventes et strengt fosforkrav til anlegget (95 %) og det er usikkert hvilke ytterligere renskrav som kan komme i fremtiden. Et anlegg basert på avskilling i flotasjon forventes å klare dette kravet uten etterpolering (i denne sammenhengen er det vesentlig at kravet gjelder middelværdi over året og ikke enkeltprøver). Som en sikkerhet for overholdelse av renskravet legges det inn et etterpoleringsfilter (skivefilter) som gir en ytterligere SS- og fosforreduksjon i utløpsvannet, og som vil hjelpe avskillingen ved driftsproblemer i flotasjonstrinnet (slamflukt). Trinnet forventes å kunne bypasses ved lavbelastningsperioder el.

Skivefilteret er ikke kritisk for drift av anlegget slik at det kun benyttes 1 linje og med mulighet for bypass ved feil. Skissert filterløsning er en Nordic Water, DynaDisc (se Figur 13).



Figur 13: Illustrasjon av et diskfilter og virkemåte (kilde: Nordic Water, DynaDisc)

Tabell 9: Nøkkeltall etterpolering.

Doseringsanlegg fellingskjem.	Verdi	Enhet
Antall linjer	1	stk.
Filtreringsteknologi	Skivefilter	
Kapasitet	225	m ³ /h
Dimensjonerende overflatebelastning	10	m/h
Filteråpning	10-20	µm

2.11 Utløpskum

Overløp og rentvann samles i en utløpskum før utløpsledningen ut av anlegget. Herfra går det videre til utløpsledning med DN350 til egnet utløpspunkt i elven.

2.12 Slamlagre

Slam fra septikslam/eksternslam samt internslam 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 slamlagrene. 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.

Det forventes et gjennomsnittlig tørrstoffinnhold på 3% i slammet. Tradisjonelt ble slamlagrene dimensjonert for tre dagers oppholdstid for at avvanningsutstyr skal kunne stå en langhelg. Dette er for øvrig ikke nødvendig lenger da utstyret og automatiseringssystemet er godt nok til å starte opp uten tilsyn. Spesielt gjelder dette avvanningsskrue og med full redundans på avvanningsutstyr, som forutsatt her. Avvanningsutstyr har også godt av tilnærmet kontinuerlig drift. Dersom anlegget skulle dimensjoneres for

høysesongen i byggetrinn 2 ville det også blitt svært stort og lite hensiktsmessig i en normalsituasjon ved anlegget. Lagringskapasiteten kan derfor reduseres ned til 1,5 dagers oppholdstid.

Tabell 10: Slamlagringskapasitet ved ulike belastningssituasjoner

Belastningsscenario	Oppstart	BT1	BT2	Enhet
Lagringskap. høysesong (jul, vinterferie, påske)		2,9	1,5	døgn
Lagringskap. midlere bel. m/midlere slammottak	5,9	4,7	2,9	døgn
Lagringskap. lavbel. u/slammottak	11,6	8,2	4,9	døgn

I tabellen over så er det for høysesongen ikke lagt inn septikmottak/eksternslammottak samtidig med maks. slamproduksjon i høybelastningsperiode som er jul, vinterferie og påske. I praksis så vil man med det lagringsvolumet som er angitt likevel ha kapasitet til å ta imot noe eksternslam og med økt driftstid på avvannere/høyere belastning, også kunne håndtere en slik situasjon. Pr. i dag mottas det slam fra Ål renseanlegg i størrelsesorden hver 14. dag eller 1 gang i måneden.

Slamlageret er delt på to ståltanker for å ivareta drift av anlegget ved vedlikehold eller lignende i et slamlager. Det er toppmonterte propelleromrørere, og adkomst til bassengene fra inspeksjonsluker i toppen. Tankene er utstyrt med nødoverløp til utløpskasse.

For å redusere biogassproduksjon i slamlagrene ved lang oppholdstid i lavsesongen, bør slamlagrene generelt driftes med lavt nivå. Dersom det skulle komme et biogassanlegg i Hallingdal vil dette medføre økt biogasspotensiale videre, samt redusert metanutslipp og CO₂-avtrykk i renseanlegget.

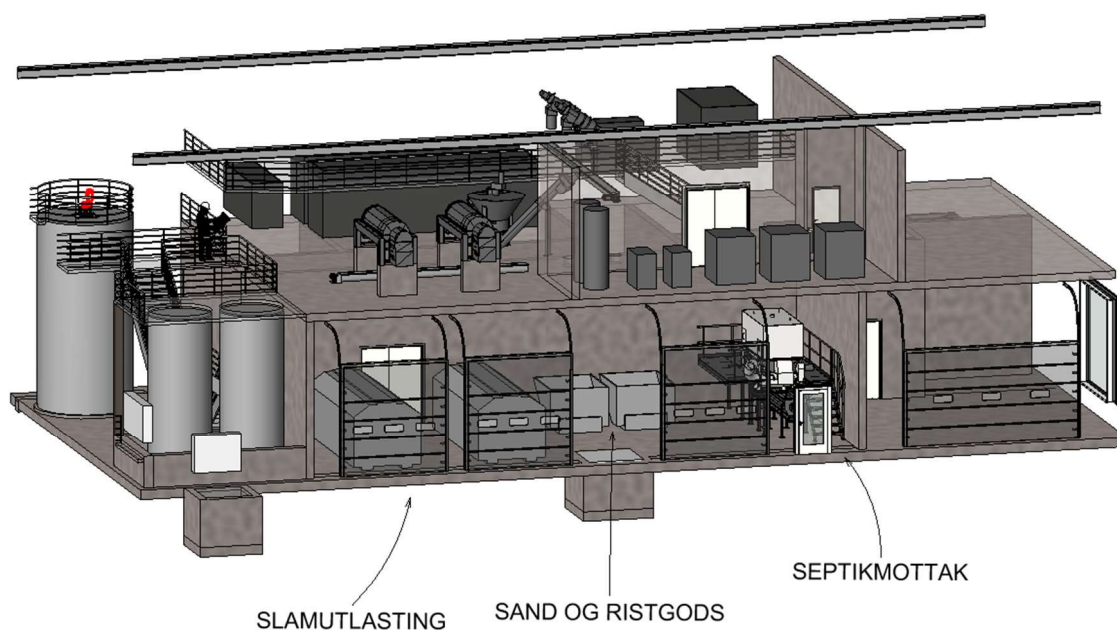
Tabell 11: Nøkkeltall slamlagre.

Slamlagre	Verdi	Enhet
Antall linjer	2	stk.
Diameter	3,8	m
Væskedyp (maks.)	5,5	m
Væskedyp (min.)	1,2	m
Effektivt lagringsvolum pr. tank	49	m ³
Effektivt lagringsvolum totalt	98	m ³

2.13 Skrueavvanning

Figur 14 illustrerer avvanning og utlastningshall i 3D modellen. Slammet pumpes med to eksenterskruepumper fra slamlager til avvannere plassert over utlastningshallen. Rørdimensjon til avvanning er DN65. 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. 3% TS til ca. 25% TS før utlasting.



Figur 14: Avvanning og slamutlasting



Figur 15: Tilsvarende skrupresse fra Odderøya RA (kilde: IEA)

Avvannerne dimensjoneres for kontinuerlig drift i høybelastningsferiene i Byggetrinn 2. Dette tilsvarer 2,8 m³/h og 83 kg TS/h. En maskin vil stå i reserve. Nærmeste modell med større kapasitet er det SP-HF 05 XL med kapasitet opp til 168 kg TS/h (Dette gir stor overkapasitet og bruk av SP-HF04 med kapasitet opp til 70 kg TS/h kan vurderes i en senere planfase og i dialog med leverandør. Fabrikat på avvanningen vil uansett ikke kunne bestemmes før som en del av kontraheringen).

Tabell 12: Nøkkeltall avvanning.

Avvanningsmaskiner	Byggetrinn 1	Byggetrinn 2	Enhet
Total slamproduksjon	1 051	1 980	kg SS/d
Slammengde internslem	35	66	m ³ /d
Kapasitet pr. maskin	44	83	
Driftstid	24	24	h
Nødvendig kapasitet tørrstoff	44	83	kg SS/h
Nødvendig hydraulisk kapasitet	1,5	2,8	m ³ /h
Tørrstoffinnhold avvannet slam	25 %	25 %	
Slammengde avvannet slam	4,2	7,9	m ³ /d

2.14 Utlastingscontainere

Slammet faller med selvføll fra avvannere ned i en fordelingskrue i utlastingscontainere plassert like under (se Figur 14). Skruen fordelen slammet til to slamcontainere. En intern skrue i containeren fordelen deretter slammet internt.

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

Det er skissert to krokloftecontainere med 5,4 m lengde for å kunne hentes samtidig med bil med henger. Typen Micodan ligger til grunn for forprosjektet. (Etter erfaringer fra Hartevatn RA, kan ny type mer solid krokloftecontainere vurderes i en senere planfase.)

Disse har en effektiv kapasitet på ca. 13,6 m³ slam. Med 25% TS i slammet gir dette forventede avhentingfrekvens gitt i Tabell 13. I høysesongerferier i BT2 må slam avhentes hver 3-4 dag, mens det i en normalsituasjon ved oppstart/BT1 må påregnes slamavhenting ca. annenhver uke. Dersom begge containerne ikke hentes etter hverandre på samme dag vil tømmeffrekvensen dobles.

Tabell 13: Estimert avhentingfrekvens av slamcontainere i ulike belastningsscenarier. Det er forutsatt at bilen kjører to turer og henter containerne etter hverandre. Ellers vil tømmeffrekvensen dobles.

Belastningsscenario	Oppstart	BT1	BT2	Enhet
Lagringskap. høysesong (jul, vinterferie, påske)		7	4	døgn
Lagringskap. midlere bel. m/midlere slammottak	14	11	7	døgn
Lagringskap. lavbel. u/slammottak	27	19	11	døgn

2.15 Septikmottak

Det er lagt inn et septikmottak for mottak av septik og mulighet for mottak av eksternslam i forprosjektet (se Figur 14). Generelt er det kun tette tanker som sendes til anlegget, men det er ønskelig å ta dette inn via et septikmottak for økt sikkerhet og da det erfaringsmessig er svært varierende kvalitet på det som kommer. Eksternslam leveres også her. Septikmottaket er plassert i utlastingshallen for å holde luktproduserende enheter samlet. I forprosjektet er det lagt til grunn et produkt fra Andersson Water (SSR 1100-800-3), se Figur 16, men som alt annet prosessutstyr vil dette først bestemmes som en del av kontraheringen. Foreløpig valgte produkt har høy kvalitet med mer godstykkelse enn enkelte andre modeller og dermed lenger levetid og mindre driftsproblemer med spalter som bøyes i risten el. Systemet er basert på trapperist med en spaltevidde på 3-6mm og en kapasitet på 1-6 m³/min. Valgte modell har en kapasitet på 120-180 m³/h. Med en bil på 13 m³ tar det da ca. 7 minutter å tømme bilen. For å unngå at bilen tømmer seg raskere

enn mottakets kapasitet legges det inn en belgventil for struping av inntaksrøret. Denne kan eksempelvis ha kapasitet på 50 m³/h slik at det tar 15 minutter å tømme bilen. Dette også for å redusere mengden septik/tette tanker som føres til innløpskummen eller pumpes til anleggets innløp. Ved midlere belastning fra øvrige abonnenter har anlegget kapasitet til å ta imot ca. 50-60 m³/h. Ved prøvetaking på innløpspumpeør må tette tanker føres til innløpskummen med selvføll, det må da installeres stengeventil fra pumpeump ved septikmottak som er styrt av nivå i innløpskummen.

Utomhus anlegget er et mottakspanel med kortleser. Septik pumpes etter mottaket via to sentrifugalpumper til fordelingskassen før ristene. Mengder på mottatt slam og TS-nivået registreres i forbindelse med pumping til fordelingskasse.



Figur 16: Eksempel på eksternslammottak lagt til grunn for forprosjektet (kilde: Andersson Water).

Tabell 14: Nøkkeltall septikmottak

Septikmottak	Oppstart	Enhet
Antall linjer	1	stk.
Hydraulisk kapasitet	60	m ³ /h

2.16 Eksternslammottak

Det er i dag eksternslammottak fra slammet på ÅI, uten at det er ønskelig å gjøre større investeringer for å fortsette å yte denne ytelsen. Det foreslås i lys av dette at eksternslam mottas gjennom septikmottaket. Dette gir en ekstra sikkerhet dersom sugebilen har sugd sand eller lignende som ligger igjen i bilen. Det må så inn en tørrstoffmåler og mulighet til å rute septikslam direkte til slamlager utfra målt TS. Denne installasjonen er ikke nødvendig ved mottak av tette tanker og er dermed for å kunne ta imot eksternslam fra ÅI.

Alternativene er å motta eksternslammet direkte til septikkum bak septikmottaket. Herfra rutes det videre direkte til slamlager med tilsvarende system.

2.17 Rør

Alle rør med avløpsvann eller slam er syrefaste stål (EN.14401 el. tilsv.). Kjemikalierør og polymerrør er PE-rør eller PVC-rør. Slamrør har slakere bend og sammenkoblinger for å unngå gjentetting. Utstyr er tilkoblet med flenser for enkel demontering ved behov. Rør er dimensjonert for selvreis ved dimensjonerende belastning. Som følge av svært varierende belastning må noe sedimentering i lavbelastningsperioder påregnes, og det legges derfor opp til en rekke spylepunkt.

2.18 Rejektivannssystem

For å utjevne rejektivannet før det pumpes tilbake i prosessen må det inn et rejektivannsbasseng. Rejekt fra avvanningsmaskiner og sandvasker føres med selvføll hit. Deretter pumpes det med to rejektivannspumper (sentrifugalpumper) tilbake til reguleringskassen bak sandfangene, hvorav den ene pumpen er i reserve.

Med kontinuerlig drift på avvannerne og med skruetresse reduseres behovet for rejektivannsutjevning. Det vil likevel være fornuftig med en utjevning av rejektivannet eksempelvis ved å magasinere rejektivann i perioder med maks. stoffbelastning inn på anlegget (morgen og ettermiddag) og så tilbakeføre dette i perioder på døgnet med lavere stoffbelastning. Maks. døgnvannmengde rejektivann vil være i størrelsesorden 50 m³/d og volumet nedenfor muliggjør dette.

Tabell 15: Nøkkeltall rejektivannssystem.

Rejektivannssystem	Oppstart	Enhet
Antall linjer	1	stk.
Diameter tank	3,0	m
Totalhøyde	5,0	m
Væskedyp (maks.)	4,5	m
Væskedyp (min.)	1,0	m
Volum (eff.)	25	m ³
Antall pumper	1+1	stk.

2.19 Polymerberedere

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

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

Begge polymerberedere inkl. nødvendig kringutstyr er plassert oppe på et ristdekk, og hvor en oppstøpt betongkant sørger for at evt. søl fra beredningen samles opp uten å komme ut i gangarealer (polymersøl blir svært glatt og kan utgjøre en arbeidsrisiko). I rom for polymerberedere er det også satt av plass til å lagre 4 stk. tørrpolymersekker, plassert oppå ristdekket slik at også evt. søl fra disse samles opp.

Ved håndtering av tørrpolymersekker er det forutsatt at disse trilles inn med jekketralle via dobbeltgarasjen og settes enten opp på lagringsplassen, eller rett under berederne som er utstyrt med hver sin kran. Krana tilknyttet berederne heiser sekkene opp fra dekket og kjører den inn til korrekt posisjon over utmatingen.

Tabell 16: Nøkkeltall polymerberedere.

Polymberedere	Verdi	Enhet
Polymbereder vannbehandling	1	stk.
Polymbereder slambehandling	1	stk.
Type polymer	Tørrpolymer	

2.20 Kjemikalieutrustning

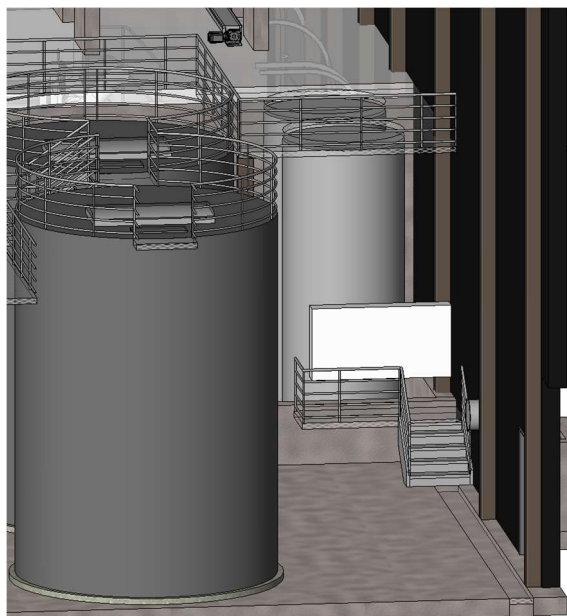
Det er lagt opp til to kjemikalietanker på anlegget. Dette for fleksibilitet og sikkerhet i driften. Kjemikalietankene har et samlet volum på 29 m³ slik at en bil med henger kan fylle dem opp (20-23 m³). Disse er plassert i katastrofekar for å samle opp søl. Tankene er sirkulære glassfibertanker (alternativt PE som også er benyttet) med diameter 2,0 m og høyde på 5,1 m. Det er tilgang for fylling fra plassen ute.

Det installeres 3 kjemikaliepumper, 1 til hver linje i flotasjonen og 1 felles reserve. Pumper og ventiler plasseres i eget kabinett med transparent panel i front for gode inspeksjonsmuligheter og sikkerhet mot lekkasjer/sprut. Disse kabinettene kjøpes som et ferdig produkt med alt installert fra leverandør. Kabinettet plasseres på topp av vegg for katastrofekar med drenering til katastrofekar ved evt. lekkasje. Som følge av høydeplassering av kabinettet må det etableres et lite repos foran dette for å få utstyret i betjeningshøyde.

Dette er illustrert i Figur 17 og Figur 18.



Figur 17: Doseringskabinett med kjemikaliepumper. (Kilde: Prominent/Malmberg.)



Figur 18: Utsnitt fra modell med kjemikalietanker, doseringspanel og katastrofekar.

2.21 Prosessvannssystem

Det etableres et prosessvannssystem for å anvende rensed avløpsvann til en rekke spyleformål i renseprosessen. Dette består av en rentvannstank, to prosessvannpumper, en trykktank og rørsystem til komponentene som skal kunne spyles (sandvasker, polymerberedere (spedevann), avvannere, evt. rister/ristgodsvaskere). Som et ledd i senere kontrahering er det viktig å avklare krav til spylevannskvalitet for

de enkelte komponentene og hvilke komponenter som faktisk kan benytte prosessvann. Samleledningen er en DN200, med forgreininger av mindre dimensjon til de ulike komponentene.

2.22 Bruttvannssystem

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

Bruttvannssystemet henter vann fra drikkevannsnettet og plasseres i VVS-rommet. Selve bruttvannstanken og tilhørende automatikk er det forutsatt bare en enhet av, mens trykkøkningspumper leveres redundant. Det kan diskuteres om det burde vært 2 separate enheter for størst mulig driftssikkerhet, men det er ikke vanlig for et anlegg av denne størrelsen og dette er normalt driftssikre komponenter.

2.23 Varmeveksler

Det er ofte, i det minste teoretisk, både bærekraftig og lønnsomt med varmeveksler på utløpsvannet for gjenvinning av varme til oppvarming av bygget. Da det er svært varierende vannbelastning til Nes vil den jevne grunnbelastningen dette evt. dimensjoneres for, og dermed gevinsten, være relativt liten og det er varierende erfaringer fra drift av dette på anlegg med flere ulike utfordringer. I lys av dette er det ikke lagt inn varmepumpe på utløpet i forprosjektet. Dersom dette likevel er ønskelig kan dette vurderes i en senere planfase.

2.24 Akkreditert prøvetaking

Det er ønskelig med en felles plass for håndtering av innløpsprøver og utløpsprøver. Dette kan plasseres i Plan 1 over utløpskummen. Det tas prøve fra innløpspumpeledningen mellom innløpskum og innløpskasse, samt suges fra utløpskummen. Arealet utstyres med benk, kjøleskap og vask. For at innløpsprøven skal tas på denne måten må tette tanker sendes til innløpskum istedenfor å pumpes til fordelingskasse, da avløp fra tette tanker skal inngå i prøvetakingen. Alternativt kan innløpsprøven tas i fordelingskasse før rister.

Det er elektromagnetisk mengdemåling på både overløpsmengden foran biotrinnet og til begge linjene.

Utløpskummen utformes for å tilstrebe homogeniserte forhold og representative prøver.

Det er ønskelig med en felles plass for håndtering av innløpsprøver og utløpsprøver. Slik anlegget er bygget opp, ligger innløpet og utløpet i hver sin ende av bygget, med ca. 50 m avstand mellom prøvetakerne. Dette følger naturlig av vannets vei gjennom anlegget.

Et felles vask/benkeareal vil plasseres enten i innløps- eller utløpsenden, alternativ på hvert sted. Vi imøteser en diskusjon om kommunens ønsker knytte til dette.

Innløpsprøve tas fra innløpskassa/fordelingskassa foran rister. Ved mottak av tette tanker pumpet til innløpet, vil da denne belastningen inngå i innløpsprøvene. Utløpsprøve tas fra utløpskassa, og kan velges tatt fra samlet avløp (overløpsvann og rensset avløpsvann blandet), eller på rensset avløpsvann alene. I sistnevnte tilfelle antas overløpsvannet (driftsoverløp) å ha samme konsentrasjoner som innløpsvannet.

Det er elektromagnetisk mengdemåling på innløpsvann til innløpskasse, overløpsmengde foran biotrinnet og vannmengde tilført hver linje i biotrinnet.