

Stord Vatn og Avløp AS

# ► **Skjersholmane avløpsrenseanlegg**

FOR-007 Vurdering av renseprosess

Prosjektnotat

Oppdragsnr.: **52408305** Dokumentnr.: **FOR-007** Versjon: J02 Dato: 2026-01-30



**Oppdragsgiver:** Stord Vatn og Avløp AS  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Arnstein Hetlesæter  
**Rådgiver:** Norconsult Norge AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika  
**Oppdragsleder:** Torstein Dalen  
**Fagansvarlig:** Arnljot Mølmen  
**Andre nøkkelpersoner:** Ebba Simensen, Daniel Salbu, Bjørg Eli Øymo, Vilde Karlsen Løkken

J02	2026-01-30	For bruk	DaSalb,	ReFri	ToDal
D01	2025-12-19	For godkjenning hos oppdragsgiver	DaSalb,	ReFri	ToDal
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

## ► Sammendrag

Norconsult har på oppdrag fra Stord kommune utarbeidet dette notatet for å vurdere og anbefale løsninger for fremtidens avløpsrenseanlegg for Stord kommune på Skjersholmane. Notatet er et tillegg til forprosjektrapporten, FOR-001 og skal belyse ulike prosessalternativer som kan være aktuelle ved det nye renseanlegget. Bakgrunnen er skjerpede renskrav i EUs reviderte avløpsdirektiv, som innebærer at sekundærrensing blir minimumskrav for anlegg over 1 000 pe. Det nye anlegget skal dimensjoneres for 33 000 pe og erstatte dagens slamavskilleranlegg, som ikke lenger vil oppfylle kravene.

Notatet vurderer ulike prosessløsninger for forbehandling, biologisk rensing, kjemisk rensing, slamseparasjon og slamhåndtering.

- **Forbehandling:** Kombinasjonsheter med rist, sand- og fettfang anbefales for å sikre robusthet og plassbesparelse.
- **Biologisk rensing:** Hovedalternativene er MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor) og aktivslam. MBBR vurderes som mest aktuell på grunn av kompakt design, fleksibilitet og robust drift.
- **Kjemisk rensing:** Det anbefales å legge til rette for dosering av fellingskjemikalier som en ekstra sikkerhet for å oppnå renskravene, selv om det ikke er krav til fosforfjerning.
- **Slamseparasjon:** Alternativer som sedimentering, flotasjon og filtrering er vurdert. Flotasjon trekkes frem som den mest hensiktsmessige løsningen, da den gir høy tørrstoffprosent i slammet og har moderat arealbehov.

På bakgrunn av dette er følgende prosessalternativer valgt for videre arbeid

1. **MBBR med primærrensetrinn** (foravskilling før biotrinn, etterfulgt av slamseparasjon)
2. **MBBR uten primærrensetrinn** (direkte inn i biotrinn, etterfulgt av slamseparasjon)

Alternativet uten primærrensetrinn gir enklere drift, men noe høyere energiforbruk. Alternativet med primærrensetrinn gir lavere energiforbruk og økt biogasspotensial i slammet, men er mer komplekst og arealkrevende.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Rensekrav og utslippstillatelse</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Dimensjonerende belastning</b>	<b>8</b>
3.1	Dimensjonerende hydraulisk belastning	8
3.2	Dimensjonerende stoffbelastning	8
<b>4</b>	<b>Prosessløsninger</b>	<b>9</b>
4.1	Industrihallkonseptet	9
4.2	Forbehandling	10
4.2.1	<i>Rister og siler</i>	10
4.2.2	<i>Sand- og fettfang</i>	12
4.2.3	<i>Oppsummering forbehandling</i>	13
4.3	Mekanisk rensing	13
4.3.1	<i>Sedimentering</i>	14
4.3.2	<i>Finsil</i>	14
4.4	Biologisk rensing	16
4.4.1	<i>Tradisjonelt aktivslamanlegg</i>	17
4.4.2	<i>Aktivslam med MBR (Membrane Bio Reactor)</i>	17
4.4.3	<i>Aktivslam i SBR (Sequencing Batch Reactor)</i>	18
4.4.4	<i>MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor)</i>	19
4.4.5	<i>Biorotor</i>	20
4.4.6	<i>Oppsummering biologisk rensing</i>	20
4.5	Kjemisk rensing	21
4.6	Slamseparasjon	21
4.6.1	<i>Sedimentering</i>	21
4.6.2	<i>Flotasjon</i>	22
4.6.3	<i>Finsil</i>	22
4.7	Slamproduksjon	23
4.8	Oppkonsentrering av slam	23
4.8.1	<i>Fortykking</i>	23
4.8.2	<i>Avvanning</i>	23
4.9	Slamhåndtering	26
<b>5</b>	<b>Valg av renseprosess</b>	<b>28</b>
5.1	Foravskilling før MBBR	28
5.1.1	<i>Alternativ 1A</i>	29
5.1.2	<i>Alternativ 1B</i>	29
5.1.3	<i>Alternativ 1C</i>	29

5.2	Biologisk trinn uten foravskilling	30
5.2.1	<i>Alternativ 2A</i>	30
5.2.2	<i>Alternativ 2B</i>	30
5.2.3	<i>Alternativ 2C</i>	31
5.3	Sammenstilling	32

## 1 Innledning

I kommunedelplanen for avløp og vannmiljø fra 2015 i Stord kommune ble det konkludert med at det skulle bygges fire store slamavskillere med egne slamlager. Planen var at de fire slamavskillerne skulle overholde primærrensekravet for avløpsrensing i kommunen. Per dags dato er det kun én av slamavskillerne som er bygd, Skjersholmane avløpsrenseanlegg, med en kapasitet på 6 800 pe.

I henhold til revidert avløpsdirektiv fra EU høsten 2024 vil sekundærrensing være minimumskravet i fremtiden. Stord kommunestyre vedtok derfor i 2024 at det kommunale avløpsvannet skal behandles i et nytt sekundærrenseanlegg, og at dette skal etableres på Skjersholmane.

Norconsult har fått i oppdrag av Stord kommune å utrede løsninger for fremtidens avløpshåndtering i kommunen. Målet er å foreta en overordnet og helhetlig utredning av hvilke løsninger som på best mulig vis oppfyller Stord kommune sine behov og mål for utvikling av rensekapasitet og ressursutnyttelse.

Forprosjektnotat «FOR-007 Vurdering av renseprosess» utarbeides for diskusjon og valg av renseprosess for nye Skjersholmane avløpsrenseanlegg, som et grunnlag for videre arbeid og prosjektering av renseanlegget. Dimensjonerende belastning omtales i forprosjektnotat «FOR-004 Dimensjonerende belastning».

## 2 Rensekrav og utslippstillatelse

Slamavskilleranlegget på Skjersholmane er dimensjonert for en belastning tilsvarende 6 800 pe. Statsforvalteren i Vestland (daværende Fylkesmannen i Hordaland) ga Stord kommune dispensasjon fra kravet om sekundærrensing i 2016, på grunn av utslipp til mindre følsom sjøresipient. På grunn av beregnet fremtidig belastning på 33 000 pe (over 1 000 pe), vil ikke det nye renseanlegget på Skjersholmane kunne få dispensasjon fra kravet om sekundærrensing når EUs reviderte avløpsdirektiv implementeres og trer i kraft i Norge. Rensekrav og dimensjonerende belastning for nye Skjersholmane RA presenteres kort i det følgende, og det henvises videre til prosjektnotat «FOR-004 Dimensjonerende belastning» for bakgrunn og ytterligere informasjon om rensekrav og dimensjonerende belastning på 33 000 pe.

Anlegget faller inn under kapittel 14-8 i Forurensningsforskriften, og siden det belastes med avløpsmengder tilsvarende over 10 000 pe, vil det være krav til 24 kontrollprøver i året. Prøvedagene skal være representativt fordelt over året og uken, hvor maksimalt 3 av døgnblandprøvene kan være utenfor rensekravet mht. organisk stoff. Rensekravet til fremtidige Skjersholmane RA vil bli som vist i Tabell 2-1.

*Tabell 2-1: Sekundærrensekravet iht. Forurensningsforskriften kapittel 14-8, som i EUs reviderte avløpsdirektiv forventes å ville gjelde Skjersholmane RA.*

Parameter	Rensekrav
BOF <sub>5</sub>	70 % reduksjon eller > 25 mg O <sub>2</sub> /l
KOF	75 % reduksjon eller > 125 mg O <sub>2</sub> /l

Det er ikke forventet at Skjersholmane RA får krav om tertiærrensing (reduksjon av fosfor og nitrogen), fordi resipienten ikke ansees å være sårbar eller i fare for eutrofiering. Det kan likevel være aktuelt å vurdere fosforgjenvinning på anlegget på grunn av fremtidig mangel på høykonsentrert fosformalm<sup>1</sup>. Med dagens teknologi for fosforgjenvinning vil dette forutsette at slammet fra renseanlegget blir behandlet i et biogassanlegg.

Kvartærrensekrav stilles til renseanlegg med utslipp til områder som identifiseres som følsomme for mikroforurensninger, eller anlegg med tilførsel over 150 000 pe. Det er foreløpig ingen indikasjoner som tyder på at dette vil gjelde for Skjersholmane RA. Det tas derfor ikke hensyn til fremtidige mulige rensekrav utover at det tilstrebes en fleksibel anleggsutforming og avsetting av plass på tomt for en eventuell fremtidig utvidelse. Avsatt plass bør tilstrebes å etableres på utløpsenden av renseanlegget for å enklest mulig tilrettelegge for etterpolering.

<sup>1</sup> Potensial for gjenvinning og resirkulering av fosfor (Vannforeningen – Arne Grønlund et.al)

### 3 Dimensjonerende belastning

Dimensjonerende belastning for Skjersholmane RA er vurdert og besluttet i forprosjektnotat «FOR-004 Dimensjonerende belastning» og «KDP-A03 Dimensjonerende avløpsmengder».

#### 3.1 Dimensjonerende hydraulisk belastning

Hydraulisk belastning er presentert i «KDP-A03 Dimensjonerende avløpsmengder», og valgte dimensjonerende belastning er presentert i Tabell 3-1. På grunn av forventet økt separasjon av fremmedvann forventes det ikke en økning i dimensjonerende hydraulisk belastning fram mot 2065.

Tabell 3-1: Dimensjonerende hydraulisk belastning til fremtidige Skjersholmane RA.

År	Q <sub>min</sub> l/s (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>dim</sub> l/s (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>maksdim</sub> l/s (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>maks</sub> l/s (m <sup>3</sup> /h)
2024	<b>32 (115)</b>	<b>195 (702)</b>	<b>480 (1728)</b>	<b>605 (2 178)</b>
2065	<b>32 (115)</b>	<b>195 (702)</b>	<b>480 (1728)</b>	<b>605 (2 178)</b>

I forbindelse med bygging av det nye renseanlegget på Skjersholmane, vil det bygges nye pumpestasjoner og overføringsledninger som samler alt avløpsvann fra dagens tettbebyggelser på Stord til det nye felles renseanlegget.

For mer detaljert utredning rundt den hydrauliske belastningen inn til nye Skjersholmane RA, se KDP-A03.

#### 3.2 Dimensjonerende stoffbelastning

Dimensjonerende stoffbelastning til Skjersholmane RA er oppsummert i Tabell 3-2. Dette er forventet utvikling i stoffbelastning i innløpet til renseanlegget fram mot dimensjonerende år 2065. Rejektivann tilføres oppstrøms det biologiske trinnet, og er medregnet stoffbelastningen i tabellen.

Tilleggsbelastning fra rejektivann er prosessavhengig, og derfor er det lagt til grunn at maksimal mengde rejektivann, beregnet for alternativ 1 med primærrensing, brukes for dimensjonering. Dette representerer en konservativ forutsetning ettersom retur av rejektivann til prosessen vil reguleres, og tilførsel av rejektivann tilbake til prosessen vil i hovedsak ikke forekomme ved maksimal innløpsmengde.

Tabell 3-2: Dimensjonerende stoffbelastning ved fremtidig renseanlegg på Skjersholmane.

År	BOF <sub>5</sub> [kg/d]	KOF [kg/d]	SS [kg/d]	TOT-P [kg/d]	TOT-N [kg/d]
2024	2 062	4 408	2 334	70	370
2050	2 271	4 827	2 579	77	412
2065	2 400	5 084	2 728	81	437

## 4 Prosessløsninger

Et nytt sekundærrenseanlegg på Skjersholmane vil i utgangspunktet være basert på forbehandling av avløpsvannet, et eventuelt foravskillingstrinn, biologisk rensetrinn, slamseparasjon og slambehandling. Det finnes en lang rekke alternative prosesser, som kan settes sammen på ulike måter for å hensynta belastning, renskrav, økonomi, tilgjengelig areal og behov for drift og vedlikehold. De som ansees som mest aktuelle for Skjersholmane RA beskrives i påfølgende avsnitt, og evalueres i Kapittel 5 Valg av rensesprosess. Slam og slambehandling omtales kort i Forprosjektrapport FOR-001, men en grundigere langsiktig utredning og plan for disponering og utnyttelse av avløpsslammet må gjøres i en senere fase.

Opprinnelig ønsket Stord kommune å beholde og benytte dagens slamavskilleranlegg, også ved etablering av nytt sekundærrenseanlegg på Skjersholmane. En løsning med slamavskillere som hovedprosess, med en eventuell tilsats av polymer for bedre slamseparasjon, ansees som lite hensiktsmessig. Det ville antakelig bli både arealekstensivt og dyrt, samt utfordrende å oppfylle sekundærrensekravene, som vil komme som følge av EUs reviderte avløpsdirektiv. Alternativt kunne slamavskillerne blitt brukt til utjevning/buffring av en delstrøm ved stor tilrenning til avløpsrenseanlegget. Slamavskillerne er nedgravde med inspeksjonsluker opp i dagen, og beslaglegger en stor andel av tomtearealet som er tiltenkt rensesanlegget. Det er besluttet av Stord Vatn og Avløp AS i samråd med Norconsult at disse skal fjernes for å frigjøre areal for mer optimal tomteutnyttelse og plassering av nye Skjersholmane RA. Dagens slamavskilleranlegg på Skjersholmane og fremtidig utnyttelse av disse beskrives ytterligere i forprosjektrapport FOR-001.

### 4.1 Industrihallkonseptet

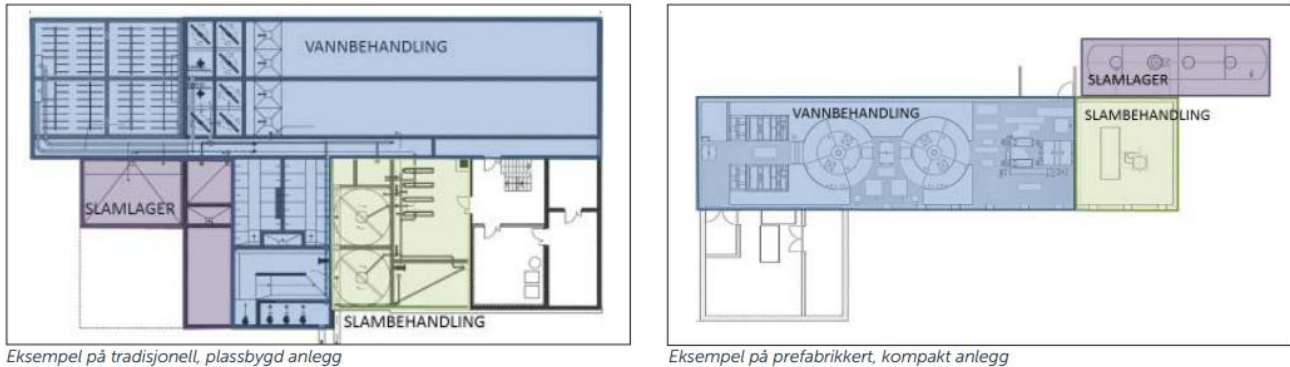
Norconsult har de senere årene prosjektert flere avløpsrenseanlegg som er basert på bruk av prefabrikkerte prosessenheter i stål og GUP i stedet for bruk av tradisjonelle betongbassenger. Løsningen innebærer at anlegget plasseres i en industrihall med plate på terrengnivå. I prosessen med å etablere et nytt sekundærrenseanlegg på Skjersholmane har Stord kommune sammen med Norconsult vært på befaring ved flere rensesanlegg på Østlandet, både med og uten industrihalloppbygging. Stord kommune ønsker en oversiktlig og åpen prosesshall, som muliggjør enklere renhold og bedre arbeidsmiljø. Derfor er det industrihallkonseptet som benyttes videre i forprosjektet.

Et industrihallkonsept innebærer en rekke fordeler sammenlignet med den tradisjonelle løsningen med plasstøpte betongbassenger:

- Kortere byggetid
- Enklere byggkonstruksjoner
- Rørforbindelser mellom alle reaktorer fremfor kanaler (sedimenteringsproblematikk minimeres)
- Vanntette betongkonstruksjoner unngås til fordel for prefabrikkerte reaktorer og prosessenheter
- Bedre inspeksjonsmuligheter rundt reaktorer
- Høyere grad av fleksibilitet og enklere tilrettelegging for utvidelse/ombygging ved fremtidig behov for kapasitetsøkning, strengere renskrav o.l.
- Enklere reparasjoner, service og vedlikehold (bruk av traverskran)
- Enklere innkapsling (begrenser luktspredning)
- Bedre arbeidsmiljø

Prefabrikkerte løsninger blir gjerne gunstigere dess mindre anlegget er. Ulempene med industrihallkonseptet relativt til tradisjonell plassbygd løsning er først og fremst at det kreves større areal rundt reaktorene. I tillegg

må det medregnes en større kostnad for installasjon av prosessenheter. Typisk utforming av tradisjonelt plassbygd renseanlegg og industrihall-konseptet er illustrert i Figur 4-1.



Figur 4-1: Typisk utforming av tradisjonelt plassbygd renseanlegg til venstre vs. industrihallkonseptet til høyre.

## 4.2 Forbehandling

Forbehandlingen på et avløpsrensaneanlegg fjerner bestanddeler i avløpsvannet som kan gi driftsutfordringer som tilstopping, slitasje eller luktproblematikk. Dette inkluderer sand, fett, søppel og andre større partikler som føres inn via avløpsvannet. Tilstrekkelig forbehandling vil gi lenger levetid og redusert vedlikeholdsbehov på pumper og andre mekaniske komponenter nedstrøms, og forenkle de videre renseprosessene. På de aller fleste renseanlegg ansees det derfor som helt nødvendig med noe forbehandling. Slik forbehandling kan være rister, siler og sand- og fettfang, som beskrives i påfølgende avsnitt.

### 4.2.1 Rister og siler

#### 4.2.1.1 Rister

Vi skiller mellom rister og siler med ulike lysåpninger. Vann- og avløpsteknikk (Hallvard Ødegaard, s. 428) deler de inn slik:

- Grovrister – lysåpning > 10 mm
- Finrister – lysåpning 2–10 mm
- Grovsiler – lysåpning 0,5–2 mm
- Finsiler – lysåpning 0,1–0,5 mm
- Mikrosiler – lysåpning < 0,1 mm

I forbehandling benyttes grovrister, finrister eller grovsiler. Finsiler kan benyttes i primærrensing, mens mikrosiler i all hovedsak benyttes i sluttseparering. Et anlegg kan også designes med både rister og siler som forbehandling.

Rister separerer og avskiller grovere partikulært stoff i innkommende avløpsvann. Innløpsrister bør ikke ha en lysåpning større enn 6 mm og hastigheten på vannet inn foran risten bør være større enn 0,6 m/s ved  $Q_{dim}$  for å hindre sedimentering. Grovsiler kan benyttes på samme måte som rister i forbehandlingen. En vanlig variant er trapperister, med vertikale spalter som vist i figur Figur 4-2. Avløpsvann som har hatt lang transportvei, har vanligvis en partikkelstørrelsefordeling med mer små partikler, som gir behov for mindre lysåpning for best mulig fjerning.



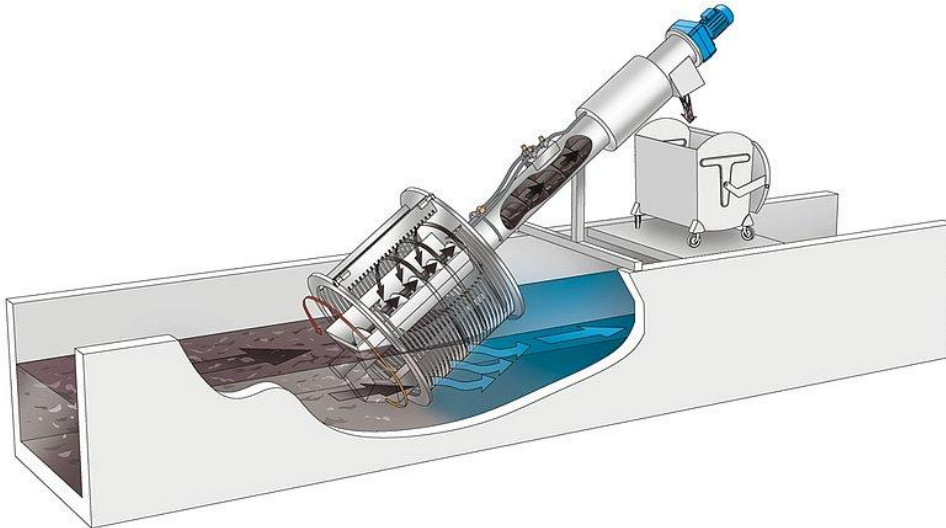
Figur 4-2: Illustrerer funksjonen til en rist, her trapperist, som fjerner avløpssøppel og større partikler for å redusere driftsutfordringer i videre renseprosesser. [Trapperist STEP SCREEN®s - Hydropress Huber AB avd.Norge](#)

Rister og siler kan bli tilstoppet, og krever noe vedlikehold og rengjøring. Rist- og silgods må transporteres, vaskes og med fordel komprimeres for å forenkle oppbevaring og videre transport ut av renseanlegget. Ofte leveres rist og ristgodsvasker som én pakkeenhet. Ristgods fra avløpsrenseanlegg er unntatt fra forbudet mot deponering, og leveres derfor til gjenvinningsstasjon.

#### 4.2.1.2 Siler

De vanligste siltypene er beskrevet under.

**Trommelsil:** En enhet der siling, transport, vasking, avvanning og komprimering av silgods foregår i én og samme enhet. Denne siltypen kan leveres som grov- eller finsil. Avløpsvannet siles fra innsiden av trommelen og ut. Silslammet spyles av til et trau som transporterer og avvanner det via skrue til container.



Figur 4-3: Prinsskisse av en trommetsil fra Huber. Den kombinerer siling, vasking, avvanning og transport i samme enhet. [HUBER avløpssil ROTAMAT® Ro1 - Hydropress Huber AB avd.Norge](#)

**Båndsil:** Består av en silflate på et bevegelig bånd laget av en vevet duk. Avløpsvannet passerer duken og silslammet som legger seg på silflaten blir med oppover skråplanet. Her vil silslammet delvis avvannes på vei opp mot toppunktet hvor det skrapes av silduken, og avvannes videre i skruepresser. Silflaten rengjøres med spyling eller blåsing. Se Figur 4-5 for illustrasjon av båndsil.

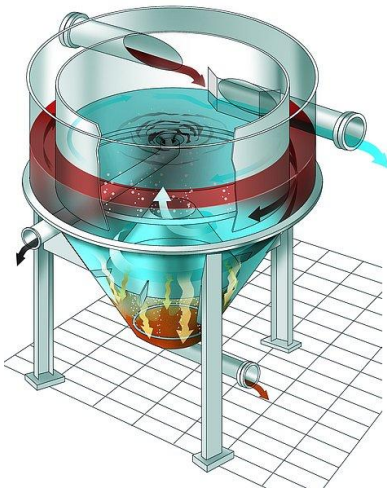
Renseeffekten ved grovsiling er ubetydelig, mens finsiling kan gi renseeffekt opp mot primærrensekravet. Man bør ikke regne med reduksjon av organisk stoff gjennom grovsil når denne inngår som forbehandling foran biologisk rensetrinn. Dersom finsil benyttes som forbehandling, men ikke for å klare primærrensekravet kan det forutsettes en reduksjon på ca. 30 % mht. suspendert stoff og 15 % mht. organisk stoff ved dimensjonering av etterfølgende behandlingstrinn.

#### 4.2.2 Sand- og fettfang

Sandfang benyttes for å fjerne sand og tyngre mineralske partikler mens fettfang benyttes for å separere fett og flytестoffer som kan skilles av fra vannoverflaten. Det vanligste er å benytte et luftet sandfang, men vortexsandfang/rundsandfang og langsandfang er også mye benyttet. I langsandfang strømmer vannet langsomt gjennom en kanal, slik at tyngre partikler som sand sedimenterer. Dette er en enkel konstruksjon, men krever en del plass og er lite brukt i en industrihall-løsning.

I luftede sandfang skaper luftingen av bassenget en spiralbevegelse som gjør at sanden slynges ut mot periferien av bassenget og fanges opp av slamomma. Samtidig vil sanden vaskes. Luftet sandfang er vanlig i kombinasjon med et fettfang. Intensiteten av luftingen vil styre hvor store sandkorn som separeres. Ulempen med bruken av luft er energiforbruk og at det krever egen blåsemaskin. Sanden skrapes eller pumpes ut, vaskes i sandvasker og kjøres bort som avfall. Fettfanget etableres ved at man skaper en rolig sone som gjør at fettfloterer opp og legger seg på overflaten. Fettet dekanteres av til en fettsump.

Rundsandfang har innløp i ytterkanten som skaper rotasjon og slynger sanden ut til kantene og ned i utskillingskjeglen, som illustrert i Figur 4-4. De er mer kompakte og krever mindre energi enn luftede sandfang, men er i utgangspunktet ikke like effektive på fettfjerning, og kan kreve hyppigere vedlikehold.



Figur 4-4: Eksempel på rundt sandfang fra Huber. [HUBER rundsandfang HRSF - Hydropress Huber AB avd.Norge](#)

#### 4.2.2.1 Behov for fettfang på avløpsrenseanlegg

Fjerning av fett i fettfang kan forhindre gjentetting av rør, beleggdannelse på instrumentering, avleiringer i slamrør/slampumper samt forenkle drifta av videre renseprosesser. Det er ikke alle avløpsrenseanlegg som har behov for fettfang, da dette avhenger av mengden fett i avløpsvannet. Større industripåslipp, storkjøkken, fettmottak fra restauranter m.m. er typiske kilder som kan gi betydelige mengder fett. Det foreligger ikke opplysninger om hverken slike større kilder til fett i avløpsvannet som skal føres til Skjersholmane RA, eller historikk med fettproblematikk på avløpsnettet.

Dersom flotasjon benyttes som separasjonssteg (flotasjon beskrives videre i Avsnitt 4.6.2) vil det fjernes en betydelig andel fett der før det når utløpet, men det vil selvsagt ikke ha effekt på oppstrøms rør, instrumentering og mekaniske prosessenheter. Fettholdig avløpsvann vil særlig føre til driftsutfordringer dersom det implementeres et mekanisk primærrensetrinn i forkant av biotrinnet.

#### 4.2.3 **Oppsummering forbehandling**

Forbehandlingen kan i grove trekk utformes likt uavhengig av videre renseprosess. Primært benyttes rister og sandfang med eventuelt integrert fettfang som forbehandling på sekundærrenseanlegg. Disse settes gjerne i kombinasjon med enkeltenheter i serie i hver prosesslinje, men finnes også som kombinasjonsenheter med rist, sand- og fettfang i én og samme enhet. Kombienhetene er noe plassbesparende relativt til enkeltenheter. Dette er også en løsning som gir mindre hydraulisk tap og lavere investeringskostnader. Det legges til rette for å etablere fettfang på nye Skjersholmane renseanlegg, og det ansees derfor å være hensiktsmessig å benytte de plassbesparende kombinasjonsenheterne som forbehandling. Det legges opp til tre linjer med kombinasjonsenheter bestående av innløpsrist med sand- og fettfang. Hver linje skal kunne håndtere  $\frac{1}{2} Q_{\max}$ .

### 4.3 **Mekanisk rensing**

Ulike former for mekanisk rensing kan benyttes som foravskillingssteg i forkant av biologisk og/eller kjemisk rensingstrinn. Dette er for å redusere belastningen på videre rensingstrinn, som kan gi energibesparelse ved redusert behov for lufting i biologisk rensingstrinn. I et mekanisk foravskillingstrinn tas det ut et primærslam, som i utgangspunktet har et noe høyere energi-/biogasspotensiale enn biologisk slam.

Økt biogasspotensial, som muligens kan utnyttes i fremtiden, er i utgangspunktet ikke en avgjørende faktor for å velge et slikt foravskillingssteg. Det behøves fysisk areal, drift og vedlikehold av ytterligere prosesskomponenter, og det totale bildet inkl. tilgjengelig areal, investerings- og driftskostnader og kompleksitet må vurderes.

Slik mekanisk rensing kan typisk være forsedimentering eller finsiler. Siler er omtalt i kap 4.2.1.2.

#### **4.3.1 Sedimentering**

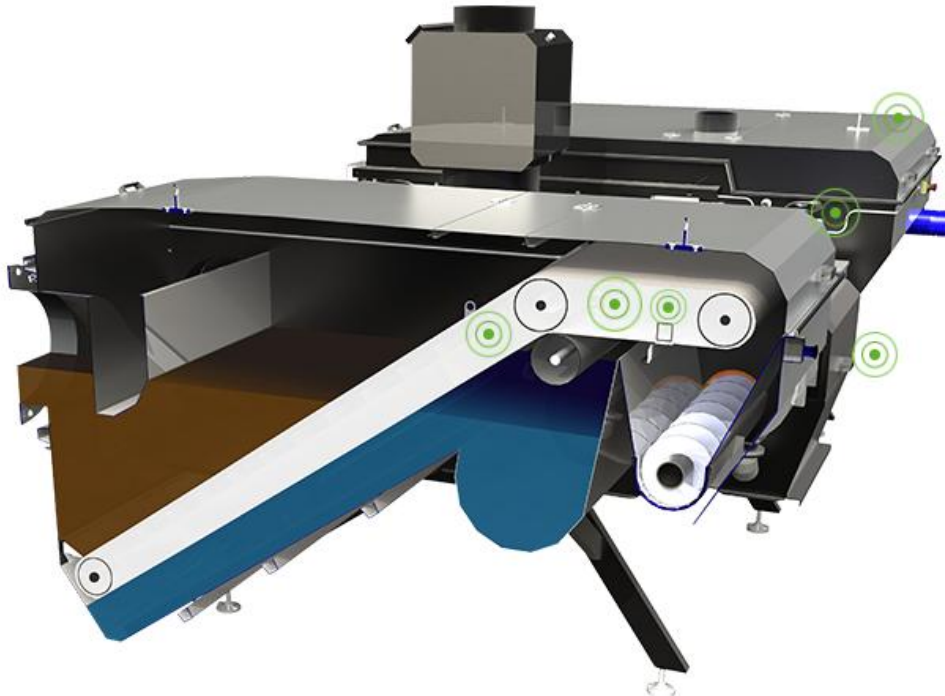
Sedimentering fjerner en god del partikulært organisk stoff som reduserer den organiske belastningen på biologisk rensetrinn. Sedimentering som prinsipp er videre beskrevet i Avsnitt 4.6.1. Eksempelvis kan det antas en reduksjon på typisk 35–55 % suspendert stoff, og 15–25 % BOF<sub>5</sub> i forsedimentering. Ulempen er at sedimentering som prosess krever relativt store arealer. Kjemisk felling i forkant av biologisk rensetrinn reduserer belastningen på biotrinnet ytterligere. Kjemisk rensing omtales videre i Kapittel 4.5.

#### **4.3.2 Finsil**

Typen mekanisk rensing som ansees som mest aktuell på Skjersholmane RA, er finsil. Det er en kompakt løsning som kan redusere belastningen på biologisk rensetrinn betydelig. Polymerdosering og dannelse av et slamteppe på silflaten kan gi høyere avskillingseffekt. Finsil finnes i mange typer og fabrikater, noen av disse dras fram som eksempler i påfølgende avsnitt.

##### **4.3.2.1 Salsnes filter**

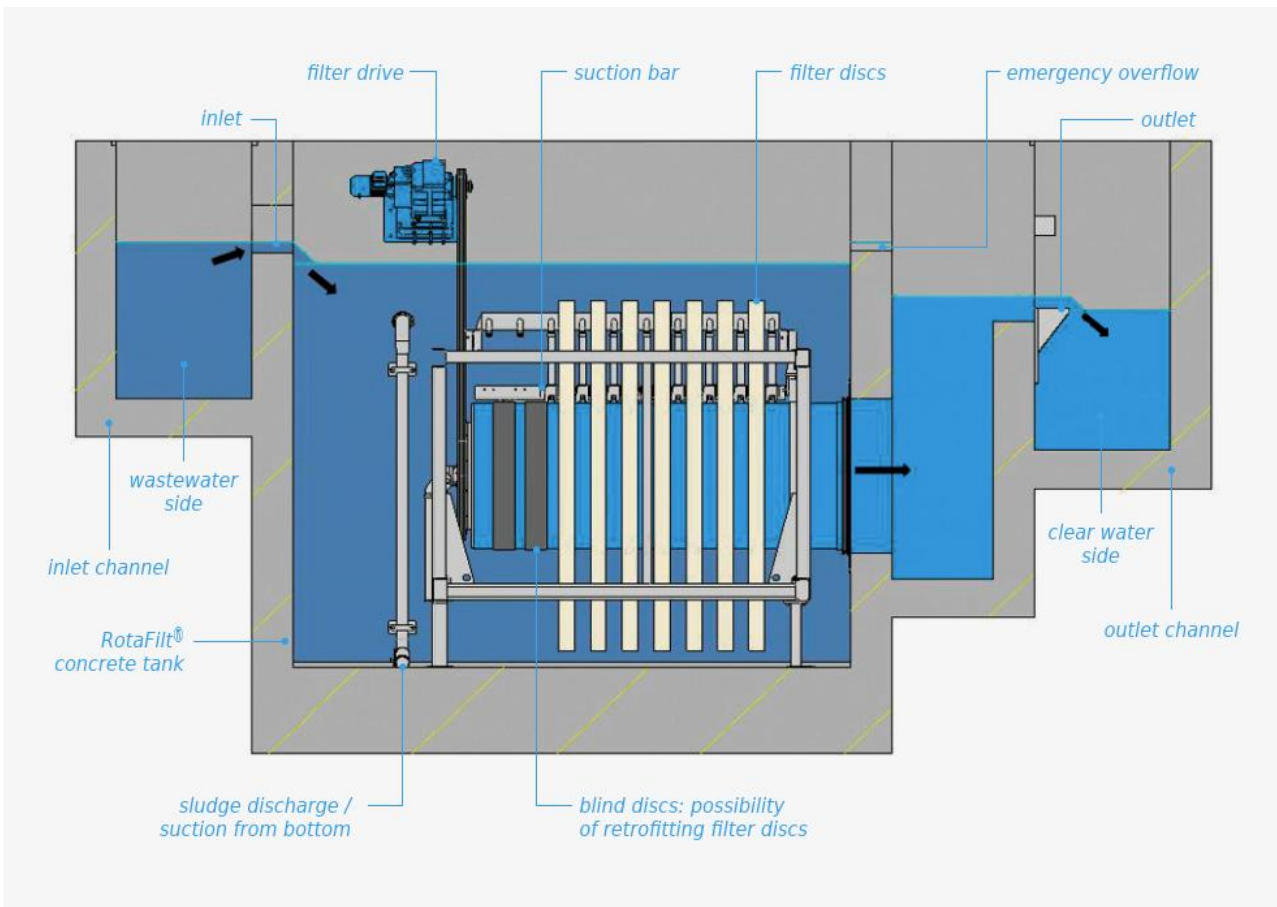
I et Salsnes filter, som er en finsil når lysåpningen på silduken er i området 0,1 – 0,5 mm, foregår separasjon, fortykning og avvanning i en kompakt enhet, se Figur 4-5. Gjennomsnittlig fjernes rundt 50 % suspendert stoff og 20 % BOF. Enheten fungerer ved at avløpsvannet filtreres gjennom en fiberduk som roterer når vannivået når et visst nivå. Slammet som samles på fiberduken fortykkes ved gravitasjon til 3–8 % TS, før det skrapes av og avvannes videre i skruepresse til 20–30 % TS.



Figur 4-5: Salsnes filter (Salsnes-filter.no)

#### 4.3.2.2 RotaFilt

RotaFilt består av flere roterbare skiver av stål, kledd med et filtermedie. Avløpsvannet som kommer inn, strømmer gjennom de individuelle filterskivene fra utsiden til innsiden, og partikler holdes igjen på filterduken, se prinsipiell oppbygging i Figur 4-6. Når partiklene i avløpsvannet tetter til filterduken, stiger vannivået i tanken. Ved et gitt sett-punkt på nivå roterer skivene, og en vakuumpumpe suger filterduken ren for partikler. Slammet som suges bort fra filtrene, har en tørrstoffkonsentrasjon på rundt 0,5 %, og bør derfor oppkonsentreres i fortykker før videre avvanning. For å forhindre at bassenget tetter seg til, suges sedimentert slam ut av bassenget med jevne mellomrom.



Figur 4-6: Prinsippkisse av HUBER sin RotaFilt (Huber)

#### 4.4 Biologisk rensing

Biologisk rensing benyttes for å fjerne organisk stoff, og kan videre benyttes for å fjerne nitrogen og fosfor på anlegg hvor det stilles krav til det. I dette tilfellet, hvor det skal etableres et sekundærrensning, er det reduksjon av organisk stoff som er aktuelt. Det finnes en lang rekke prosess- og reaktorutforminger for biologiske rensemetoder. Grovt kan de deles inn i:

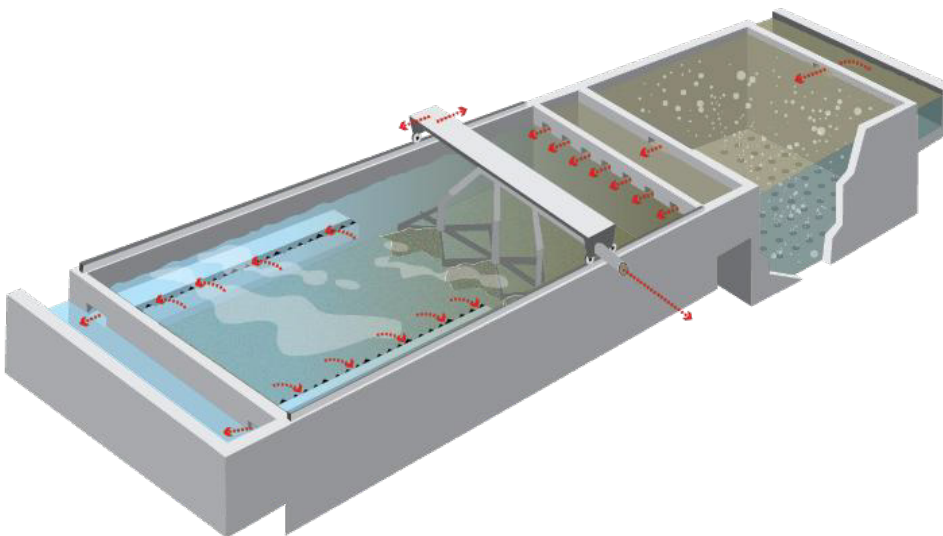
- Anlegg med suspendert bakteriekultur (aktivslamanlegg)
- Anlegg med fastsittende bakteriekultur (biofilmanlegg)

Betingelsen for de biologiske rensesprosessene er at heterotrofe mikroorganismer i aerobe luftede reaktorer vil benytte og bryte ned organisk stoff, som en kilde til næring for vekst og energiproduksjon. Hensikten er primært å redusere mengden løst organisk stoff i avløpsvannet, men også noe partikulært organisk stoff fjernes. Bakterieveksten og dermed effekten av det biologiske rensetrinnet avhenger av tilgangen på næringsstoffer, temperatur, pH, alkalitet og oksygen. Sluttproduktene for den biologiske omsetningen er karbondioksid, vann og biomasse. Biomassen skilles fra avløpsvannet som slam i et nedstrøms separasjonstrinn. Slamseparasjon behandles videre i Kapittel 4.6.

Aktivslam er den eldste benyttede biologiske prosessløsningen for å imøtekomme sekundærrensingskravet. Tradisjonelle aktivslamanlegg er i nyere tid benyttet i mindre grad for norske overbygde sekundærrensingsanlegg, ettersom det generelt er mer arealkrevende enn norskutviklede MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor). Aktivslam er derimot svært aktuell som en del av MBR (Membrane Bio Reactor), særlig for anlegg med tertiær- og kvartærrensingskrav, ettersom membranene utgjør en absolutt barriere for suspendert stoff.

#### 4.4.1 Tradisjonelt aktivslamanlegg

Aktivslamanlegg baserer seg på en bakteriekultur i suspensjon i aerobe luftede biologiske reaktorer. Bakteriene aggregerer til slamfnokker, som separeres fra avløpsvannet i et etterfølgende separasjonstrinn. Noe av det fraseparerte slamm pumpes i retur for å opprettholde ønsket slamkonsentrasjon i reaktorene. Separasjonstrinnet er derfor svært viktig for en velfungerende drift av et aktivslamanlegg. Tradisjonelt benyttes sedimentering som separasjonstrinn, som beskrevet videre i Avsnitt 4.6.1. Se Figur 4-7 for illustrasjon av et aktivslamanlegg.



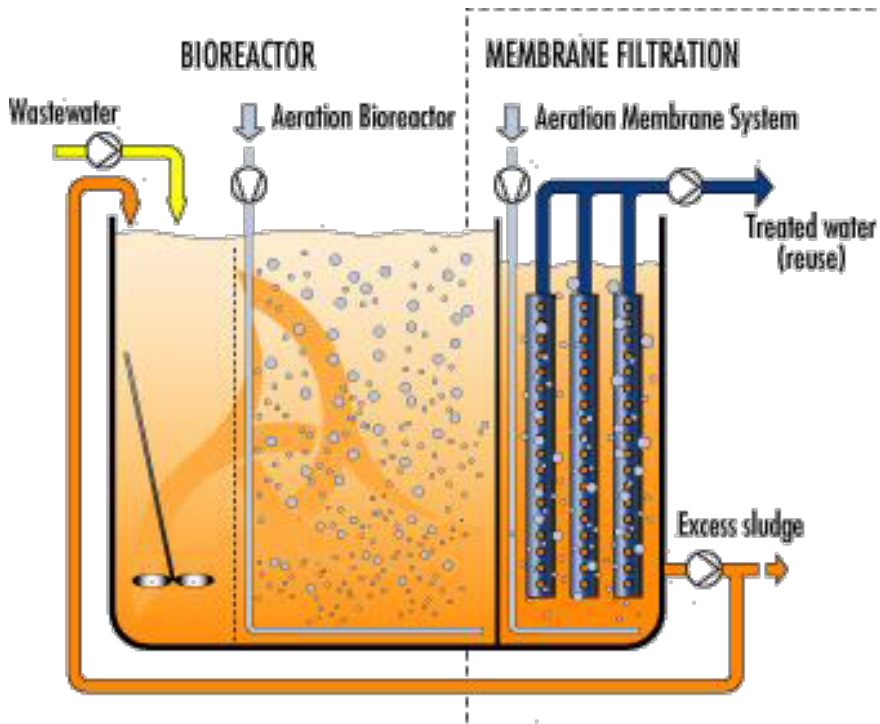
Figur 4-7: Prinsippkisse av et aktivslamanlegg i Bergen kommune. [Flesland Avløpsrensingsanlegg | Bergen Vann](#)

#### 4.4.2 Aktivslam med MBR (Membrane Bio Reactor)

Et MBR-anlegg benytter biologisk rensing med aktivslam i kombinasjon med påfølgende membraner for slamseparasjon, også kalt membran-bioreaktor, som illustrert i Figur 4-8 **Error! Reference source not found.** Membranene kan være dykkede i bioreaktorene, eller plasseres neddykket i egne membrantanker nedstrøms bioreaktorene. Anlegg med dykkede membraner benytter vanligvis enten hulfibermembraner eller «flat sheet»-membraner, som monteres som kassetter i moduler som kan settes sammen til større enheter. Vanligvis benyttes ultrafiltreringsmembraner.

MBR-anlegg er svært kompakte, sammenlignet med andre løsninger som dimensjoneres for å oppnå samme høye avskillingsgrad. For Skjersholmane, som kun forventes å få sekundærrensingskrav, vil en MBR-løsning typisk overprestere med god margin på rensingsgrad, og har i tillegg et høyt energiforbruk i drift. Generelt egner derfor membraner seg til anlegg med svært høye rensingskrav og anlegg med plassbegrensninger. Siden dette

ikke er tilfelle på Skjersholmane, forventes ikke systemet å være kostnadseffektivt og vil derfor ikke bli vurdert videre.

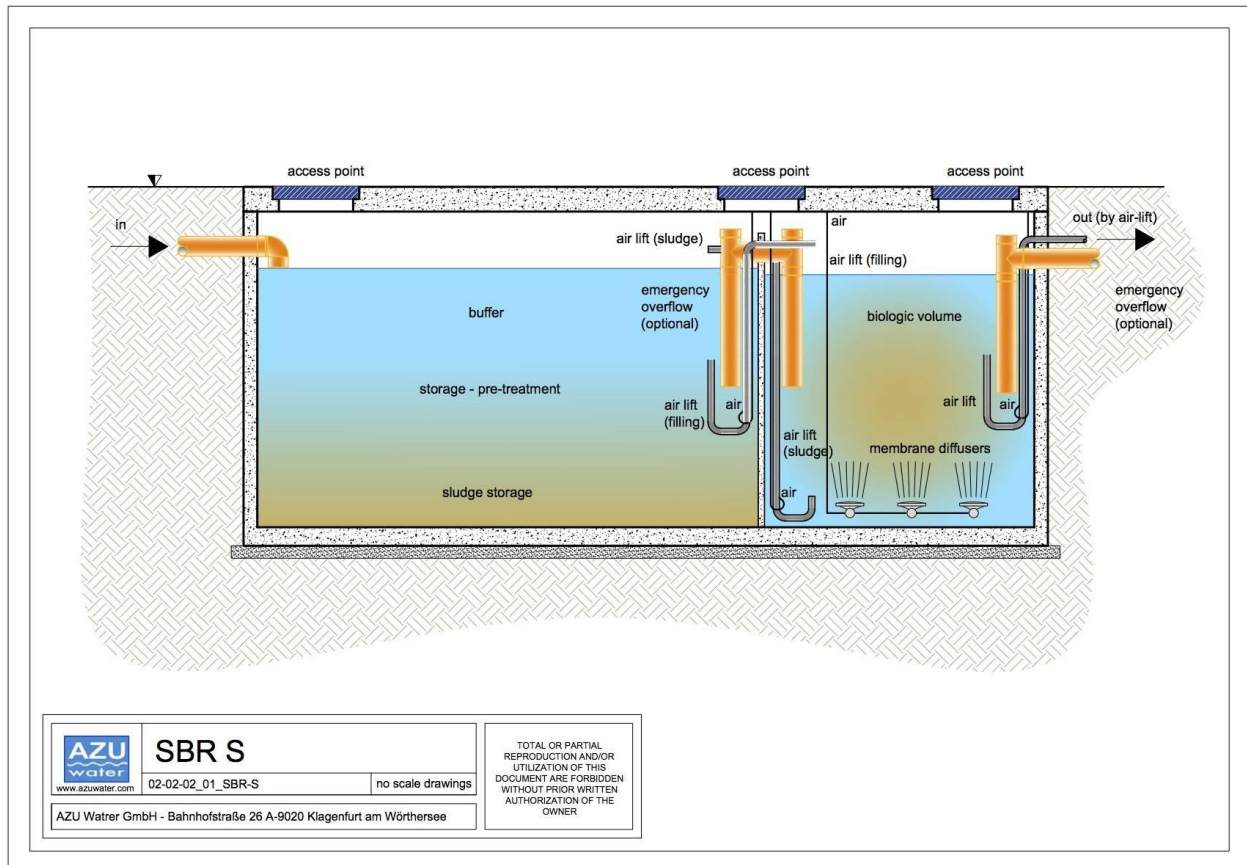


Figur 4-8: Prinsippkisse av en MBR. [Submerged MBR](#)

#### 4.4.3 Aktivslam i SBR (Sequencing Batch Reactor)

SBR (Sequencing batch reactor) baseres på en sekvensiell drift med aktivslam der de enkelte faser forgår i én og samme reaktor (fylling, lufting, separasjon og dekantering), som vist i prinsippkissen i Figur 4-9. Denne teknologien er mye benyttet på mindre anlegg i Norge med utslipp til ferskvann og på større anlegg i utlandet hvor anleggene tradisjonelt bygges uten overbygg, og arealkrevende prosesser dermed blir mer konkurransedyktige. Fordelene med en batch-prosess inkluderer blant annet fleksibiliteten til å variere syklustiden, muligheten til å ta enkeltreaktorer ut av drift ved lav belastning, samt at kortslutningsstrømmer unngås i slamseparasjonsfasen.

Generelle ulemper ved SBR, er at det er en volumkrevende prosess, spesielt ved tidvis tynt vann inn til rensing, noe som forventes på Skjersholmane RA. For at den skal være konkurransedyktig på pris på anlegg av denne størrelsen må tankene plasseres utomhus. En typisk driftsutfordring som kan oppstå er slamflukt, som påvirker rensing, og det kan i enkelte tilfeller være nødvendig med et ytterligere separasjonssteg nedstrøms SBR-reaktorene for å sikre tilstrekkelig avskilling.

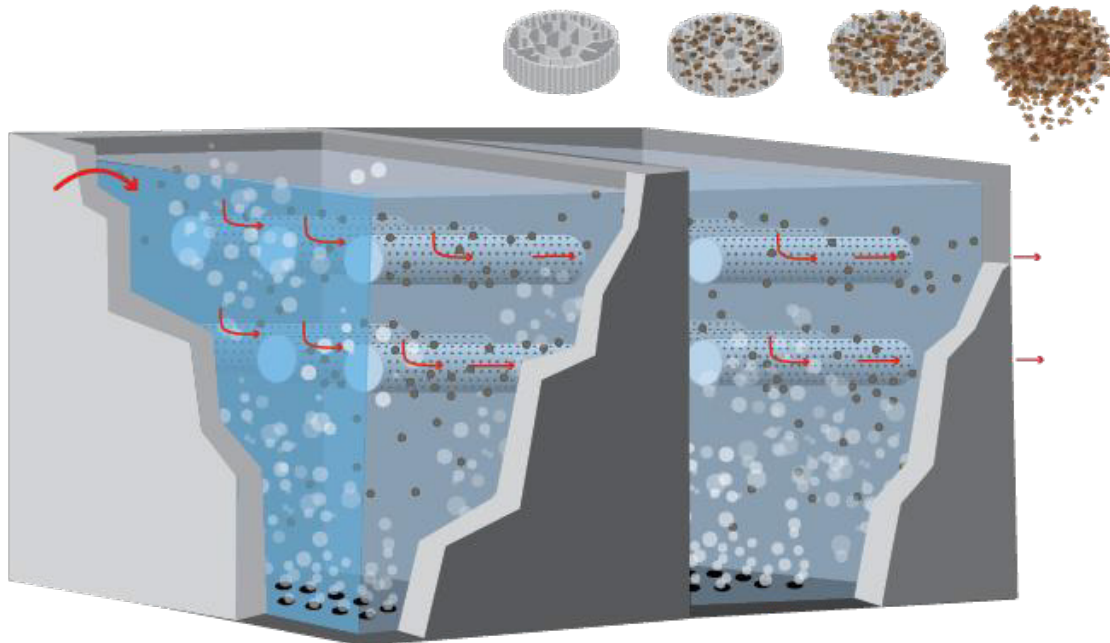


Figur 4-9: Prinsippskisse av et SBR-anlegg. [Sequencing Batch Reactor SBR S - AZU Water](#)

#### 4.4.4 MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor)

Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) er en biofilmprosess der biofilm vokser på overflaten til et suspendert bæremedie av plast i bioreaktorene, se prinsippskisse i Figur 4-10. Bærerne er utformet for å gi størst mulig biofilmoverflate per volumenheter, som fremmer vekst av mikroorganismer og tilgang på næring. MBBR ansees å være en effektiv og kompakt løsning med relativt enkel drift. Bæremediet holdes tilbake i tanken ved hjelp av utløpssiler, og omrøring skjer enten mekanisk eller med lufting (eller begge deler). MBBR dimensjoneres etter fyllingsgrad av bæremedium, spesifikt biofilmareal på bæremediet, og dimensjonerende arealbelastning. En ytterligere fordel med denne prosessen er muligheten til å justere fyllingsgraden av bæremediet. Dette gjør det mulig å tilrettelegge for en fremtidig økt belastning ved initielt å velge en lav fyllingsgrad, som deretter kan økes etter behov uten å måtte utvide reaktorvolumet.

En ulempe med MBBR-prosessen er at det kreves kontinuerlig lufting for å gi oksygen til mikroorganismene i biofilmen. Dette kan føre til høyere energiforbruk og driftskostnader, spesielt for større renseanlegg. Det kan i tillegg oppstå utfordringer forårsaket av bæremediet, som tilstopping med slam, eller problemer med gjentetting av utløpssilene.



Figur 4-10: Prinsskisse fra et MBBR anlegg i Bergen kommune. [Ytre Sandviken avløpsrensning | Bergen Vann](#)

#### 4.4.5 Biorotor

Biorotor er også en biofilmprosess. Biorotoren består av sirkulære skiver som sitter parallelt på en aksel som roterer langsomt. Ca. 40 % av skivene er neddykket i avløpsvann i et basseng under biorotorene. Rotorbevegelsen gir bakteriene tilgang til oksygen når skivene er over vann og sikrer en aerob prosess. Biofilmen bygger seg opp på skivene. Når biofilmen er tilstrekkelig tykk skiller den av i flak som lettere lar seg sedimentere. Biorotorer tåler sjokkbelastning relativt bra, men har sin begrensning i vektproblematikk på akslingene. Det er derfor mer vanlig på mindre anlegg hvor vekt på den roterende akslingen ikke har like stor betydning og enklere lar seg skifte ut.

#### 4.4.6 Oppsummering biologisk rensing

Tradisjonelle aktivslamanlegg er generelt arealkrevende, og blir derfor ikke videre vurdert i forprosjektet. Som beskrevet i Avsnitt 4.4.2 **Error! Reference source not found.** ansees ikke MBR å være et kostnadseffektivt alternativ for sekundærrensning på Skjersholmane, og vil derfor ikke bli vurdert videre i forprosjektet.

SBR, beskrevet i Avsnitt 4.4.3, og biorotor, beskrevet i Avsnitt 4.4.5, er teknologier for biologisk rensing av avløpsvann som generelt er bedre egnet for mindre anlegg enn Skjersholmane avløpsrensning. SBR kan være aktuelt å benytte også for større anlegg, dersom reaktorene plasseres utomhus, noe som er mindre vanlig og aktuelt i Norge og i et norsk klima. Av denne grunn vurderes ikke biorotor eller SBR noe videre i valget av rensing for Skjersholmane RA.

MBBR står igjen som hovedkonsept for biologisk rensing. Videre diskusjon rundt valg av rensing følger i Kapittel 5.

## 4.5 Kjemisk rensing

Kjemisk rensing betegner prosessen der det doseres fellingskjemikalier til avløpsvannet, hovedsakelig for å felle ut fosfor og løste stoffer til partikler, men også for å fjerne organisk stoff. Tradisjonelle fellingskjemikalier er salter av aluminium eller jern. Som oftest vil ikke rene kjemiske renseanlegg klare sekundærrensekravet, men det finnes enkelte unntak.

Utfelte partikler må bygges opp til større partikler, eller fnokker, som lettere kan separeres fra avløpsvannet. Dette gjøres ved flokkulering, som er en omrøringsprosess ved ulike hastigheter, og gjerne tilsats av polymer/flokkulant som forenkler flokkulering og separasjon. Fnokkene skilles ut fra vannstrømmen som slam i et separasjonstrinn, for eksempel sedimentering, flotasjon eller filtrering. Se Kapittel 4.6 Slamseparasjon for informasjon om nevnte eksempler som ansees å være aktuelle for Skjersholmane RA.

Skjersholmane RA har ikke krav til fjerning av fosfor, og forventes heller ikke å få det i fremtiden. Likevel kan det bli behov for noe dosering av fellingskjemikalie for å sikre tilstrekkelig fjerning av organisk stoff ihht. sekundærrensekravet, når det inntreffer. Det er også mulig at det i fremtiden vil komme krav om fosforfjerning på Skjersholmane. Å legge til rette for kjemikaliedosering på anlegget er derfor hensiktsmessig. Det er per tid lite erfaring over lengre tid fra anlegg med kun biotritt og slamseparasjon, både med tanke på overholdelse av sekundærrensekravet, og eventuelle endringer i slammets avvanningsegenskaper. Tønsberg RA viser imidlertid at det er mulig å oppfylle sekundærrensekravet med MBBR og flotasjon, kun ved dosering av polymer. Likevel anbefales det å legge til rette for fellingskjemikaliedosering på Skjersholmane RA, som kan doseres ved behov for å sikre tilstrekkelig reduksjon av organisk stoff og ivareta mulig utvidelse og strengere fremtidige rensekrav.

Tilrettelegging for bruk av fellingskjemikalier er altså en ekstra sikkerhet for å oppnå tilstrekkelig renseseffekt mht. organisk stoff, men det medfølger blant annet økt slamproduksjon, økte driftskostnader, økt CO<sub>2</sub>-fotavtrykk, samt hensyn og HMS-rutiner for kjemikaliehåndtering.

## 4.6 Slamseparasjon

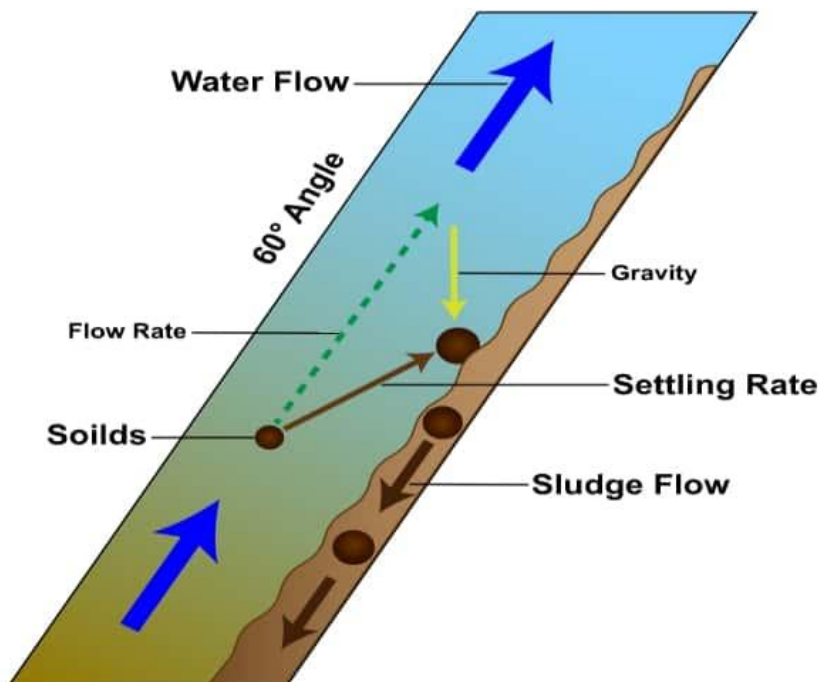
Slamseparasjon er ofte den avsluttende enheten i en avløpsrenseprosess, hvor slammets skilles fra det rensede avløpsvannet. Dette gjøres vanligvis ved sedimentering, flotasjon eller filtrering. Slammets som skilles ut, må viderebehandles med ulike metoder, avhengig av om det skal stabiliseres og hygieniseres ved renseanlegget eller om det skal kjøres bort for behandling ved et annet anlegg før det sluttdisponeres.

### 4.6.1 Sedimentering

Sedimentering er en prosess som utnytter forskjellen i tetthet mellom partikler og vann. Denne separasjonsmetoden brukes vanligvis ved tradisjonelle aktivslamanlegg og gir typisk 0,5–2 % TS i slammets ut av et sedimenteringsbasseng. Når vannets strømningshastighet reduseres tilstrekkelig i et sedimenteringsbasseng, får tyngre partikler tid til å synke til bunnen. Partikler med lavere tetthet enn vann vil derimot stige opp og legge seg som et lag på vannoverflaten, (flyteslam). Type partikler, og deres sedimenteringsegenskaper er helt avgjørende for en vellykket sedimenteringsprosess.

Effektiviteten og avskillingsgraden ved sedimentering påvirkes i stor grad av forholdet mellom overflatearealet i bassenget og vannmengden som skal behandles. Jo større overflate i forhold til vannmengde, desto bedre blir generelt partikkelutskillelsen. Strømningsforhold, -retning og bassengets utforming er også utslagsgivende, og må vurderes.

For å oppnå høyere overflate per arealfotavtrykk kan det plasseres skråstilte plater, lameller, i sedimenteringsbassenget. Den vanligste utformingen for lamellsedimentering er motstrømsanlegg, hvor vannstrømmen føres fra bunn til topp, og partiklene avsettes på lamellene og graviterer mot bunnen av tanken, som vist i Figur 4-11. Lamellsedimentering er mer arealeffektiv enn tradisjonell sedimentering, men krever hyppig spyling for å fjerne belegg som avsettes på lamellene, særlig ved store slammengder.



Figur 4-11: Prinsippet bak lamellsedimentering, hvor partiklene avsettes på lamellene og graviterer mot bunnen (Hentet fra: PingXing LianChuang Environmental Protection Technology Co.,LTD, [Top manufacturer of tower packings, plastic pall rings, raschig rings, ceramic intalox saddles](#)).

#### 4.6.2 Flotasjon

Ved flotasjon separeres slammet fra vannfasen ved å tilsette dispergeringsvann til flotasjonstanken. Dispergeringsvann er ofte en delstrøm av det rensede avløpsvannet, som mettes med luft under høyt trykk. Når trykket reduseres, frigjøres luft i form av mikrobobler, som binder seg til slampartikler og fnokker i avløpsvannet. Boblene løfter så partiklene opp mot overflaten, hvor slammet kan skrapes av med en skrape. Sammenlignet med tradisjonell sedimentering har flotasjon et mindre arealbehov, og gir en høyere tørrstoffkonsentrasjon i slammet (ca. 3–4 %). Imidlertid er flotasjon både mer drifts- og energikrevende enn tradisjonell sedimentering.

Lamellflotasjon er et alternativ til den tradisjonelle flotasjonen, med samme prinsipp, fordeler og ulemper som forklart for sedimentering, se Avsnitt 4.6.1.

#### 4.6.3 Finsil

En teknologi som kan benyttes til slamseparasjon er finsil. Det er imidlertid ikke så vanlig som hovedseparasjonstrinn og brukes ofte heller som et sikkerhetstrinn etter egnet slamseparasjonstrinn for å

oppnå renskravene i perioder med høy belastning. Se Avsnitt 4.2.1 Rister og siler for informasjon om siler. Se Avsnitt 4.3.2 Finsil for informasjon og noen eksempler på aktuelle finsiler.

## 4.7 Slamproduksjon

Slamproduksjon og slamkvalitet vil variere basert på valgt rensesprosess. I utgangspunktet vil det for Skjersholmane RA være snakk om et biologisk (eventuelt biologisk-/kjemisk) slam, og et eventuelt primærslam dersom det implementeres mekanisk rensing i forkant av biologisk rensetrinn.

Ved uttak av primærslam i et foravskillingssteg før et biologisk rensetrinn kan det kreves et fortykkersteg dersom primærslammet som tas ut har for lav tørrstoffkonsentrasjon til å avvannes direkte. Et slikt fortykkersteg krever ekstra pumper og tynnslamlager som gir to ulike slamfraksjoner inn til avvanning, men primærslam og biologisk slam må uansett blandes sammen i slamlager før det pumpes til avvanning.

Det er opplyst at Skjersholmane RA ikke skal tilrettelegges for mottak av eksternslam (for eksempel septikslam, eller slam fra andre renseanlegg). Det skal derimot legges til rette for at sugebiler fra kommunes drift skal kunne tømme pumpestasjoner på nettet og levere spillvannet inn på innløpskummen til renseanlegget.

Det gjøres en vurdering på slamproduksjon videre i forprosjektet for å estimere arealbehov og kostnader.

## 4.8 Oppkonsentrering av slam

I utgangspunktet bør avløpsslam betraktes som en ressurs, og behandles og benyttes deretter. Ofte er likevel målet med slambehandling å oppnå et slamprodukt som er enkelt å transportere og håndtere, og ikke skaper problemer for omgivelsene.

Når slammet skilles fra avløpsvannet, inneholder det store mengder vann, gjerne 97–99 %, avhengig av rensesprosess og slamseparasjonsmetode. Før borttransportering må slammet avvannes for å øke tørrstoffinnholdet. Dette kan gjøres i et fortykkingstrinn, før oppkonsentrering av tørrstoff fortsetter i avvanningen. Målet er ofte å øke tørrstoffinnholdet til 25–35 % i avvanningen.

For både fortykking og avvanning tilsettes polymer for å optimalisere avvanningsresultatene.

### 4.8.1 Fortykking

Fortykking er oppkonsentrering av slammet til typisk 5–6 % TS. Dette kan skje ved gravitasjon i en gravitasjonsfortykker, eller maskinelt.

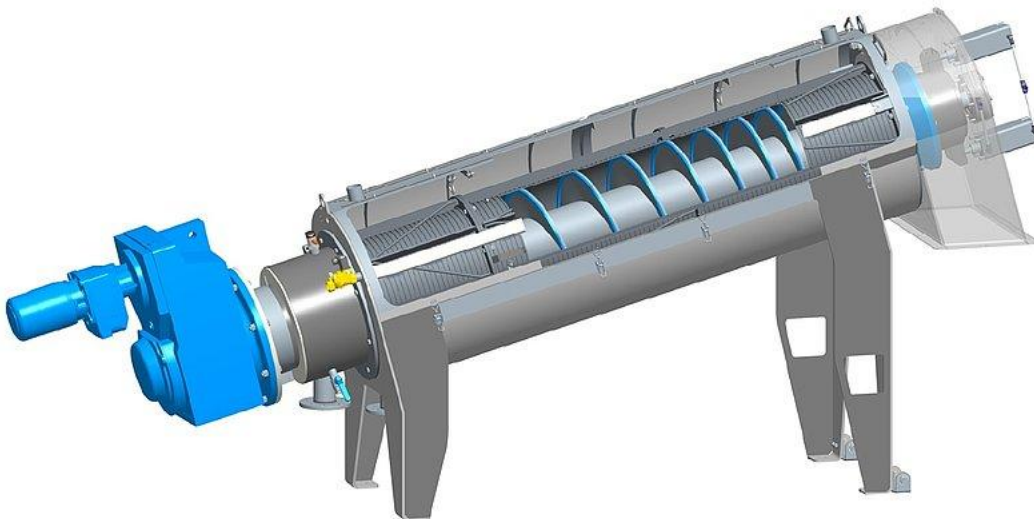
### 4.8.2 Avvanning

Avvanning er oppkonsentrering av slammet til ca. 25–35 %. I påfølgende avsnitt beskrives tre konsepter for avvanning: skruепresse, sentrifuge og silbåndpresse.

#### 4.8.2.1 Skruепresse

En skruепresse består av en roterende skrue som presser slam gjennom et kammer med silvegger. Når slammet presses fremover i kammeret, øker trykket, og vann passerer silflatene og tas ut som rejektivann. Avvannet slam trykkes ut i enden av skruепressa.

Skruepresser har lite arealfotavtrykk, lite behov for driftsoppfølging og vedlikehold, samt et lavt energiforbruk sammenlignet med sentrifuger. Til gjengjeld er tørrstoffkonsentrasjonen i avvannet slam ofte noe lavere enn ved sentrifugering.



1 auf Anfrage/RS/P0001

Figur 4-12: Eksempel på skruepresse fra Huber. [HUBER skruepresse Q-PRESS® - Hydropress Huber AB avd.Norge](#)

#### 4.8.2.2 Sentrifuge

Sentrifugering er en mye benyttet, tradisjonell metode for å avvanne avløpsslam. En andel av vannet i innkommende slam separeres ut som rejektivann ved hjelp av sentrifugalkrefter. En horisontal sylinder roterer med høy hastighet, slampartiklene slynges ut mot sylinderveggen, mens slamvannet forblir i sentrum. Inni sylinderen er det en skrue som roterer med lavere hastighet slik at slammet ved sentrifugeperiferien sakte blir skrapet av.

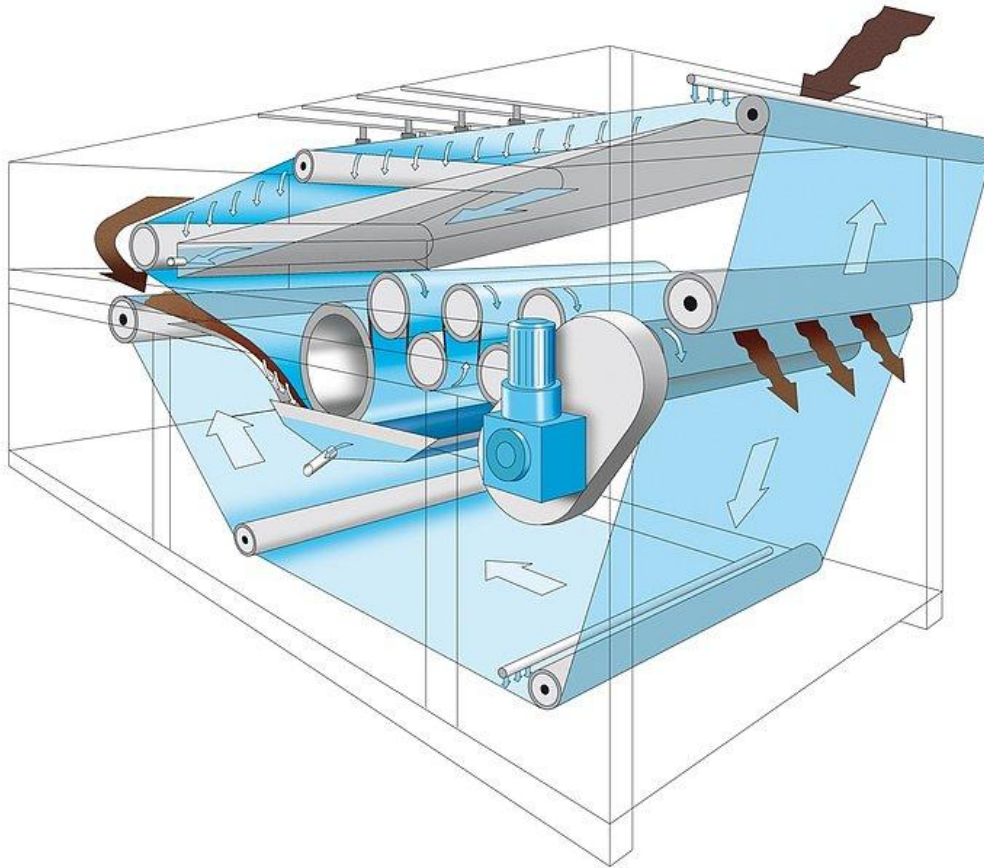
Sentrifuger har et relativt kompakt design og oppnår ofte høy avvanningsgrad, men har et høyt energiforbruk og behov for regelmessig vedlikehold. Det behøves ofte en viss tørrstoffkonsentrasjon i innkommende slam for å kunne kjøre sentrifuger.



Figur 4-13: ALDEC G3 sentrifuge fra Alfa Laval.

#### 4.8.2.3 Silbåndpresse

I en silbåndpresse oppkonsentreres slammet ved filtrering eller siling gjennom en duk av metalltråder, natur- eller kunstfiber. Målet er at det hovedsakelig bare er væske som passerer silduken. Først passerer slammet en sone med gravitasjonsdrenering, etterfulgt av en pressone hvor slammet passerer mellom to silbånd. Skjærkreftene presser vann ut av slammet. For å forhindre gjentetting av silduken spyles den ved hjelp av et dysesystem. Silbåndpresser oppnår ofte noe lavere tørrstoffinnhold i avvannet slam enn sentrifuger.



Figur 4-14: Eksempel på silbåndpresse fra Huber. [HUBER buepresse B-PRESS - Hydropress Huber AB avd.Norge](#)

#### 4.8.2.4 Oppsummering avvanning

Det mest vanlige å benytte ved norske anlegg er sentrifuger eller skru presseser. Fordelen med sentrifuger er gjerne høyere TS-innhold i avvannet slam, men på bekostning av strømforbruk. Det kan også forventes mer vedlikehold og lavere levetid på en sentrifuge.

Det har blitt nå blitt utviklet skru presseser som skal kunne behandle slam med tørrstoffkonsentrasjon helt ned til 1 %. Sentrifuger må ofte ha tørrstoffkonsentrasjon inn på 2–3 %. Ved å benytte slike skru presseser kan fortykkertrinnet utgå i mange tilfeller, selv ved lav tørrstoffkonsentrasjon ut fra separasjonstrinnet. Her ligger potensielt en relativt stor besparelse, både i areal og økonomi, da tynnsamlagre vil utgå.

Skru presseser og sentrifuger regnes å være såpass driftsikre at de kan driftes tilnærmet kontinuerlig, og dermed kan slam lagervolumet reduseres. Det er ikke testet i stor grad på biologisk slam enda, men Nesbyen RA har installert dette og driftserfaringer bør hentes inn og vurderes når tilstrekkelig med data foreligger.

### 4.9 Slamhåndtering

Fremtidige metoder for slamhåndtering ved nye Skjersholmane rensning er tatt opp nærmere i forprosjektrapporten FOR-001. Muligheten for fremtidig biogassproduksjon, pyrolyse, samt dagens komposteringsløsning er drøftet. Det er besluttet at det ved anleggets oppstart skal legges opp til en

fortsettelse av dagens rankekompostering hos SIM (Sunnhordaland Interkommunale Miljøverk IKS).  
Avvannet slam vil bli kjørt i containere til SIM sitt mottak på Svartasmoget.

## 5 Valg av rensesprosess

Det har vært noen utfordringer knyttet til tomten på Skjersholmane hvor nytt rensaneanlegg skal plasseres. Eksisterende slamavskilleranlegg, regnskog, terreng og andre interesser setter noen begrensninger. Stord kommune har også ytret ønske om å samle hele VA-etaten, med større lagerplass og verksted på samme adresse. Plassering av rensaneanlegget på tomten er drøftet i FOR-001.

Byggkostnadene utgjør en betydelig del av investeringskostnaden, som betyr at de mest arealkrevende prosessløsningene er mindre konkurransedyktige ovenfor mer kompakte løsninger. De mer kompakte løsningene har rimeligere bygg, men innebærer ofte mer kostbar teknologi og økte driftskostnader til energi og vedlikehold/drift.

Som beskrevet i Avsnitt 4.4.6 Oppsummering biologisk rensing, er det besluttet å se videre på løsninger med MBBR som biologisk rensetrinn.

Som forbehandling er det i denne fasen besluttet å gå videre med en kjent og robust løsning bestående av kombinasjonseenheter med innløpsrist, luftet langsandfang og fettfang i én og samme enhet. Videre skal det settes av tilstrekkelig plass i forprosjektet til forbehandling for å sikre at ulike leverandører har mulighet for å levere sine løsninger.

Videre er det derfor satt opp to hovedalternativer for prosessflyten til Skjersholmane rensaneanlegg:

- Alternativ 1. MBBR med primærrensettrinn
- Alternativ 2. MBBR uten primærrensettrinn

For å sørge for minimalt med utvidelse av anlegget ved et primærrensettrinn, er det besluttet å gå videre med en løsning med finsil for uttak av primærslam.

For de to hovedalternativene er det for hvert alternativ vurdert tre ulike prosesser for slamseparasjon: sedimentering, flotasjon og finsil.

**Ved Alternativ 1 har følgende prosesskombinasjoner blitt vurdert:**

- 1A – Foravskilling før MBBR og ettersedimentering
- 1B – Foravskilling før MBBR og flotasjon
- 1C – Foravskilling før MBBR og finsil

**Ved Alternativ 2 har følgende prosesskombinasjoner blitt vurdert:**

- 2A - MBBR og ettersedimentering
- 2B – MBBR og flotasjon
- 2C – MBBR og finsil

### 5.1 Foravskilling før MBBR

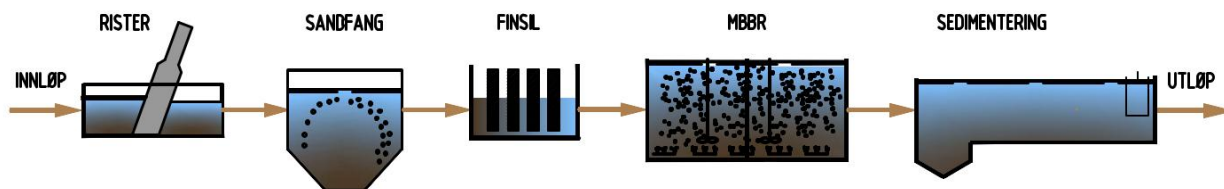
I alternativ 1A, 1B og 1C settes det inn en finsil i forkant av MBBR, for å kunne ta ut primærslam før den biologiske prosessen. Primærslam kan i utgangspunktet også ha et høyere biogasspotensiale sammenlignet med biologisk/kjemisk slam. Foravskilling reduserer organisk belastning på biologisk rensetrinn, som gir et vesentlig lavere luftbehov i de biologiske reaktorene, som igjen fører til reduserte energikostnader. Avhengig

av type finsil kan man regne med at luftbehovet reduseres med omtrent 20–30 %. Dersom det er organisk belastning som blir dimensjonerende for MBBR, og ikke hydraulisk oppholdstid, kan prosessvolumet i biologisk rensetrinn reduseres.

Ved å etablere et primærrensetrinn blir det imidlertid flere komponenter på rensingsanlegget, økt kompleksitet, økt behov for drift og vedlikehold, flere slamstrømmer og i noen tilfeller et større totalareal på prosesshallen. Som nevnt i Avsnitt 4.7, kan det ved enkelte finsiler produseres et relativt tynt slam som må buffres i egne tynnsamlagre og fortykkes før det kan avvannes.

### 5.1.1 Alternativ 1A

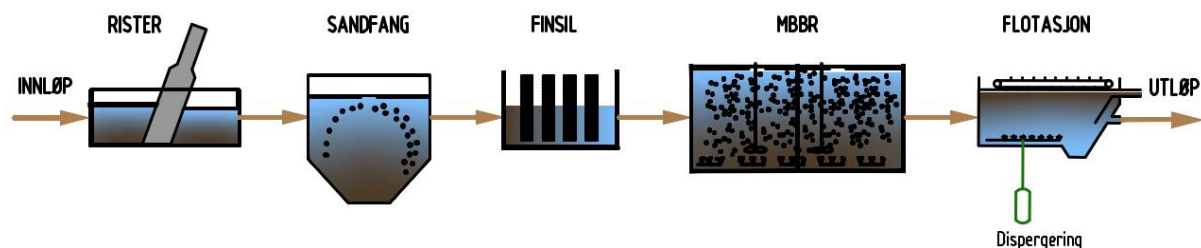
Alternativ 1A består av foravskilling, MBBR og sedimentering, som illustrert i Figur 5-1. Sedimentering som separasjonstrinn krever lite energi og er enkelt å drifte, men krever stort areal, og slammene har typisk 0,5–2 % tørrstoff.



Figur 5-1: Sjematisk fremstilling av prosessalternativ 1A.

### 5.1.2 Alternativ 1B

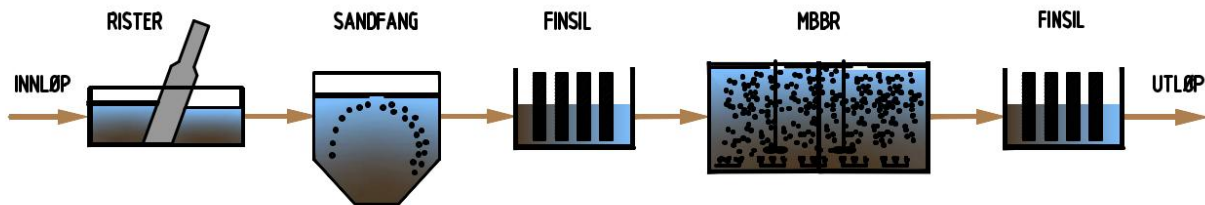
Alternativ 1B har samme prosesskonfigurasjon som 1A, men med flotasjon som separasjonstrinn. Dimensjoneringen av flotasjonsenheten baserer seg i hovedsak på oppholdstid og vil derfor ikke reduseres, selv om slammengden reduseres. Flotasjon krever generelt mindre areal enn sedimentering, og produserer et slam med høyere tørrstoffinnhold, normalt rundt 3 %. Det gjør også at slamlageret i etterkant blir mindre enn ved sedimentering.



Figur 5-2: Sjematisk fremstilling av prosessalternativ 1B.

### 5.1.3 Alternativ 1C

Alternativ 1C har samme prosesskonfigurasjon som 1A og 1B, men med filtrering også som separasjonstrinn. Foravskillingen reduserer partikkelbelastningen på finsilen i slamseparasjonen, som kan redusere gjentettingsproblematikk og behov for rengjøring. TS-innholdet i slammene fra sluttfiltreringen vil variere med valgt løsning og man vil også her kunne få behov for et fortykkersteg med tilhørende tynnsamlager.



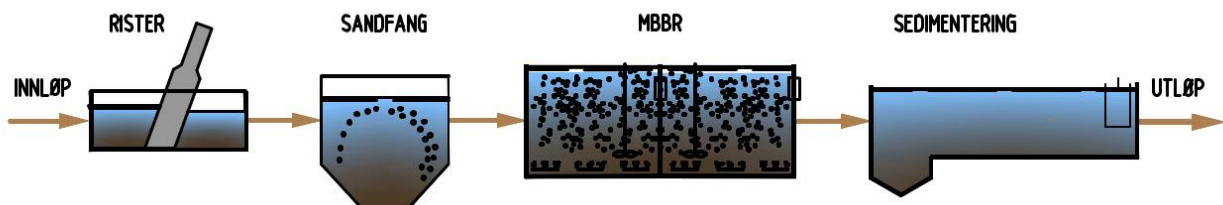
Figur 5-3: Skjematisk fremstilling av prosessalternativ 1C.

## 5.2 Biologisk trinn uten foravskilling

I alternativene uten foravskilling (2A, 2B og 2C) føres avløpsvannet, etter forbehandling, direkte inn i MBBR uten uttak av primærslam i forkant. Dette gir et enklere anlegg med færre prosessledd og lavere behov for drift og vedlikehold. Ulempen er at den biologiske rensingen får en høyere organisk belastning, noe som krever mer lufting og dermed et høyere energiforbruk.

### 5.2.1 Alternativ 2A

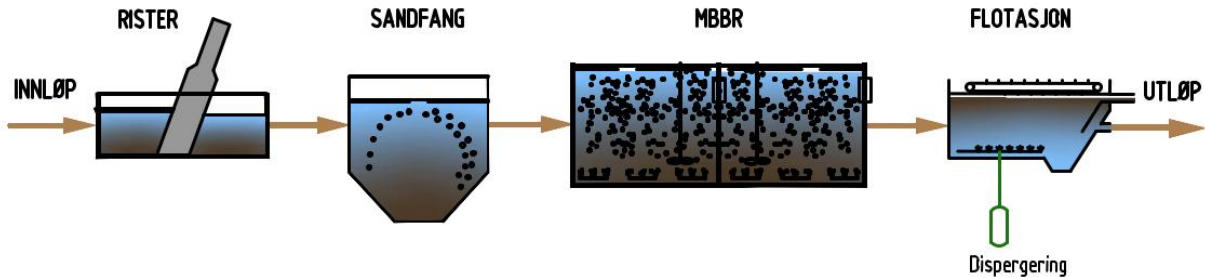
Alternativ 2A har forbehandling med rist og sandfang, etterfulgt av biologisk rensetrinn med MBBR og separasjon ved sedimentering. Dette er en prosess som skal være relativt enkel å drifte, men krever en del lufting av MBBR og et stort areal for å ivareta separasjon ved bruk av sedimentering. Separasjonstrinn med sedimentering blir dimensjonert etter overflatebelastning. De store vannmengdene inn til Skjersholmane RA fører derfor til at en separasjonsprosess bestående av sedimentering vil bli meget arealkrevende. Valg av sedimentering på Skjersholmane vil også kreve plasstøpte betongbassenger.



Figur 5-4: Skjematisk fremstilling av prosessalternativ 2A.

### 5.2.2 Alternativ 2B

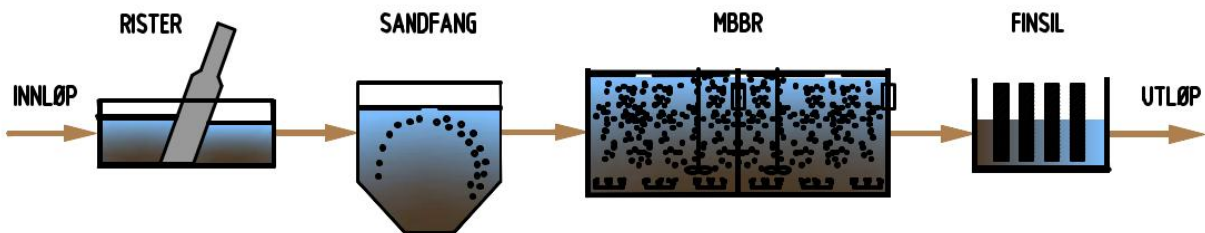
Alternativ 2B har flotasjon som separeringstrinn. Flotasjonen krever mer energi enn sedimentering, i form av dispergeringsluft fra kompressor, men er mer kompakt og trenger et vesentlig mindre areal. Flotasjon er velprøvd, men krever noe mer drift og opplæring av personell enn ved bruk av sedimentering.



Figur 5-5: Skjematisk fremstilling av prosessalternativ 2B.

### 5.2.3 Alternativ 2C

Alternativ 2C benytter finsil som separasjonstrinn. Et eksempel kan være RotaFilt, som er kompakt og krever lite energi, se Avsnitt 4.3.2.2. Enheten er også mindre krevende for driftspersonell å operere. Ulempen er lavt TS-innhold i slammet ut fra finsilen (0,5 %), noe som gir behov for fortykning før avvanningsenhet.



Figur 5-6: Skjematisk fremstilling av prosessalternativ 2C.

### 5.3 Sammenstilling

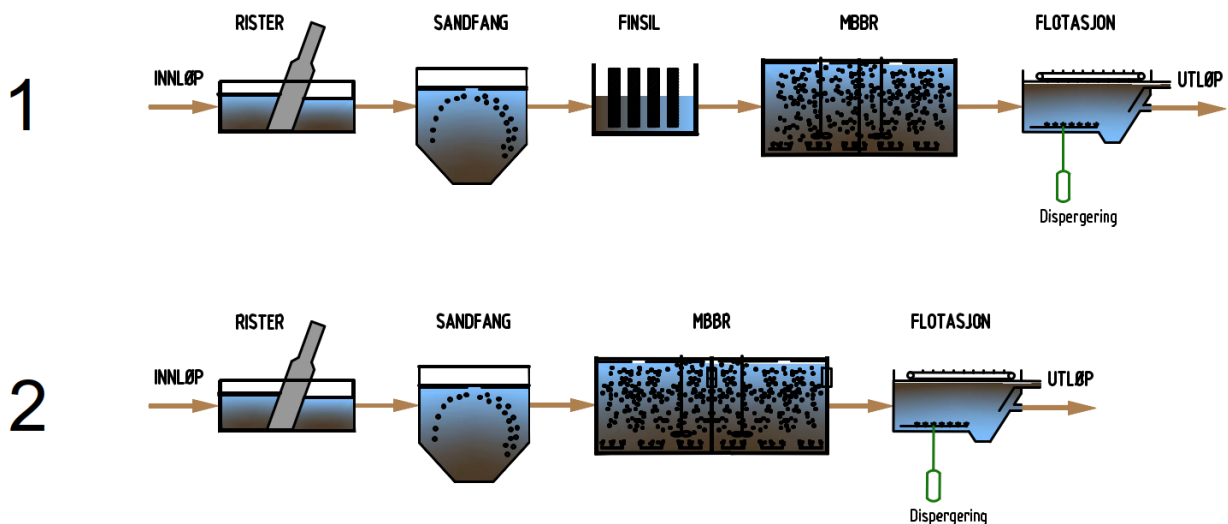
Etter en helhetlig vurdering av de ulike separasjonsmetodene er flotasjon valgt som den mest hensiktsmessige løsningen for Skjersholmane RA. Valget er basert på følgende nøkkelfaktorer:

- **Arealbehov:** Flotasjon krever vesentlig mindre plass enn sedimentering, noe som er avgjørende gitt tomtens begrensninger.
- **Slamkvalitet:** Prosessen gir et slam med høy tørrstoffprosent (ca. 3 %), som eliminerer behovet for et eget fortykkertrinn og reduserer kompleksiteten i slambehandlingen.
- **Fleksibilitet:** Flotasjonsenheten gir gode muligheter for fremtidig utvidelse. Ved behov kan den erstattes med en mer kompakt løsning for å frigjøre areal.
- **Driftsmessige forhold:** Selv om flotasjon krever noe mer energi og opplæring av driftspersonell enn sedimentering, vurderes dette som håndterbart og akseptabelt i forhold til fordelene.

På bakgrunn av dette er følgende prosessalternativer valgt for videre arbeid:

- Alternativ 1: MBBR med primærrensetrinn og flotasjon (tidligere 1B)
- Alternativ 2: MBBR uten primærrensetrinn og flotasjon (tidligere 2B)

Disse to alternativene gir en god balanse mellom arealutnyttelse, driftskostnader og fleksibilitet for fremtidige behov. Figur 5-7 viser en skjematisk fremstilling av de valgte prosessflytene.



Figur 5-7: Flytskjema som illustrerer forskjellen i nødvendig areal på rensaneanlegg med og uten primærrensetrinn.