

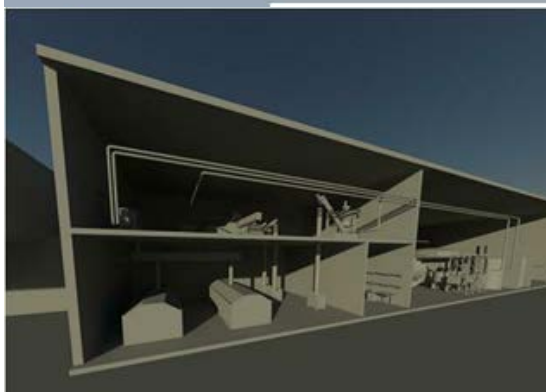
FjellVAR

Saneringsplan avløp for Litle Sotra, Bildøyna og Kolltveit

Delrapport 4 - Prosessløsning for avløpsrenseanlegg

Forstudie

2012-06-07 Oppdragsnr.: 5114077



J03	07.06.12	For bruk	RHFre	TIN	WAG
D02	23.05.12	For godkjenning hos oppdragsgiver	RHFre	TIN	WAG
A01	30.04.12	For intern gjennomgang	TIN	RHFre	WAG
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.

Innhold

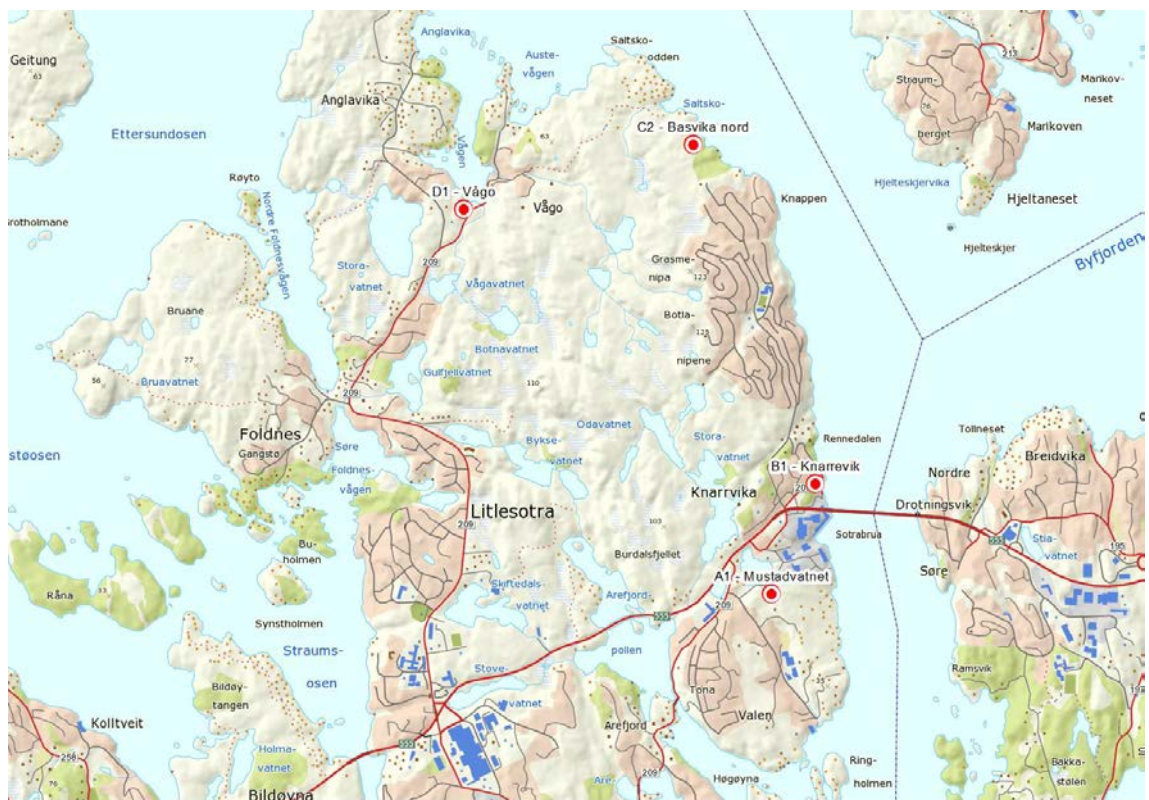
1	Innledning	5
2	Resipientforhold	7
3	Rensekrav og renseprosesser	7
3.1	Rensekrav	7
3.2	Tilfredsstillelse av renskrav	8
3.2.1	Avløpsvannets sammensetning	8
3.2.2	Primærrensekravet	8
3.2.3	Sekundærrensekravet	9
3.3	Generelt om prosessvalg	9
3.3.1	Primærrensing	9
3.3.2	Utvidelse til sekundærrensing	9
4	Dimensjonerende belastning	11
4.1	Dimensjonerende tilknytning	11
4.2	Dimensjoneringsgrunnlag	11
5	Teknisk beskrivelse av rensaneanlegget	13
5.1	Generelt	13
5.2	Innløp	14
5.3	Overløp	15
5.4	Forbehandling	15
5.4.1	Innløpsrister	15
5.4.2	Sand- og fettfang	16
5.5	Kjemisk rensetrinn	16
5.6	Slambehandling	16
5.7	Prøvetaking	17
5.8	Elektro	17
5.9	Automasjon	18
5.10	VVS	18
6	Utvidelse til sekundærrensing	19
7	Investering og kostnader	20
7.1	Generelt	20
7.2	Investeringskostnader	20
7.3	Driftskostnader	21
7.4	Årskostnader	22
7.5	Kostnader ved utvidelse til sekundærrensing og belastning i 2050	22
8	Enøk i prosessaneanlegget	24

8.1	Energiledelse	24
8.2	Energibevist prosjektgjennomføring	24
8.3	Kompakte anlegg	25
8.4	Jevn drift av anlegget	25
8.5	Frekvensomformere og elmotorer	25
8.6	Redusert energiforbruk ved redusert/optimalisert bruk av pumper	25
8.7	Styring av luftebehovet i sandfangene	26
8.8	Reduksjon av slammengden	26
8.9	Optimalisering av fortykning	26
8.10	Optimalisering av avvanning	26
8.11	Begrensning av ventilasjonsbehovet	26
8.12	Energiproduksjon ved slambehandling	26
8.13	Sekundærrensaneanlegg	26
9	Entrepriseform og marked	28
9.1	Entrepriseform	28
9.2	Marked	29
	Vedlegg	30
	Tegningsliste for avløpsrensaneanlegg	30

1 Innledning

Denne rapporten omhandler teknisk underlag, prosessbeskrivelse og kostnadsberegning for et avløpsrensplanlegg for tilfredsstillende av primærrensplan for Fjell kommune. Anlegget som er skissert er dimensjonert for å ta hånd om alt avløpsvann i fra Litle Sotra, Bildøyna, Kolltveit samt Morlandsstø. Dimensjonerende år er satt til 2030, men anlegget skal enkelt kunne oppgraderes til år 2050.

Det er utarbeidet tegninger av anlegget. Tegningene er tilpasset beliggenheten i Basvika og kan enkelt tilpasses plassering i Knarrevik eller Mustadvatn. Anlegget er skissert med en byggemåte som gir gode muligheter til senere utvidelse av anlegget eller ombygging av renseprosessen for eventuell tilfredsstillende av fremtidige rensekraft. Dersom avløpsvannet fordelt på et anlegg i Vågo og et anlegg ved Mustadvatn (alternativ D) vil disse anlegg vil i prinsippet kunne være likt det skisserte anlegget, men med noe reduserte mål og mindre komponenter.



Figur 1 Aktuelle lokaliteter for nytt hovedavløpsrensplanlegg.

Rensplanprosessen som er skissert er et kjemisk rensekraft med forbehandling og flotasjon som avskillingstrinn. Det er viktig å merke seg at dette kun er et eksempel på et rensekraft som vil

tilfredsstill primærrensekrevet. Renseprosesser sett i sammenheng med overholdelse av rensekrev behandles i rapportens kapittel 3.

2 Resipientforhold

Beliggenhetene Knarrevik sør og nord og Basvika vil alle ha sitt utslipp til Byfjorden. Det er igangsatt resipientundersøkelser for å etablere grunnlag for søknad om fritak fra primærrensekrevet. Rensekravene omhandles i kapittel 3.

3 Rensekrav og renseprosesser

3.1 RENSEKRAV

Bebyggelsen i Fjell kommune som skal knyttes til det nye renseanlegget er større enn 10 000 pe og er derfor underlagt forurensningsforskriftens kapittel 14. Rensekravene i kapittel 14 som er relevante for tettbebyggelsen i Fjell lyder som følger:

a) *Primærrensing: En renseprosess der både*

1. *BOF₅ -mengden i avløpsvannet reduseres med minst 20 % av det som blir tilført renseanlegget eller ikke overstiger 40 mg O₂ /l ved utslipp og*
2. *SS-mengden i avløpsvannet reduseres med minst 50 % av det som blir tilført renseanlegget eller ikke overstiger 60 mg/l ved utslipp.*

b) *Sekundærrensing: En renseprosess der både*

1. *BOF₅ -mengden i avløpsvannet reduseres med minst 70 % av det som blir tilført renseanlegget eller ikke overstiger 25 mg O₂ /l ved utslipp og*
2. *KOF_{CR} -mengden i avløpsvannet reduseres med minst 75 % av det som blir tilført renseanlegget eller ikke overstiger 125 mg O₂ /l ved utslipp.*

Kravene i kapittel 14 tilsier at et anlegg med utslipp større enn 10 000 pe til mindre følsomt område skal tilfredsstille sekundærrensekravet. Utslipet fra det nye renseanlegget overstiger 10 000 pe og skal derfor i følge forurensningsforskriften gjennomgå sekundærrensing. Fylkesmannen kan imidlertid fastsette mindre omfattende rensing enn sekundærrensing for bebyggelser mellom 10 000 og 150 000 pe dersom utslippet gjennomgår primærrensing og det er gjort undersøkelser som viser at utslippene ikke har skadevirkninger på miljøet.

3.2 TILFREDSSTILLELSE AV RENSEKRAV

Ulike rensekrav kan tilfredsstilles med forskjellige rensemetoder, og de følgende kapitlene vil beskrive prinsippene bak tilfredsstillelse av rensekravene og mulige metoder for dette.

For enklere å forstå betydningen av rensekravene går vi her gjennom noen av begrepene som benyttes i kravtekstene.

- **pe, Personekvivalent:** Den mengde organisk stoff som brytes ned biologisk med et biokjemisk oksygenforbruk målt over fem døgn, BOF_5 , på 60 g oksygen per døgn. Beskrivelsen over er hentet fra forurensningsforskriften. Enklere forklart er en pe i sammenheng med renseanlegg den mengde organisk stoff som er definert å tilsvare en persons produksjon av organisk materiale.
- **BOF_5 :** Biokjemisk Oksygen Forbruk målt over fem døgn. Dette er et mål på den oksygenmengde en viss mengde avløpsvann bruker til nedbrytning av organisk stoff over 5 døgns måleperiode. BOF angis som kg, g eller mg O_2 . Dette er målet som benyttes for å fastslå belastningen av organisk stoff til renseanlegget eller innholdet av organisk stoff i en viss vannmengde.
- **KOF_{CR} :** Kjemisk oksygenforbruk. Den mengde stoff som kan oksideres kjemisk. Det eksisterer forskjellige oksidasjonsmetoder for bestemmelse av KOF . KOF angis i kg, g eller mg O_2 .
- **SS:** Suspendert stoff. Suspendert stoff er partikulært stoff i avløpsvannet og angis som kg, g eller mg SS.

3.2.1 Avløpsvannets sammensetning

Kommunalt avløpsvann har varierende sammensetning avhengig av type abonnenter, ledningsnettets tilstand, lokalt nedbørsmønster og andre faktorer. På Vestlandet er avløpsvannet ofte tynt (lave forurensningskonsentrasjoner) grunnet stor innlekking og mye nedbør.

3.2.2 Primærrensekravet

Som det fremgår i kapittel 3.1 stiller primærrensekravet krav om at minst 20 % av tilført BOF_5 skal fjernes og at utløpskonsentrasjonen maksimalt skal være 40 mg O_2/l . I tillegg stilles det krav om at minst 50 % av tilført SS skal fjernes og at utløpskonsentrasjonen maksimalt skal være 60 mg/l.

I normalt kommunalt avløpsvann foreligger gjerne omkring 75 % av organisk stoff (BOF_5) som partikulært stoff. Dersom renseprosessen, som kravet tilsier, dermed fjerner 50 % av tilført SS, vil altså vanligvis 38 % av BOF_5 fjernes.

Ingen avløpsvann er imidlertid like og andelen av organisk stoff som foreligger på partikulær form varierer i stor grad. For et vann med høy andel partikulært organisk stoff kan en enkel partikkelfjerning være tilstrekkelig til å tilfredsstille primærrenserekravet, mens det for vann med lav andel kreves andre rensemetoder.

3.2.3 Sekundærrenserekravet

Sekundærrenserekravet stiller ikke krav om fjerning av suspender stoff, men stiller strengere krav til fjerning av organisk stoff. For å tilfredsstille sekundærrenserekravet kreves oftest også fjerning av løst organisk stoff.

3.3 GENERELT OM PROSESSVALG

Det tilbys mange forskjellige rensemetoder for tilfredsstillelse av både primær- og sekundærrenserekravet. Kapitlene under går overordnet inn på prinsippene for ulike rensemetoder.

3.3.1 Primærrensing

Egnetheten av forskjellige rensemetoder for primærrensing er avhengig av hvor stor andel av organisk stoff i avløpsvannet som foreligger i partikulær form og hvilken størrelsesfordeling dette partikulære stoffet har. Ved høy andel partikulært organisk stoff og gunstig partikkelstørrelsesfordeling, vil partikkelfjerning tilfredsstille primærrenserekravet. Eksempler på slik partikkelfjerning er siler eller annen avskilling (sedimentering, filtrering, flotasjon etc.) uten kjemikalietilsats. Graden av partikkelfjerning i en slik prosess avhenger av dimensjoneringen. Eksempelvis vil svært finmaskede siler eller meget store sedimenteringsbassenger gi veldig god partikkelfjerning, men i gjengjeld kreve store installasjoner. Det er altså dels en kostnadsvurdering når en prosess på grunn av dimensjoneringen bør erstattes med en annen prosess.

Lav andel partikulært organisk stoff vil kreve at større del av det partikulære stoffet fjernes for å tilfredsstille primærrenserekravet. For å oppnå meget høy grad av partikkelfjerning er kjemiske rensprosesser ideelle.

3.3.2 Utvidelse til sekundærrensing

Avløpsregelverket i Norge har vært gjenstand for en del endringer de siste år, og det norske regelverket er etter siste regelendring i 2010 mer harmonisert med EU-direktivet om rensing av avløpsvann fra byområder.

Dersom Fjell kommune får innvilget primærrensing må FjellVAR gjennomføre jevnlig resipientundersøkelser. Dersom det viser seg at utslippet er til skade for miljøet kan Fylkesmannen stille krav om sekundærrensing. En har da 7 år på å gjennomføre oppgradering til sekundærrensing. En må påregne at det vil bli satt som krav i utslippstillatelsen at anlegget skal bygges med mulighet for oppgradering til sekundærrensing.

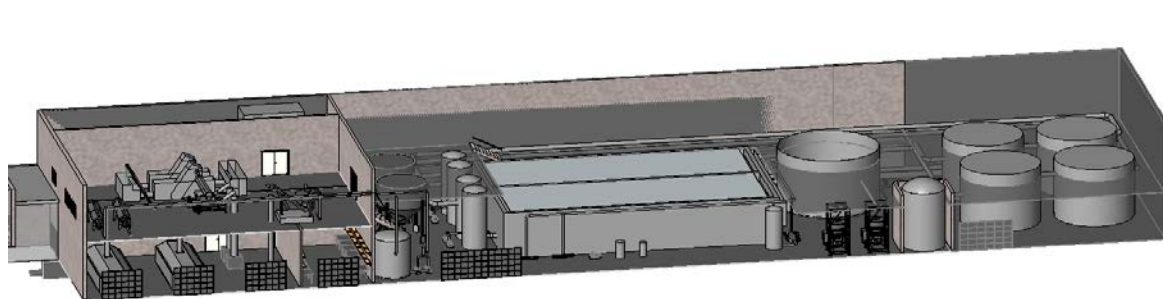
Det er ikke mulig å forutse hva som blir renserekrav i fremtiden, blant annet kan EU sitt vannressursdirektiv (vannforskriften i Norge) medføre behov for tiltak. Vannressursdirektivet er overordnet avløpsdirektivet og her vil en se samlet på alle tilførsler og vurdere tiltak ut i fra dette.

For å tilfredsstillere sekundærrensingskravet må anlegget, som beskrevet over, også fjerne løst organisk stoff. Dette gjøres oftest med en biologisk renseprosess hvor bakterier omsetter organisk stoff.

Et primærrensaneanlegg bygges per definisjon på grunnlag av et unntak fra sekundærrensingskravet, og det er derfor fornuftig å sørge for at anlegget er tilpasset ombygging til et eventuelt fremtidig krav om sekundærrensing.

Både silanlegg og kjemiske rensaneanlegg kan utvides til senere sekundærrensing ved at biologisk rensing inkluderes i anlegget.

For utvidelse fra primærrensing til senere sekundærrensing er det viktig at det settes av plass og hydrauliske marginer til et biologisk rensetrinn samtidig som anlegget bygges på en måte som gjør ombyggingen så enkel som mulig. Et forslag til en slik utbygging er vist i figur 2.



Figur 2 Forslag til utvidelse til sekundærrensaneanlegg

4 Dimensjonerende belastning

Renseanlegg dimensjoneres for å håndtere både hydraulisk belastning og stoffbelastning. Kapitlene under viser beregnede verdier for fremtidig belastning til renseanlegget.

4.1 DIMENSJONERENDE TILKNYTNING

År 2030 velges som dimensjonerende år for nytt renseanlegg. Tilknytningen er beregnet til 22 000 pe i 2030 og 29 000 i 2050.

4.2 DIMENSJONERINGSGRUNNLAG

Tabell 1 viser dimensjoneringsgrunnlaget for nytt avløpsrensseanlegg. Kollonene merket A-C viser dimensjonerende belastning ved plassering A, B eller C, mens kolonnene merket D viser dimensjonerende belastning dersom tilrenningen fordeles mellom Mustadvatn og et Vågo.

Tabell 1 Dimensjoneringsgrunnlag for nytt avløpsrensseanlegg i Fjell kommune

Anlegg		A-C Litle Sotra øst		D Vågo		D Mustadvatn	
		2030	2050	2030*	2050	2030	2050
Hydraulisk belastning							
Q_{TVA}	m ³ /h	220	260	40	60	160	200
Q_{dim}	m ³ /h	340	380	70	90	250	290
$Q_{maksdim}$	m ³ /h	910	1000	200	240	690	760
Q_{maks}	m ³ /h	1 700	1 880	480	450	1 290	1 430
Forurensningsbelastning		2030	2050	2020	2050	2030	2050
Tilknytning	pe	22 000	29 000	10 000	10 000	12 000	19000
BOF ₅	kg/d	1300	1700	600	600	700	1100
SS	kg/d	1500	2000	700	700	800	1300

Forklaring til begrep:

- Q_{TVA} Tørrværsavrenning. Benyttes blant annet til å beregne største konsentrasjon på avløpsvannet og selvrensing i ledningsnett.
- Q_{dim} Dimensjonerende timetilrenning. Benyttes blant annet til å beregne slammengder. Teoretisk er Q_{dim} lik medianverdien, det vil si den Q_{maks} timeverdi som overskrides i 50 % av årets døgn. Siden det ikke foreligger tilstrekkelig data til å konstruere en varighetskurve er denne basert på en kombinasjon av erfaringstall, vannføringsmålinger 2011 samt uttak av data fra driftskontrollanlegget.
- $Q_{maksdim}$ Dimensjonerende timetilrenning. Tilrenning opp til $Q_{maksdim}$ skal kunne behandles i alle rensetrinn. Utslippsledning dimensjoneres for $Q_{maksdim}$
- Q_{maks} Maksimal timetilrenning til renseanlegget. Forbehandlingstrinn og overløp skal dimensjoneres for Q_{maks} . Overløpsledning dimensjoneres for Q_{maks}

5 Teknisk beskrivelse av renseanlegget

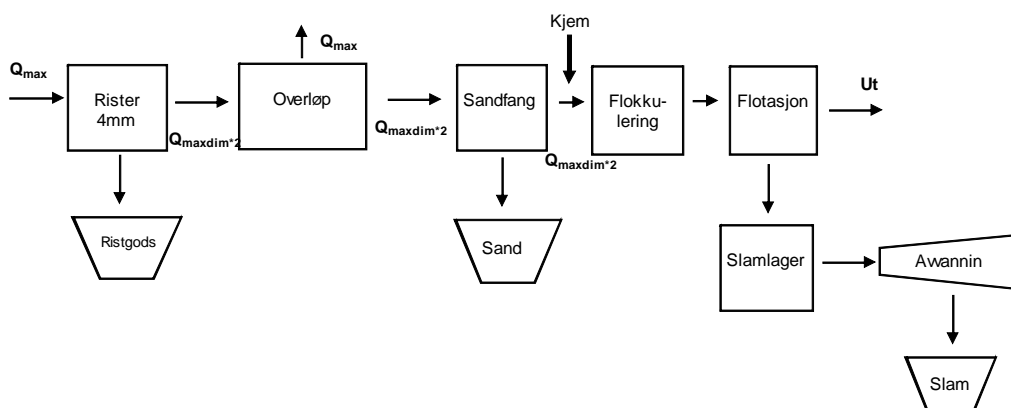
Som eksempel for skissering og kostnadsberegning av nytt avløpsrensaneanlegg er det i denne rapporten utarbeidet tegninger og kalkyler for et kjemisk renseanlegg for tilfredsstillelse av primærrenserekravet. Anlegget er skissert bygget for enkel utvidelse til dimensjonerende belastning i 2050 og eventuell fremtidig sekundærrensing.

Det er ikke slik å forstå at et kjemisk renseanlegg er eneste løsning for tilfredsstillelse av primærrenserekravet, men uten kunnskap om det aktuelle avløpsvannets sammensetning velger vi å arbeide ut fra en slik anleggsmodell siden et slikt anlegg vil tilfredsstille primærrenserekravet med god margin.

Som beregningseksempel på et kjemisk renseanlegg er det benyttet et flotasjonsanlegg med forbehandling og enkel slambehandling. Det er også mange muligheter til å bygge andre typer kjemiske renseanlegg.

5.1 GENERELT

Figuren under viser en prinsippskisse for det beskrevne anlegget.



Figur 3 Prinsippskisse for flotasjonsanlegg

Anlegget er skissert bygget som en prosesshall hvor prosessutstyret installeres som prefabrikkert stålutstyr. Dette gir et anlegg som er fleksibelt i forhold til fremtidig utvidelse.

Det bygges et eget administrasjonsbygg på anlegget med personalfunksjoner som garderober, spiserom, laboratorium og kontrollrom.

Som beskrevet over finnes det mange ulike tilnærminger for å tilfredsstille primærrensekravet. Et primærrenseanlegg kan bygges svært enkelt som for eksempel et silanlegg uten forbehandling før silene. Anleggsmodellen som er beskrevet i dette dokumentet representerer et mer omfattende anlegg med forbehandling og kjemisk renseprosess.

Det er viktig at FjellVAR gjør vurderinger for å definere hvilken hovedtype renseanlegg de ønsker å bygge. Kartlegging av avløpsvannets karakteristikk vil være god veiledning for valget av egnet renseprosess, men er lite relevant da det fremtidige avløpsvannet gjerne avviker fra eksisterende avløpsvann etter sanering og samling av en rekke ulike utslipp samt etablering av nye overføringsledninger. Ut fra dette vil en omfattende renseprosess som beskrevet være en trygg løsning for å sikre tilfredsstillelse av primærrensekravet.

Dersom FjellVAR velger å bygge et renseanlegg, som beskrevet, med rister, sandfang og kjemisk rensetrinn finnes det også mange forskjellige renseløsninger på markedet. Figur 4 viser et forslag til prosessløsning i et slikt anlegg.



Figur 4 Prosessløsning for et anlegg bestående av rister, sandfang og kjemisk rensetrinn

5.2 INNLØP

Avløpsvannet føres til anlegget gjennom en innløpskasse som fungerer som fordelingskammer. Innløpskassen sørger for jevn fordeling av vannstrømmene til de to linjene og gir muligheter til styring av vannmengdene til de to linjene. Vannet føres fra fordelingskammeret til riststasjonen.

5.3 OVERLØP

Det etableres nødoverløp i innløpskassen for å avlaste av vannmengder over Q_{maks} . Overløpskanten er regulerbar og kan tilpasses vannmengdene både i 2030 og 2050. I tråd med forurensningsforskriften registreres overløpsmengdene med nivåmåler og tidsregistrering. For å tilfredsstillende normale krav til måleusikkerhet måles samlet overløpsmengde med elektromagnetisk mengdemåler.

5.4 FORBEHANDLING

5.4.1 Innløpsrister

Det er viktig for både etterfølgende prosesser og slamkvaliteten at avløpsløp fjernes. I den senere tid er rister med hullperforerte kontinuerlige bånd blitt mer brukt, og viser gode resultater med god avskilling og høy driftssikkerhet. For at anlegget skal være mest mulig fleksibelt for senere ombygging kan ristene plasseres i kasser.

Riststasjonen skal håndtere den teoretisk maksimalt tilførte mengde (Q_{maks}) til anlegget slik at også vann til overløp gjennomgår ristavskilling. Det installeres 2 rister hvor hver rist har kapasitet til å håndtere $Q_{maksdim}$. Denne konfigurasjonen sikrer at alt vann til anlegget ristbehandles, og at $Q_{maksdim}$ kan føres gjennom anlegget selv om en rist er ute av funksjon.

Følgende tabell beskriver de mengder av ristgods en kan forvente avhengig av hvilken behandling ristgodset gjennomgår.

Tabell 2 Erfaringsverdier for ristgodsmengder (Wastewater Engineering, Metcalf & Eddy)

Parameter	Enhet	Vått ristgods	Presset ristgods	Vasket ristgods
Volum	l/pe x år	10	4	2,5
Vekt	kg/pe x år	10	4	2,5
Tørrestoffinnhold	% TS	10	25	40

Pressing av ristgodset vil gi en årlig produksjon på ca 88 tonn ($88 m^3$), mens vasking vil redusere mengden til 55 tonn/år ($55 m^3/år$). Ristgodsvasking gir et langt mer hygienisk sluttprodukt som er enklere å motta og forbrenne i forbrenningsanlegg og anbefales dersom ristgodset skal forbrennes. Det anbefales i tillegg til ristgodsvaskeren å installere en mottrykksskrue som maler opp ristgodset. Dette er også med på å gjøre sluttproduktet mer egnet for forbrenning. Ristgodsvasking representerer en ubetydelig merkostnad i forhold til ristgodspresing.

Det anbefales benyttet plasttuber av type Longopac eller lignende i storekker eller 1000 liters plastcontainer for lagring av ristgodset. Containeren hentes av ordinær søppelbil, mens storekker kan lagres på anlegget for større transporter. En løsning med emballering av ristgodset i plasttuber er en hygienisk og praktisk løsning for små mengder ristgods. Med 1000 liters lagringskapasitet og beregnede ristgodsmengder vil containeren måtte tømmes ca. ukentlig.

5.4.2 Sand- og fettfang

Fjerning av sand er viktig for driftssikkerheten til pumper og annet mekanisk utstyr i renseanlegget. Sandfangene bygges i to linjer hvor hver linje har kapasitet til å håndtere Q_{dim} . Med ønske om en kompakt prosess velges to rundsandfang. Følgende tabell beskriver de mengder av sand som kan forventes avhengig av hvilken behandling sanden gjennomgår.

Tabell 3 Erfaringsverdier for sandmengder (Wastewater Engineering, Metcalf & Eddy)

Parameter	Enhet	Avvannet sand	Vasket sand
Volum	l/pe x år	5	1
Vekt	kg/pe x år	7,5	2,5
Tørrestoffinnhold	% TS	50	90
Organisk innhold	% av TS	40	3

Sanden pumpes fra sandfanget til sandvaskeren med sentrifugalpumper. Sanden føres direkte til tett storekk.

Avvanning av sanden vil gi en årlig produksjon på ca 165 tonn (110 m^3), mens vasking vil redusere mengden til 40 tonn/år ($22 \text{ m}^3/\text{år}$). Dersom vasket sand kan benyttes til formål hvor det ikke er leveringskostnader i motsetning til leveringskostnad ved deponi, vil de reduserte driftskostnadene forsvare investeringen i en sandvasker fremfor en sandavvanner.

5.5 KJEMISK RENSETRINN

Det kjemiske rensetrinnet består av kjemikalieinnblanding, flokkulering og avskilling i form av flotasjon. Det settes av plass og påkoblingsmuligheter for fremtidig prosessutstyr.

Det anbefales bygget et flokkuleringstrinn med to kammer. Kjemikaliedoseringen skjer i første kammer hvor omrøringshastigheten er relativt høy. I andre kammer er omrøringshastigheten lavere. Oppholdstiden i flokkuleringstrinnet er 5 minutter ved Q_{dim} . Flokkuleringen er skissert som tradisjonelle flokkuleringstanker med omrøring.

I tråd med SFTs Primærrens (TA-2088/2005) anbefales det å legge opp til dosering av polymer og en mindre dose metallsalt.

For flotasjonsanlegget anbefales det installert dispersjonspumper som tar luft direkte fra rommet pumpene står i, fremfor de omfattende dispersjonsanleggene med kompressorer og trykktanker som har vært benyttet i tidligere flotasjonsanlegg.

5.6 SLAMBEHANDLING

For et kjemisk renseanlegg vil slambehandlingen omfatte bufferlager for flottert slam, pumping av dekantert vann fra bufferlageret, avvanningsmaskin, samt håndtering av rejektivann fra avvanning, sandvasker og slamutlastning.

I første byggetrinn vil det ikke bli etablert eget slambehandlingsanlegg for det avvannede slammet fra renseanlegget. Bergen kommune bygger imidlertid biogassanlegg for avløpslam i forbindelse med kommunens store utbygging av avløpsrenseanlegg. Det bør i tiden frem mot bygging av

primærrensaneanlegg kartlegges hvilke muligheter som finnes for avhending av slammet fra rensaneanlegget.

Dersom slammet planlegges ført til biogassanlegg bør det tilstrebes å velge en avvanningsløsning som oppnår et tilfredsstillende tørrstoffnivå med lavest mulige driftskostnader. I anlegg hvor det er viktig med høyest mulig tørrstoff er sentrifuger det naturlige valg. I tilfelle det kan aksepteres en lavere tørrstoffkonsentrasjon i slammet kan det vurderes å installere skruepresser, som har noe lavere driftskostnader, og støyer mindre enn sentrifuger. Valget av avvanningsmetode avhenger av forholdet mellom transportkostnad, avhendingskostnad og driftskostnad for avvanningen. Eksempelvis vil korte transportavstander til et biogassanlegg favorisere lavt tørrstoff, da transportkostnadene ikke vil bli veldig mye større og slammet likevel skal vannes ut på biogassanlegget. I kalkylen og tegningene er det forutsatt installert en skrueavvanner.

Bufferlager og avvanning dimensjoneres for intermittert drift med drift 12 timer per dag, 5 dager per uke. Bufferlageret skal ha kapasitet til 3 dagers slamproduksjon noe som i gir et nødvendig volum på ca. 170 m³ i 2030. Den årlige slamproduksjonen etter avvanning med 25 % tørrstoff er beregnet til ca. 2900 m³. Avvannet slam føres med transportskrue fra avvanneren til slamcontaineren i etasjen under. Det anbefales benyttet to tette containere med punktavtrekk og fordelingskrue. To containere på ca. 21 m³ vil i snitt måtte tømmes en og en halv gang i uken.

5.7 PRØVETAKING

Forurensningsorskriften stiller krav om akkreditert prøvetaking for anlegget. Dette innebærer for dette anlegget at akkreditert personell må ta minst 24 representative prøver av rensed avløpsvann per år. Prøvene skal analyseres av laboratorier som er akkreditert for de aktuelle analysene. Dette krever at det etableres representative prøvepunkter i hht. forskriften. For at prøvetakingen skal være representativ stilles det krav til at mengdemålingen ved anlegget skal ha maksimalt 10 % måleunøyaktighet, og at både innløp, rensed og urensed utløp (overløp) skal mengdemåles.

FjellVAR har knyttet seg til DIHVA som fungerer som paraplyorganisasjon for akkreditering. Kommunen tar da, ved hjelp av såkalt kontrahert personell, selv prøver på vegne av DIHVA og sender dette til analyse.

5.8 ELEKTRO

Elkraft og automatiseringsanlegget skal bygges opp i h.t. gjeldende forskrifter, standarder og EU-direktiv. Alle objekter som pumper, ventiler, motorer m.v. skal merkes i h.t. NORVAR's system.

Installasjonene i prosessanlegget skal generelt utføres som åpent anlegg med kabler lagt på kabelbroer og i rør frem til utstyrskomponenter.

Sterkstrømsanlegget omfatter krafttilførsel fra ekstern transformator, hoved- og gruppefordelinger, installasjoner for lys, varme og stikkontakter, samt fremføring av kabler til maskinteknisk utstyr.

Tavlerom vil i tillegg til hovedtavle inneholde sentral for PLS-system og kommunikasjonslinjer, UPS m.v. I service- og personaldeler utføres det elektrotekniske anlegget som skjult anlegg. I behandlingsdelen og i tekniske rom forutsettes kabelføringer i synlige kabelkanaler.

Installasjoner og automatikkskap skal ikke ha kapslingsgrad dårligere enn IP 55.

Det bør legges opp til at lys i anlegget styres av bevegelsessensorer.

5.9 AUTOMASJON

Styrings- og overvåkingsanlegget skal overvåke/registrere alarmtilstander, måleverdier, driftstilstander, etc., samt foreta styring/regulering og bearbeide registreringsdata.

5.10 VVS

Det skal etableres separate ventilasjonsanlegg for prosessdelen og personaldelen. Avtrekk fra personaldelen kan eventuelt føres som tilluft til prosessdelen. Ventilasjonsanlegget skal utføres som en kompakt enhet med vifter for innblåsning og avsug, varmegjenvinning og varmebatteri, spjeld og filtre.

Luktavgivende enheter tildekkes og utstyres med punktavsug. Alle steder hvor avløpsvann eller slam eksponeres for luft tildekkes og utstyres med punktavsug.

Ventilasjonsanlegget omhandles i egen rapport.

Oppvarming baseres generelt på varmegjenvinning på utgående luft, supplert med varmebatterier på ventilasjonsluften. I tillegg bør det vurderes å montere varmepumpe som henter energi fra rensset avløpsvann. Avhengig av energimengden som kan hentes fra avløpsvannet og dermed dimensjoneringen av varmepumpen, vurderes det å supplere med elektrisk oppvarming av personaldelen.

Varmeanlegget skal dimensjoneres for romtemperatur 15 °C i prosessdel, 16 – 19 °C i verksted, laboratorium og gang, samt 19 – 21 °C i oppholdsrom.

6 Utvidelse til sekundærrensing

En eventuell utvidelse til sekundærrensaneanlegg er videre skissert for belastningene i 2050. Dette er gjort ved utvidelse av eksisterende bygg slik at to linjer med biologiske reaktorer får plass mellom sandfangene og flotasjonsbassengene. Dersom flotasjonsbassenegen fortsatt er i god stand ved utvidelsen kan bioreaktorene i stedet plasseres i nybygget. Flotasjonsbassenege er derfor dimensjonert for 2050 slik at disse kan beholdes ved en ev. utvidelse. Som biologisk rensetrinn er det her foreslått en MBBR prosess, da dette er gir kompakt løsning med stabil god rensegrad. Dette er en biologisk renseprosess hvor biofilm vokser på suspenderte bærer i luftede reaktorer. En biofilmbærer med spesifikk overflate på $800 \text{ m}^2/\text{m}^3$ er benyttet i eksempelet.

Tegninger som viser en utvidelse til sekundærrensning og belastninger i 2050 er vedlagt. Her er det det bygget på for å få plass til 2 linjer med bioreaktorer i nybygget. Slamlageret er utvidet i høyden og det er supplert med en ekstra avvanningsmaskin. Sandfangskapasiteten er stor nok til å håndtere belastningen i 2050.

I tillegg vil evt. rør og kanaler måtte oppdimensjoneres. Ved en evt. utvidelse vil trolig enkelte komponenter ha nådd sin levetid og andre utvidelser enn suppleringer kan derfor bli aktuelt.

Dersom FjellVAR i en slik situasjon benytter slammet til biogass vil det være en fordel å velge en løsning med forflotasjon, høybelastet bioreaktor etterfulgt av et separasjonssteg istedet for den skisserte løsningen her. Dette da en slik løsning er svært energieffektiv og bidrar til økt biogasspotensiale. Forflotasjonen reduserer den organiske belastningen på det biologiske trinnet da 85% av uspendert stoff tas ut i forflotasjonen. Det organiske stoffet blir dermed nedbrutt i råtnetanken i stedet for i biotrinnet og bidrar til økt biogassproduksjon samtidig som luftebehovet i det biologiske trinnet blir redusert.

7 Investering og kostnader

7.1 GENERELT

Investeringskalkyle og driftskostnader av det skisserte anlegget er basert på erfaringspriser fra andre rensaneanleggsprosjekter og på innhenting av priser for dette prosjektet.

7.2 INVESTERING

Et estimat av investeringsbehov er gitt i Tabell 4. Samlede investeringsbehov er estimert til ca. 92 mill. kr. Bygginvestering er ekskludert grunnarbeid og utarbeid da dette vil variere mellom de alternative plasseringene. Dersom det i stedet bygges to mindre anlegg ved Mustadvatn og Vågo er investeringene vist i kolonne 3 til 5 i tabellen.

Tabell 4 Estimerte investeringsbehov for primærrensaneanlegg

Post	Estimert investering (mill. nok)			
	Alt. A-C	Alt. D Vågo	Alt. D Mustadvatn	Alt. D Vågo + Mustadvatn
Forbehandling	2,8	1,7	2,7	4,4
Kjemisk rensing	4,7	2,0	4,1	6,1
Polymer/kjemikalie doseringssystem	0,9	0,5	0,8	1,3
Behandling av sand/ristgods	1,3	1,0	1,3	2,3
Slambehandling	5,6	2,8	5,4	8,2
Diverse utstyr				6,8
(rør, instrumenter, generalomkostninger etc)	6,2	2,3	4,5	0,0
Sum prosess	21,4	10,4	18,8	29,2
Automasjon/elektro	6,4	3,1	5,6	8,8
VVS (Alt. med fotooksidasjon og kullfilter)	6,3	2,6	4,7	7,3
Diverse	2,1	1,0	1,9	2,9
Industrihall og administrasjonsbygg	40,0	34,6	37,5	72,1
Sum	76,4	51,7	68,6	120,3
Prosjektering/rådgiving	3,2	1,6	2,8	4,4
Usikkert	15,9	10,7	14,3	24,9
Sum m/prosjektering og rådgiving	92,3	62,4	82,8	145,2

Tabell 5 viser investeringsbehov inkludert investeringer knyttet til anleggsarbeid på de ulike alternative lokasjonene. Tabellen viser at alternativ B - Knarrevik er vurdert som det billigste alternativet med en investeringskalkyle på 112 mill. NOK etterfulgt av alternativ A - Mustadvatn på 121 mill. NOK.

Tabell 5 Totalt investeringbehov i mill. NOK for primærrensplanlegg inkludert anleggsarbeid på de ulike lokasjonene.

Utgiftspost	Alt. A Mustadvatn	Alt.B Knarrevik	Alt. C Basvika	Alt. D Vågo	Alt. D Mustadvatn	Alt. D Vågo+Mustadvatn
Anlegg-Investering	13	7	35	8	13	21
Bygg og prosess - Investering	76	76	76	52	69	120
Sum Anlegg Prosess og bygg	90	83	111	60	81	141
Prosjektering, byggeledelse 15%	13	12	17	9	12	21
Uforutsett, 20%	18	17	22	12	16	28
Ramme	121	112	150	81	109	190

7.3 DRIFTSKOSTNADER

Et estimat av driftskostnadene er gitt i Tabell 6. Årlige driftskostnader ved plassering A til C er estimert til ca. 6,6 mill. kr.

Tabell 5 – Estimerte driftskostnader for primærrensplanlegg

Post	Alt. A-C	Alt. D Vågo	Alt. D Mustadvatn	Alt. D Vågo + Mustadvatn
Polymer/kjemikalieforbruk	0,3	0,1	0,2	0,3
Slamdisponering	2,9	0,6	2,4	3,1
Energiforbruk prosess	0,5	0,3	0,5	0,9
VVS	0,2	0,1	0,1	0,3
Drift og vedlikehold	1,2	1,0	1,2	2,1
Usikkerhet	1,5	0,6	1,3	2,0
Sum	6,6	2,8	5,8	8,6

7.4 ÅRSKOSTNADER

Beregningen av årskostnader er utført med serielån, rentefot og avskrivningstid i henhold til forskrift om årsregnskap og årsberetning for kommuner og fylkeskommuner. Tabellen viser renteutgifter det 1. året for de ulike alternativene. For renseanlegg regnes det med 20 års avskrivningstid og 5 % kalkulasjonsrente. Beregnede årskostnader er ca. 19 millioner kroner ved alternativ B som er det rimeligste alternativet.

Tabell 6 Årskostnader 1. året for primærrensaneanlegg på de ulike plasseringene

Post	Alt.A	Alt.B	Alt. C	Alt. D	Alt. D	Alt. D
	Mustavatn	Knarrevik	Basvika	Vågo	Mustadvatn	Vågo+ Mustadvatn
Årlig avdrag (NOK)	6,0	5,6	7,5	4,0	5,5	9,5
Renter 1. året (NOK)	6,0	5,6	7,5	4,0	5,5	9,5
Oppgitte driftskostnader eks. mva	6,6	6,6	6,6	2,8	5,8	8,6
Sum årskostnader	18,7	17,9	21,6	10,9	16,7	27,6

7.5 KOSTNADER VED UVIDELSE TIL SEKUNDÆRRENSING OG BELASTNING I 2050

Ved en ev. utvidelse til sekundærrensing vil det trolig være aktuelt å utvide anlegget for å håndtere belastningene i 2050. Begge disse utvidelsene er derfor inkludert i det videre kostnadsestimatet. Kostnadsestimat på investering ved utvidelse til sekundærrensing og utvidelse for å håndtere belastning i 2050 er gitt i tabell 8. Kolonne 2 viser utgifter som hovedsakelig er knyttet til utvidelsen for å håndtere belastningen i 2050 mens kolonne 3 hovedsakelig er utgifter knyttet til det å kunne nå sekundærrensekravet. Samlet sett er investeringskostnadene estimert til 36 millioner kr hvorav ca. 31 millioner er knyttet til utvidelse for sekundærrensekravet.

Tabell 7 Investeringskostnader ved utbygging for å nå sekundærrensekravet med belastninger som forventet i 2050

Post	Utgift grunnet økt belastning (mill. NOK)	Utgift grunnet sekundærrens (mill. NOK)
Supplerende avvanner m/ teleskop nedkast	1,7	
Oppjustert med 2 nye sandfang	1,4	
Utvidet slamlager	0,3	
Rør		0,6
4 MBBR reaktorer m/blåsemaskin (2 linjer)		9,7
Rådgivning	0,3	1,0
Diverse (ventiler, inst. etc)	0,3	1,0
Påbygg		5,0
Elektro/automasjon		4,1
VVS		4,2
Usikkert	0,8	5,1
Sum sekundærutvidelse	4,9	30,7

Driftskostnadene vil videre øke både som følge av økt belastning og eventuell sekundærrensing. Den samlede økningen i forbruket er estimert til 4,5 millioner kr/år hvorav 3,5 mill. kr skyldes sekundærrensing. Tilegg i driftskostnadene som følger av utbyggingen er vist i tabell 9.

Tabell 8 Økning i driftskostnader som følge av økt belastning og utvidelse til sekundærrensing ved anlegget

Post	Grunnet utvidelse Mill. kr	Grunnet sekundærrensing Mill. kr	Sum Mill. kr
Polymer/kjemikalieforbruk	0,1	0,0	0,1
Slamdisponering	0,7	2,5	3,2
Energiforbruk prosess	0,1	0,4	0,5
Drift og vedlikehold	0,0	0,0	0,0
Usikkerhet	0,2	0,6	0,5
Sum	1,0	3,5	4,5

Tabell 10 viser årskostnadene 1. år etter en eventuell utvidelse. Disse kommer i tillegg til årskostnadene primærrensaneanlegget for det gitte året. Et serielån med nedbetalingstid på 20 år og en rente på 5% er lagt til grunn for kostnaden.

Tabell 9 Tillegg i årskostnader 1. år etter en utvidelse som dekker både behovet i 2050 og sekundærrensingskravet.

Post	Sum (mill. NOK)
Årlig avskrivning serielån eks mva.	1,8
Renter 1. året	1,8
Oppgitte driftskostnader eks. mva	4,5
Sum årskostnader	8,1

8 Enøk i prosessanlegget

Enøkpotensiale i avløpsrensaneanlegg er ofte stort, og med implementering av energiriktig prosjektering kan man oppnå en besparelse på opptil 30% av samlede energikostnader fra et tradisjonelt anlegg. Tilleggsinvesteringene vil dermed kunne være spart inn etter 2,5 – 4 år. Blåsemaskiner til biologisk rensing er oftest den største energiforbrukeren etterfulgt av VVS og slambehandling. Følgende kapittel tar for seg energibesparende tiltak i anlegget. Kapittelet er i hovedsak basert på foreløpige resultater i et utkast til en ny Norsk Vann rapport "Energiriktig design av avløpsrensaneanlegg" som er under utarbeidelse i Norconsult.

8.1 ENERGILEDELSE

Erfaringer fra energiledelse viser at anlegg kan spare 10-15% første året etter innførelsen. Energiledelse går i hovedsak ut på å følge opp energiforbruket og optimalisere driften av anlegget. Innføring av energiledelse etter ny norsk standard er beskrevet i NS-EN 1600. Følgende steg er relevante ved innføring av et slikt system:

1. Forankring i ledelse og ansvarsmatrise
2. Faste datoer for energioppfølgingsmøter og oppdatering av budsjettet for energitiltak
3. Tallfeste målsetning om reduksjon av energiforbruk eller klimagassutslipp
4. Månedlige (eller daglige) beregninger av energinøkkeltall: (kWh/m³ utløp, kWh/tonn slam produsert, kWh/PE, kWh/kg TS)
5. Kvartalsvis oppfølging av energitiltak.
6. Utvikle nytt skjermbilde i toppsystemet som viser energinøkkeltall

8.2 ENERGIBEVIST PROSJEKTGJENNOMFØRING

For å kunne prosjektere energibevisst er det viktig at det skapes et konstruktivt samarbeid mellom byggherren, prosjekterende og entreprenøren. En energikoordinator i prosjektteamet kan med fordel oppnevnes. Muligheter for transport av egenprodusert energi eller bruk av fjernvarme bør sjekkes ut så tidlig som mulig slik at dette eventuelt kan implementeres i kommunens reguleringsplaner.

For å prosjektere et ENØK-anlegg er det viktig at det i en tidlig fase stilles krav (garanti) for energiforbruket til hele anlegget med klare prosedyrer for testing av flere nøkkeltall under overleveringsperioden. Det er også viktig å stille krav til leverandør per prosesstrinn og per stor-energibrukende drivsystem. Krav til energiopplæring av driftspersonell i overleveringsperioden er også et nyttig redskap i denne prosessen. Et annet moment er å stille krav til fornybarhetsandel for energiforbruk. Dette kan f.eks være 60 % av termisk energibehov som tilsvarer kravet i byggeteknisk forskrift.

Støtteordninger fra Enova og muligheter for grønne el-sertifikater bør vurderes. Støttenivå fra Enova for bruk av varme fra avløpsvann til vann ved varmpumper er på 2000 kr/kW. Tilsvarende for bruk av varme fra luft i råtnetank til vann ved varmpumper er på 1100 kr/kW.

8.3 KOMPAKTE ANLEGG

Da en vesentlig del av energiforbruket i norske anlegg går til oppvarming og ventilasjon kan en betydelig reduksjon i energiforbruket oppnås ved å velge kompakte prosessløsninger som minsker arealbehovet og dermed byggets størrelse. For det skisserte anlegget på FjellVAR ligger det her et potensiale i å bytte ut flotasjonsbassengene med mer kompakte enheter som f.eks ActiFlo. Bruk av sirkulære HRFS sandfang og MBBR-systemet ved en ev. bioutvidelse er i tråd med dette prinsippet. Anlegget kan også bygges mer kompakt, men dette frarådes da det også skal ligge til rette for godt arbeidsmiljø og senere utvidelse. I motsetning til tradisjoner i andre europeiske land bygges norske anlegg i sin helhet med overbygg. Det er teknisk mulig, uten konsekvenser for funksjon og resultat, å bygge de mest arealkrevende enhetene uten overbygning også i Norge. En slik løsning ville gitt betydelige innsparinger i energiforbruket.

Anlegge bør isoleres i forhold til byggteknisk forskrift. Det er behov for et stort antall porter i bygget og disse bør isoleres og tettes samt utstyres med gode styringssystemer for å redusere varmetapet.

8.4 JEVN DRIFT AV ANLEGGET

Dersom det er mulig er det en stor fordel med jevn tilrenning til anlegget. Dette vil medføre en jevn drift på anlegget og komponentene kan dermed drives nærmere sitt optimale driftspunkt. Dette kan oppnås ved fordrøyning i utjevningsbasseng eller tilløpstunnel eller ved å utnytte eksisterende fordrøyningsmuligheter i systemet. Separert avløps- og overvann vil i så måte også være en stor fordel. Det vil være et relativt stort potensiale for FjellVAR her da tilførselen til anlegget, som på vestlandsanlegg generelt, er antatt å variere betydelig.

Tilsvarende prinsipp gjelder jevn drift av slamsiden. Dette oppnås på FjellVAR ved skissert 3 dagers bufferkapasitet i slamlageret.

8.5 FREKVENSBELASTNING OG ELMOTORER

For å spare energi ved belastning under den dimensjonerende bør alt viktig prosessutstyr og pumper være frekvensstyrt og turtallsregulert.

Elmotorer bør være sparemotorer av høyeste energiklasse (IE3). Dette blir for øvrig et krav fra 2015. Det anbefalles også å innføre strømmålere på alle motorer over 5 kW som videre knyttes mot et energiskjermbilde.

Utstyret bør i tillegg kun kjøres ved behov og på så lav hastighet som mulig.

8.6 REDUSERT ENERGI FORBRUK VED REDUSERT/OPTIMALISERT BRUK AV PUMPER

Dersom pumping av avløpsvannet inn til anlegget kan unngås vil dette være en stor fordel mhp. energiforbruket. Dette ser ut til å være mulig på samtlige lokasjoner.

Energieffektive pumper bør benyttes. Muligheter for å senke løfthøyden samt trykkreduserende tiltak må også vurderes. Et annet energibesparende tiltak er å ha flere mindre pumper som går parallelt. Dermed kan antall pumper i drift styres etter belastningen og pumpene kan driftes nærmere sitt optimale driftspunkt.

Ved å opprettholde relativt høy TS i slam som skal pumpes minskes volumene og dermed energiforbruket. Dette oppnås ved å regulere TS-innholdet i slammet.

8.7 STYRING AV LUFTEBEHOVET I SANDFANGENE

Bedre styring av luftmengden til sandfang bør vurderes da relativt stor andel av energiforbruket går til dette.

8.8 REDUKSJON AV SLAMMENGDEN

Slambehandling er vanligvis det trinnet som krever mest energi i primærrensaneanlegg. Reduksjon av slammengden vil derfor kunne gi store besparelser. Dette kan oppnås ved optimalisering av separasjonssteget og bruk av systemer som gir høyere TS, slik som flotasjon, Actiflo etc.

8.9 OPTIMALISERING AV FORTYKKING

For det skisserte anlegget på FjellVAR med flotasjon er det imidlertid vurdert dit hen at det ikke er behov for fortykking før avvanning. Skulle det kjemiske trinnet endres slik at det likevel blir aktuelt med en fortykker, er statisk eller gravimetrisk fortykking den mest energigunstige måten å fortykke slammet på. Disse krever imidlertid større areal.

8.10 OPTIMALISERING AV AVVANNING

Skruepressene som er benyttet i det skisserte anlegget bruker betydelig mindre energi enn sentrifuger. Disse trenger imidlertid ofte større mengde polymer. Dersom slammet skal transporteres vil lavere TS innhold medføre økte transportkostnader. Dette er derfor en vurdering som må tas når videre anvendelse av slammet er bestemt. For begge enhetene bør driften optimaliseres i samarbeid med leverandør.

8.11 BEGRENSNING AV VENTILASJONSBEHOVET

Kanaler, tanker ol. bør i størst mulig grad være innkapslet med punktavsug til miljøventilasjon slik at ventilasjonsbehovet kan reduseres.

8.12 ENERGIPRODUKSJON VED SLAMBEHANDLING

Ved anaerob utråtning av slammet kan anlegget langt på vei være selvforsynt med energi fra gassen som produseres. Grensen for lønnsomhet for anlegget ligger normalt på 10 000 til 15 000 organiske PE og dette vil derfor være aktuelt for FjellVAR. Varmen fra forbrenning av gassen i en gassmotor kan videre benyttes til både oppvarming av slammet før utråtning og oppvarming av selve anlegget ved bruk av varmevekslere. Biogassproduksjon omtales videre i egen delutredning.

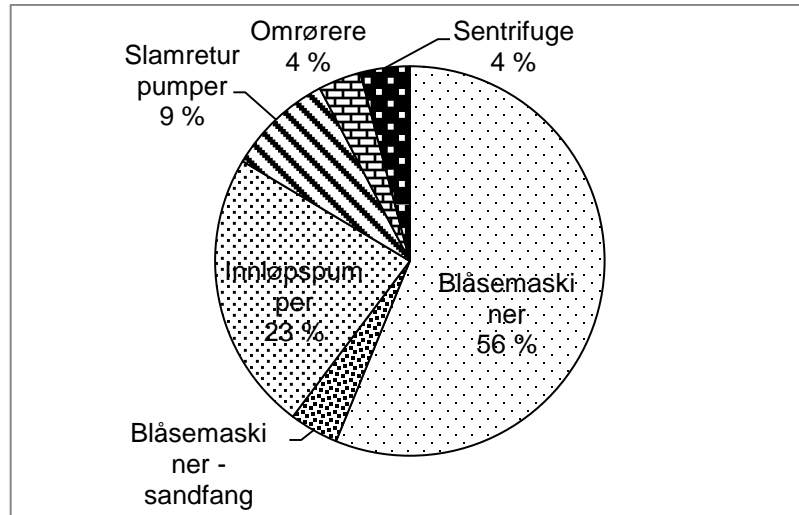
Det er også andre energikilder slik som varme fra rensed avløpsvann, vannkraft og solenergi som kan utnyttes. Varme fra rensed avløpsvann er en betydelig varmekilde og flere ganger større enn det totale varmebehovet til anlegget. Dette kan evt. benyttes til fjernvarme, oppvarming av bygningen eller bygninger i nærheten.

8.13 SEKUNDÆRRENSLEANLEGG

Et sekundærrensaneanlegg har betydelig større energibehov enn et primærrensaneanlegg da blåsemaskiner til bioreaktorer utgjør kanskje 50-80 % av det totale energibehovet til et anlegg. Figur 5 viser forventet energiforbruk på sekundærrensaneanlegg på Flesland ekskludert VVS. Det er derfor et viktig moment å optimalisere dette trinnet.

Viktige redskap er å styre lufttilførselen utfra oksygenmålere som dermed muliggjør nedjustering av lufttilførsel i perioder med lav belastning. Da det ikke er mulig å frekvensstyre blåsemaskiner til under 40 % av det nominelle turtallet er det i tillegg til frekvensstyring en fordel å innstallere flere parallelle maskiner. Disse kan ev. være i varierende størrelser slik at driften lettere kan optimaliseres. Dette er spesielt et

alternativ i anlegg hvor høy hydraulisk belastning med lite BOF forekommer, slik som det er forventet på FjellVAR. Grunne bioreaktorer vil også være en fordel da mindre kraftige blåsemaskiner kan benyttes. Innebygget automatikk for energioptimalisering anbefales. Muligheten ved å utnytte varmen fra blåsemaskinene ved oppvarming av kjølevann kan vurderes.



Figur 5: Eksempel fra Flesland på forventet energiforbruk for det nye renseanlegget målt som kWh. VVS er ikke tatt med i oversikten

9 Entrepriseform og marked

9.1 ENTREPRISEFORM

Det finnes mange forskjellige modeller for gjennomføring av byggeprosjekter. Følgende modeller kan være aktuelle for byggingen av nytt hovedrensaneanlegg i Fjell kommune.

Delt entreprise (NS 8405)

Modellen kjennetegnes av en omfattende oppsplitting i separate entrepriser hvor alle entreprenørene er likestilte sideentreprenører. Med denne entreprisemodellen detaljprosjekteres fagene av byggherre eller rådgiver. Modellen kjennetegnes også ved omfattende behov for koordinering og prosjektstyring på byggherrens hånd, herunder styring av fremdriften.

Hovedentreprise

Denne entreprisemodellen skiller seg fra delte entrepriser ved at en entreprenør, normalt byggentreprenøren, får ansvaret for byggeplassadministrasjon og fremdriftsstyring. Denne entreprenøren betegnes som hovedentreprenør eller administrerende sideentreprenør. De andre entreprenørene er administrerte sideentreprenører. Utførelsesansvaret i de administrerte sideentreprenørene overføres ikke til administrerende sideentreprenør.

Generalentreprise

Dette er en relativt lite brukt entreprisemodell. Den skiller seg fra hovedentreprisen ved at også ansvaret for utførelsen, tiltransporteres administrerende sideentreprenør. Denne entreprenøren betegnes som generalentreprenør. De øvrige entreprenørene blir dermed underentreprenører til generalentreprenøren.

Totalentreprise

Dette er en relativt mye brukt entreprisemodell de senere år i utbygging/rehabilitering av avløpsrensaneanlegg. Modellen kjennetegnes av at prosjekteringen også er inkludert i kontrakten og at mesteparten av ansvaret for gjennomføringen er overlatt til entreprenøren.

Anbefalling

Det er mulig å velge kombinasjoner av entrepriseformene som er beskrevet ovenfor. I våre senere prosjekter har vi gode erfaringer med hovedentreprise hvor byggentreprenøren er hovedentreprenør, renseprosessen utlyses som totalentreprise og øvrige fag detaljprosjekteres av rådgiver og utlyses som sideentrepriser. Å utlyse renseprosessen som totalentreprise stiller krav til et godt konkurransegrunnlag for å sikre at byggherren får det anlegget den vil ha. Videre er det positivt at prosessentreprenøren som leverer prosessutstyret får frihet til å velge en

utstyrskombinasjon som samkjører på en god måte. Vi anbefaler en løsning som beskrevet over for dette prosjektet.

9.2 **MARKED**

Det eksisterer mange forskjellige kombinasjoner av prosessutstyr som vil gi en totalløsning som tilsvarer anlegget som er beskrevet i denne rapporten. Hovedelementene forbehandling med rister og sandfang, og kjemisk rensetrinn kan løses med andre løsninger enn de skisserte prosessenhetene.

Dersom prosessdelen av anlegget utlyses som en totalentreprise er markedet for aktuelle totalentreprenører relevant. For tiden består markedet for avløpsrensaneanlegg i Norge av flere entreprenører fra både Norge, Sverige, Danmark og Finland. For større sekundærrensaneanlegg er det 3 – 4 entreprenører som er aktuelle totalentreprenører, mens det for mindre anlegg, og da spesielt primærrensaneanlegg er flere aktuelle totalentreprenører.

Vedlegg

TEGNINGSLISTE FOR AVLØPSRENSSEANLEGG

TEGN.NR.	TEGNINGSTITTEL	Målestokk	Format
500	Avløpsrenseanlegg, Flytskjema	-	A1/A3
510	Avløpsrenseanlegg, Plan 1 og 2	1:125	A1/A3
512	Avløpsrenseanlegg, Plan tak	1:125	A1/A3
520	Avløpsrenseanlegg, Snitt A og B	1:125	A1/A3
530	Avløpsrenseanlegg, Utsnitt fra 3D-modell	-	A1/A3
610	Avløpsrenseanlegg, Plan 1 og 2, Sekundærrensing	1:125	A1/A3