
D04 Skisseprosjekt
Nytt avløpsrenseanlegg som tilfredsstillter sekundærrensekrav



Kunde: Hurdal kommune

Prosjekt: D04 Nytt avløpsrenseanlegg Hurdal

Prosjektnummer: 10218412-005

Dokumentnummer: 10218412-D04

Rev.: 01

Sammendrag:

Denne rapporten omhandler delutredning D04 Skisseprosjekt «Nytt avløpsrenseanlegg som tilfredsstiller sekundærrensekrav».

Rapporten omhandler anbefalt løsning og kostnadsestimat for et nytt avløpsrenseanlegg som tilfredsstiller sekundærrensekravet ved belastning 5 000 pe, $Q_{maksdim} = 150 \text{ m}^3/\text{h}$ og dagens behov til septik-mottak. Det er lagt spesielt fokus på løsninger som minimerer risikoen for utilsiktet utslipp til Hurdalssjøen og Hurdalselvdeltaet.

Anbefalt løsning er en prosess basert på MBBR som biologisk rensetrinn og flotasjon for kjemisk felling og slamseparering. Det settes av areal for eventuell etterpolering for å kunne i imøtekomme eventuelle skjerpede krav i ny utslippstillatelse.

Nytt anlegg anbefales plassert der dagens infiltrasjons-laguner ligger. Dersom lagunene må være i drift i byggefasen bør nytt anlegg plasseres syd for eksisterende anlegg, og oppføres i to byggetrinn der prosessdel bygges først og personalbygg bygges på fundamentene av eksisterende anlegg står når dette rives. Øvrig areal frigjort når eksisterende anlegg er revet kan benyttes til lagerplass.

Prosjektkostnad (P50) er estimert til 90 mill. NOK ekskl. mva.

Rapporteringsstatus:

- Endelig
 Oversendelse for kommentar
 Utkast

Utarbeidet av: Svein Erik Bakken, Dag Birger Fiksdal	Sign.: 
Kontrollert av: Svein Erik Bakken	Sign.: 
Prosjektleder: Tore Leland-Try	Prosjekteier: Kirsti Hanebrekke

Revisjonshistorikk:

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av
01	13.11.2020	Endelig rapport	NODFAG/NOSEBA	NOSEBA

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Mål	5
2	Dimensjoneringskriterier	6
2.1	Generelt	6
2.2	Dimensjonerende vannmengde	6
2.3	Dimensjonerende organisk belastning	8
2.4	Dimensjonerende slamproduksjon	8
3	Vurdering av aktuelle prosessalternativer	9
3.1	Oppsummering	9
3.2	Bemanning	9
3.3	Vurderinger rundt infiltrasjon som rensemetode	9
3.4	Fremtidig utvidelse av anleggets kapasitet	11
4	Forslag renseprosess	12
4.1	Konkurransgjennomføring og oppsummering	12
4.2	Grunnlag for beregninger av areal- og energibehov	13
4.3	Fordelingskasse	14
4.4	Kombinert rist / sil og sandfang	14
4.4.1	Energiforbruk	15
4.5	Biologisk rensing, MBBR	16
4.5.1	Dimensjonering og kapasitet	17
4.5.2	Energiforbruk	18
4.5.3	Biologisk fosforrensing	18
4.6	Kjemisk rensetrinn	19
4.6.1	Kjemikaliebruk	19
4.7	Slamseparering	20
4.7.1	Energiforbruk flotasjon	21
4.8	Etterpolering	22
4.8.1	Energiforbruk	22
4.9	Utløpskasse	23
4.10	Mottak av septik	23
4.11	Slamavvanning	25
4.11.1	Energi- og kjemikalieforbruk	25
4.11.2	Transport av avvannet slam	26
5	Sikring av Hurdalssjøen/Hurdalselvdeltaet mot utilsiktet utslipp	26
6	Plassering/areal av nytt renseanlegg	27

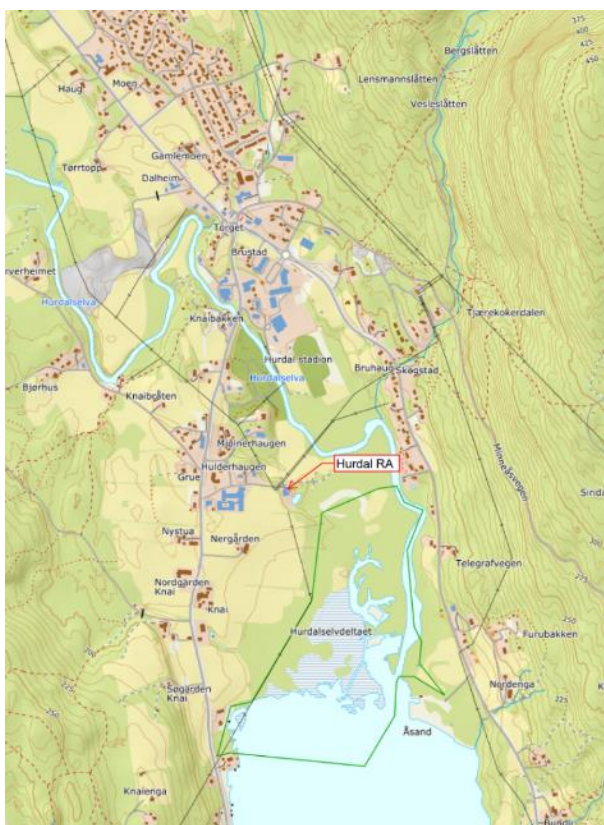
6.1	Oppsummering.....	27
6.2	Plassering syd for eksisterende renseanlegg	28
6.3	Plassering øst for eksisterende renseanlegg.....	30
7	Utforming bygg	31
7.1	Generell foreslått utforming.....	31
7.2	Utenomhus	31
7.3	Konstruksjon	31
7.4	VVS	32
7.4.1	Servicedel.....	32
7.4.2	Prosesshall.....	32
7.4.3	Luktbehandlingsanlegg	33
7.4.4	Energigjenvinning.....	33
7.5	Ren/uren sone.....	34
8	Avvikling av Hurdal RA	35
9	Utslippstillatelse	36
10	Fremdriftsplan.....	37
11	Bærekraft.....	38
11.1	Generelt.....	38
11.2	Energiberegninger.....	38
11.2.1	Renseprosess	38
11.2.2	Øvrig energiforbruk i renseanlegget.....	39
11.2.3	Pumpekostnader	39
11.2.4	Eksisterende pumpestasjoner i Hurdal kommune	40
11.3	Klimagass - CO ₂	41
11.4	Resultater	42
11.4.1	Miljømessig	42
11.4.2	Sosialt.....	43
11.4.3	Økonomisk	44
12	Kostnadsestimat	45
12.1	Investeringskostnader	45
12.2	Levetidskostnader	46
12.3	Sammendrag resultattabell	47
13	Referanser.....	48

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Hurdal kommune er i en prosess for å beslutte framtidig helhetlig VA løsning. Kommunen fikk utslippstillatelse for eksisterende renseanlegg (2200 pe) i mai 2019, der kommunen pålegges å ha en renseløsning som innen 1.1.2024 tilfredsstillende sekundærrensekrav etter forurensingsforskriftens kapittel 14.

Kommunen vurderer et behov opp mot 5000 pe som reelt i overskuelig framtid, med mulighet for ytterligere økning i et mer langsiktig perspektiv. En mulighetsstudie (HR Prosjekt AS, 2019) viser at dette, i en egenregiløsning, medfører at det må etableres et nytt avløpsrenseanlegg. Eksisterende anlegg har begrenset restkapasitet, er nedslitt og har større vedlikeholdsbehov. Rehabilitering / oppgradering av kapasitet er vurdert å ikke være hensiktsmessig, men eksisterende renseanlegg må være i drift til nytt er igangkjørt. Dagens anlegg ligger sentralt plassert nær Hurdal sentrum, like ved sykehjemmet Hurdal Helsetun (Figur 1).



Figur 1: Plassering av dagens anlegg

1.2 Mål

Med overnevnte bakgrunn har Hurdal kommune gitt Sweco oppdrag å utarbeide et skisseprosjekt for et nytt avløpsrenseanlegg som tilfredsstillende Forurensningsforskriftens sekundærrensekrav. Skisseprosjektet skal vurdere, konkretisere og kostnadsberegne avløpsrenseløsning som tilfredsstillende myndighetskrav, samt ivaretar kommunens behov i dag og i et langsiktig perspektiv.

2 Dimensjoneringskriterier

2.1 Generelt

Anlegget skal dimensjoneres for 5 000 pe (*personequivaler*), med mulighet for utvidelse, og tilfredsstillende sekundærrensekrevet. Personequivalent er et begrep som benyttes for å omregne belastningen fra f.eks. industri, hotell, skoler og andre arbeidsplasser til ekvivalent befolkningsmengde. Beregningen utføres ved at én personequivalent tilsvarer en spesifikk belastning (forurensningsmengde og/eller vannvolum) som kan forventes fra én enkeltperson (Standard Norge, 2006).

Eksisterende utslippstillatelse har skjerpet sekundærrensekrev mtp. fosfor; 93%. Fylkesmannen har gitt signaler om at et større anlegg kan pålegges ytterligere innskjerping på rensekrav, men dette vil man ikke få fastslått før ny utslippstillatelse foreligger. Av denne grunn avsettes det plass i anlegget for etterpolering, enten for å oppnå skjerpede fosfor-rensekrev, eller hygienisering av rensed avløpsvann dersom det stilles krav til badevannskvalitet.

2.2 Dimensjonerende vannmengde

For å estimere dimensjonerende tilrenning til nytt anlegg for 5 000 pe er det i denne rapporten benyttet data fra dagens anlegg pluss teoretiske verdier basert på Norsk Vanns anbefalte verdier for fremtidig tilkobling.

Q_{dim} beregnes på følgende vis:

$$Q_{dim} = k_{maks} * Q_s + k_{ind} * Q_{ind} + Q_i \left(\frac{m^3}{time} \right)$$

Q_{dim}	Dimensjonerende vannmengde, maksimal time-tilrenning som blir overskredet i 50% av årets døgn.
k_{maks}	Maks. timefaktor i et middeldøgn. Vannmengden vil ikke være jevn over hele døgnet, men ha enkelte topper om morgenen og ettermiddag når innbyggere står opp og kommer hjem fra jobb/skole. Variasjonene i avløpsmengder vil være større ved færre tilknyttede abonnenter.
Q_s	Midlere spillvannsmengde over døgnet.
k_{ind}	Maks. timefaktor for industriavløp.
Q_{ind}	Midlere industriavløpsmengde.
Q_i	Infiltrasjon; fremmedvann i avløpsnett som resultat av lekkasje på vann- og avløpsledninger, feilkoblinger, åpne kummer som tar imot snøsmelt/nedbør etc. Infiltrasjonen kan utgjøre store mengder, men det er feil tilnærming å dimensjonere et avløpsrenseanlegg for å kunne håndtere vannmengder som egentlig ikke skal være der. Det vil ikke bare gi unødvendig store utbyggings- og driftskostnader, men er også et dårlig miljø-tiltak. Opplevs store infiltrasjonsmengder må det reduseres ved å utbedre ledningsnett. Utbygging av nye boligfelt med nye avløpsrør skal ikke gi store, nye bidrag til fremmedvann.
Pe	Personequivaler. Benyttes for å kunne omforme industri og andre virksomheter til uniformt begrep.

Da det ikke er «våt» industri i Hurdal kommune benyttes ikke industri-relaterte parametere i videre beregning.

Det er opplyst at eksisterende anlegg har 1220 personer tilkoblet (Fylkesmannen i Oslo og Viken, 2020), hvilket tilsvarer 1220 pe (personekvivalenter). Fremtidig tilkobling vil altså være 5000 pe - 1220 pe = 3780 pe.

I dagens situasjon er det vanskelig å med sikkerhet bestemme hva som er spillvann (Q_s) og hva som er fremmedvann (Q_i). Innlekkasje av fremmedvann vil variere sterkt med alderen på ledningsnett; anbefalte verdier for estimering varierer fra ca. 100 l/pe*d for ledningsnett av nyere dato til ca. 500 l/pe*d for eldre. Når målinger ikke foreligger anbefales det å benytte ca. 200-300 l/pe*d (Norsk Vann, 2020).

Hva som er «normal» avløpsmengde per pe er stadig i endring, men vil sannsynligvis ligge i spennet 130 - 200 l/pe*d. Tidligere ble 200 l/pe*d anbefalt som estimerings-verdi der man ikke har målinger (Norsk Vann, 2009), i dag er denne redusert til rundt 150 l/pe*d, (Norsk Vann, 2020). Årsaken er at moderne toaletter, dusjer, (opp)vaskemaskiner mv. benytter mindre vann enn tidligere.

En metode for å estimere fremmedvannet er å beregne teoretisk Q_s , og trekke denne verdien fra anleggets estimerte Q_{dim} ; 477 m³/d (Asplan Viak, 2015). Benyttes 200 l/pe*d * 1220 pe gir dette ca. 244 m³/d spillvann, hvilket betyr at resterende 233 m³/d er fremmedvann. Med lavere spesifikt forbruk per pe øker andelen fremmedvann, og det blir bekreftet fra kommunen at det er enkelte problemstrekninger i kommunen med stor innlekking. Det er følgelig kommet til enighet med Hurdal kommune at for å dimensjonere et fremtidig anlegg så holdes lekkasjemengden uendret; Q_i tas ikke med i beregning av belastning for økt tilkobling (Sweco, 2020). Et helt nytt ledningsnett vil, som tidligere beskrevet, også ha en viss innlekkasje, men dette forutsettes kompensert ved at dagens innlekkasje reduseres med tiltak på eksisterende ledningsnett i takt med utbygging av nytt anlegg.

Midlere tilrenning, basert på driftsdata, er for dagens anlegg ca. 360 m³/d eller 15 m³/t. Tilhørende k_{maks} -verdier settes til henholdsvis 1,92 for eksisterende tilknytting (1220 pe), 1,65 for fremtidig tilkobling (3 780 pe). Spesifikk vannmengde settes til 180 l/pe*d for fremtidig tilknytting (Norsk Vann, 2020).

$$Q_{dim} = 1,92 * 15 \frac{m^3}{h} + \left(1,65 * 0,18 \frac{m^3}{Pe * d} 3\,780\,Pe * \frac{1d}{24t} \right) = 75 \frac{m^3}{h}$$

Dette stemmer godt overens om en gjør teoretiske beregninger for all tilkobling i tråd med hva tidligere beskrevet; spesifikk avløpsmengde 150 l/pe*d, fremmedvann 120 l/pe*d og k_{maks} 1,56 (5000 pe):

$$Q_{dim} = 1,56 * 0,15 \frac{m^3}{Pe * d} * 5000\,Pe + \left(0,12 \frac{m^3}{Pe} * d * 5000\,pe \right) = 74 \frac{m^3}{h}$$

For å beregne $Q_{maksdim}$ (maksimal dimensjonerende vannmengde som skal kunne behandles i alle trinn i renseanlegget) benyttes en faktor m . Dette bidrar til å kunne håndtere ekstrem tilrenning og hendelser. Forurensningsmyndighet skal godkjenne valgt verdi, her settes m til anbefalt minsteverdi 2 (Norsk Vann, 2020).

$$Q_{maksdim} = 75 \frac{m^3}{h} * 2 = 150 \frac{m^3}{h}$$

Middeldøgstilførsel blir

$$Q_{mid} = 360 \frac{m^3}{d} + \left(0,18 \frac{m^3}{Pe * d} * 3\,780 Pe \right) = 1\,040 \frac{m^3}{d}$$

Dette tilsvarer ca. 380 000 m³/år.

2.3 Dimensjonerende organisk belastning

Avløpsvann inneholder utall forskjellige biologiske avfallsstoffer; å klassifisere hver enkelt vil være en håpløs oppgave. I stedet benyttes biokjemisk oksygenforbruk (BOF). Når oksiderbart stoff i avløpsvannet oksideres av bakterielle prosesser reduseres oksygeninnholdet i vannet. Ved å måle oksygenforbruket får en altså målt mengden biologisk nedbrytbart stoff i avløpsvannet, og BOF er (sammen med avløpsmengde) dimensjonerende parameter for et avløpsrenseanlegg. Total nedbryting vil normalt ta lang tid, derfor benyttes ofte BOF₅ hvor en måler oksygenforbruket etter 5 døgn.

For beregning av BOF₅-belastning benyttes Norsk Vanns anbefalte erfarings-verdi; 60 g BOF₅/Pe*d.

$$BOF_5: 0,06 \frac{kg BOF_5}{Pe * d} * 5\,000 Pe = 300 \frac{kg BOF_5}{d}$$

I tillegg kommer belastningen fra tilført eksternt septikslam fra spredt avløp. Septikslam blandes med renseanleggets interne slam før avvanning, og rejektivannet fra felles avvanner vil belaste biotrinnet.

Tilført septikslam har ligget stabilt på rundt 3 000 m³/år (Norconsult, 2019), og forutsettes å ikke øke i tiden fremover. Det forventes at deler av eksisterende bebyggelse med septiktank over tid vil tilknyttes kommunalt avløpsnett, og at ytterligere utbygging av hytter/boliger vil være tilknyttet kommunalt avløpsnett. Denne reduksjonen i septik-mengde kan derimot ikke garanteres å være oppfylt innen nytt renseanlegg skal stå klart, følgelig benyttes 3 000 m³/år som dimensjonerende verdi.

For belastning benyttes 50 m³ septik/d. Septikslam kan estimeres til å inneholde 1000 - 1500 g BOF₅/m³ (Norsk Vann, 2020), ved å være konservativ og benytte høyeste verdi blir total BOF₅-belastning:

$$BOF_5 = 300 \frac{kg BOF_5}{d} + 1,5 \frac{kg BOF_5}{m^3} * 50 m^3 = 375 \frac{kg BOF_5}{d}$$

2.4 Dimensjonerende slamproduksjon

Internslam fra foreslått prosess vil være ca. 70 g TS/pe*d (Norsk Vann, 2020); 350 kg TS/d eller 128 tonn TS/år ved 5 000 pe.

I tillegg mottar anlegget ca. 3 000 m³/år septik med 1,5% TS (Asplan Viak, 2015), hvilket gir 45 tonn TS/år.

Total slamproduksjon anslås dermed konservativt til 173 tonn TS/år, men reel belastning forventes å bli lavere ettersom tilførsel av septik vil reduseres etter hvert som flere abonnenter tilkobles.

3 Vurdering av aktuelle prosessalternativer

3.1 Oppsummering

I utarbeidelsen av rapporten har flere aktuelle prosessløsninger blitt vurdert. Ettersom eksisterende renseanlegg skal være i drift frem til nytt renseanlegg står klart vil tilgjengelig tomte-areal i stor grad være førende, i tillegg til ønske om å ha alle prosesstrinn innendørs. Når nytt renseanlegg står klart vil derimot større arealer bli tilgjengelig, ettersom ikke kun arealet hvor eksisterende renseanlegg står frigjøres, men også dagens laguner. Disse vil ikke videreføres i et nytt anlegg, og kan benyttes av kommunen til andre formål, f.eks. lagerbygg (med forbehold om nødvendige masseutskiftninger, grunnforhold etc. som må vurderes særskilt).

Anbefalingen er en kompakt renseprosess bestående av mekanisk forbehandling, biologisk rensing med MBBR, kjemisk felling og slamavskilling ved flotasjon. Ettersom Fylkesmannen har varslet at et nytt, større anlegg kan forvente ytterligere skjerping i fosfor-reNSEKRAVET og/eller hygienisering tilrettelegges det også for etterpolering med f.eks. trommefilter og/eller UV.

Ved å benytte MBBR kan anleggets kapasitet til en viss grad økes uten større kostnader.

Prosessene foreslått er driftssikre, velprøvde med mange sammenliknbare anlegg i Norge, og de skal kunne tilfredsstillende skjerpede utslippskrav. Driftsmessig oppleves de forståelige og enkle å drifte, med få styrende parametere å holde kontroll på. MBBR har vist seg å godt kunne håndtere den varierende belastningen som må forventes i renseanlegg som mottar avløpsvann fra hyttebebyggelse og septik fra spredt avløp (rejektvann).

I tillegg til robuste og veldimensjonerte renseprosesser som vil beskytte Hurdalssjøen og Hurdalselvdeltaet fra avløpsrelaterte hendelser vil anlegget vil bestå av tette tanker, god ventilasjon, godt skille mellom ren/uren sone og gi driftsoperatørene et godt og trygt arbeidsmiljø som oppfyller dagens krav til HMS. Et moderne luktreduksjonsanlegg vil i langt større grad skåne nærliggende bebyggelse fra sjenerende lukt.

Renseanlegget dimensjoneres etter gjeldende krav og anbefalinger, og vil ha svært god kapasitet for å unngå overløp selv ved ekstreme nedbørshendelser. Det legges opp til redundans i alle trinn, med unntak av eventuell etterpolering.

3.2 Bemanning

I vurderingen av prosesser er det også lagt vekt på å benytte renseprosesser som er enkle å drifte og som krever mindre daglig vedlikehold og «fin-tuning». Dette for å la kommunens driftspersonell bruke mest mulig av arbeidstiden sin på øvrige oppgaver for å ivareta kommunens VA-infrastruktur fremfor å være «bundet» til renseanlegget. Av hensyn til sikkerhet, vaktordninger, ferie etc. bør det uansett være minst 3 personer i driftsorganisasjonen som har dyp kjennskap til anlegget.

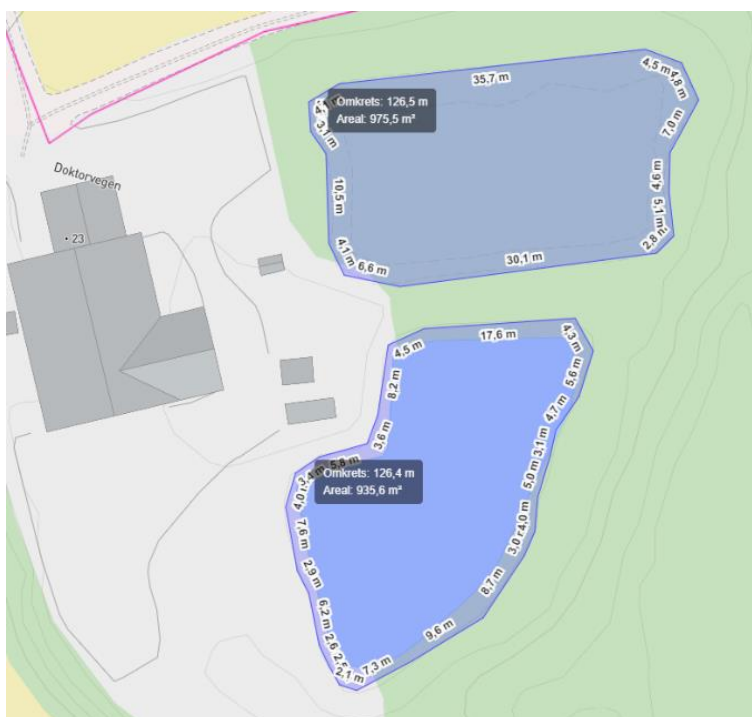
3.3 Vurderinger rundt infiltrasjon som rensemetode.

Infiltrasjon kan benyttes enten som eneste rensetrinn etter mekanisk rensing, eller som etterpolering hvor avløpsvannet gjennomgår flere rensetrinn før det slippes ut for infiltrasjon (slik det praktiseres i dagens anlegg).

Uansett hensikt anses ikke infiltrasjon som aktuelt for et anlegg dimensjonert for 5 000 pe, prosessen benyttes i dag primært ved små, private renseanlegg < 50 Pe. Åpne bassenger anses i dag å være uakseptabelt nær bebyggelse, grunnet lukt, hygiene og sikkerhetsmessige årsaker.

Det er tidligere estimert at å etablere en lukket infiltrasjonsløsning vil kreve et areal på 12 000 m² (Jordforsk, 1995) ved 300 m³/d, under 1/3 av hva belastningen i et middeldøgn vil bli for et nytt anlegg.

Dagens infiltrasjonslaguner har et overflateareal på ca. 2 000 m² (Figur 2), også disse rapporteres å være overbelastet allerede i dag.



Figur 2: Infiltrasjonslaguner ved dagens anlegg

Teknologien rundt infiltrasjonsanlegg er stort sett uendret siden 1995, da det er vannledningsevnen til massene som er dimensjonerende. Erfaringsmessig krever infiltrasjons-anlegg svært mye oppfølging fra drift, da de med jevne mellomrom vil gå tett og fjerning av slam blir nødvendig. Dette er en tidkrevende oppgave, og vil gå på bekostning av øvrige arbeidsoppgaver.

Ved ideale grunnforhold vil høyeste oppnåelige vannledningsevne være < 0,2m³/m²/døgn (Stiftelsen VA/Miljø-blad, 2018). Ved 5 000 pe vil middeldøgnstilrenning til anlegget være ca. 1 042 m³/døgn, hvilket i absolutt minimum gir et arealbehov på 5 200 m². Ved lukket infiltrasjon vil arealbehovet bli enda større.

For å finne tilstrekkelig areal må enten hele avløpsrenseanlegget flyttes til ny egnet lokasjon, ellers må rensed avløpsvann pumpes til området for infiltrasjon. Begge alternativene fremstår som uaktuelt da det vil kreve omfattende omreguleringer, søknadsprosesser, inngrep i natur og nærområdene til bebyggelse, helt nye rørtraseer og kostbar pumping.

Et annet viktig punkt er at infiltrasjon som prosess vil være en mindre pålitelig prosess enn prosesstrinnene foreslått i denne rapporten; går infiltrasjonsområdet tett kan dette drastisk

reducere renseseffekten eller gi synlig og sjenerende resultater i nærområdet; man kan ikke legge opp til samme redundans som i et «konvensjonelt» anlegg.

Med tanke på Hurdalssjøens status som sårbar resipient, samt Hurdalselvdeltaet naturreservat like i nærheten, kan det heller ikke garanteres at et infiltrasjons-anlegg for 5 000 pe i det hele tatt vil godkjennes og innvilges utslippstillatelse av Fylkesmannen. Eksisterende utslippstillatelse er klar på at «*beste tilgjengelige teknikker med sikte på å motvirke forurensning skal benyttes*» (Fylkesmannen i Oslo og Viken, 2019), og det kan vanskelig argumenteres for at et infiltrasjonsanlegg oppfyller dette.

3.4 Fremtidig utvidelse av anleggets kapasitet

Ved å benytte MBBR som biologisk rensetrinn vil det, til en viss grad, være mulig å utvide anleggets kapasitet uten større kostnader. Dette er beskrevet i kap. 4.5.1.

Er det realistisk å forvente at fremtidig belastning overgår det som kan kompenseres ved å øke fyllingsgraden av biomedie i løpet av renseanleggets levetid, bør det fra starten av settes av plass til én eller flere fremtidige reaktorer eller at prosesstrinn kan utskiftes til modell med større kapasitet.

Dette fordi avløpsvannet av økonomiske og driftsmessige forhold bør renne med selvfall gjennom hele renseprosessen uten å måtte pumpes mellom prosesstrinn. Dette vil erfaringsmessig være utfordrende å ivareta ved en senere utvidelse av anlegget hvor nye prosesstrinn/tanker installeres et helt annet sted i anlegget/på tomten. Fundamenter/bassenger, traseer for avløpsvann, luft, elektro og avtrekk mv. bør enten helt eller delvis prosjekteres/monteres fra starten av for å sikre enkel montasje ved en eventuell utvidelse. Norefjell RA, for tiden under oppføring, legger opp til fremtidig utvidelse på denne måten, hvor fundamenter og rørøringer til tenkt senere ekstra MBBR og sedimenteringstank bygges allerede i fase 1.

Disse forberedelsene vil øke investeringskostnadene av et nytt renseanlegg, og bør som nevnt kun gjøres dersom det er et realistisk behov innenfor anleggets levetid. Ligger det langt frem i tid (40+ år) vil det være gunstigere å bygge et nytt anlegg når den tid kommer, fremfor å «flikke på» eksisterende anlegg. Dette kan sammenlignes med dagens situasjon hvor det ikke er ønskelig å utvide dagens nedslitte anlegg, men heller bygge nytt.

4 Forslag renseprosess

4.1 Konkurransgjennomføring og oppsummering

Sweco anser det ikke hensiktsmessig å endelig fastsette prosessløsning på dette tidspunkt i prosjektet. Eksakt prosessløsning bør konkurranseutsettes basert på endelig identifiserte utslippskrav.

Ved utlysning av maskin/prosess-entreprise bør tilbydere stå fritt til å tilby løsning, altså utsette valg av prosessløsning inntil ytelsesgarantier, tilbudspriser, plassbehov etc. er avklart. Øvrige entrepriser bør utlyses etter at maskin/prosess er valgt, ettersom maskin/prosess vil være førende for øvrige fag. Om nødvendig kan vedståelsestid til de forskjellige entreprisene økes så endelig kostnadsbilde er klart før politisk behandling. Forbehold om politisk vedtak for gjennomførelse kan settes i konkurransebeskrivelsen.

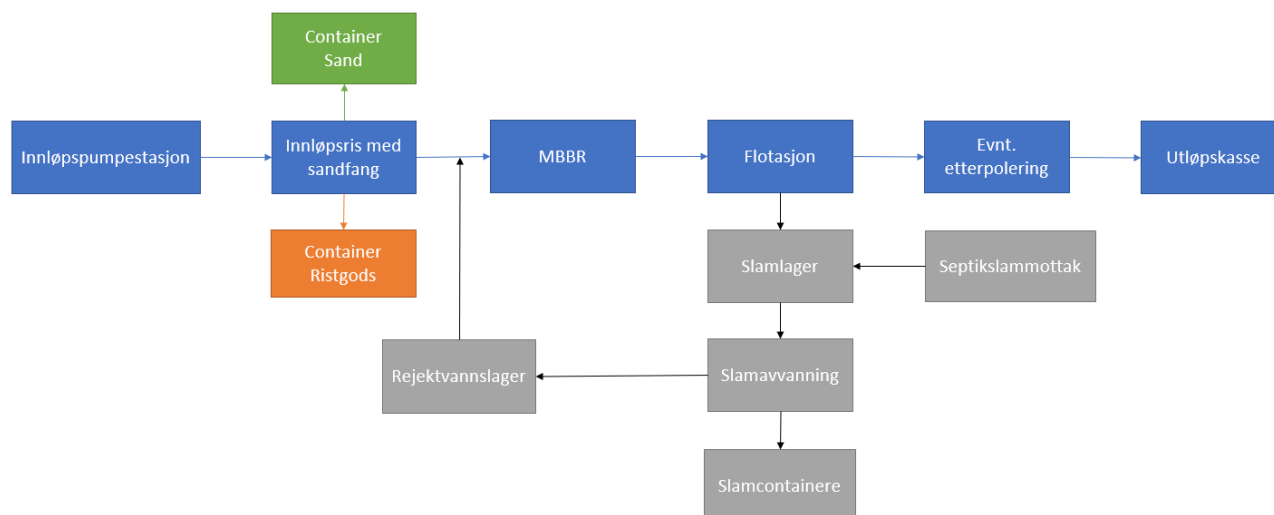
En annen årsak til at prosessløsning ikke bør beskrives i detalj i konkurransegrunnlaget er at renseanlegg er «skreddersøm», og ulike leverandører har ulike løsninger. Det finnes flere løsninger for hvert trinn, også kombinasjonsløsninger som ivaretar flere trinn i prosessen i en og samme «kloss». Konkurransgrunnlaget bør gi så detaljert og korrekt informasjon om belastning, plassforhold og utslippskrav, deretter bør de ulike leverandører få stå fritt. Tilbyder skal gi prosessgaranti for at de vil tilfredsstille utslippskravene.

Prosessutstyr bør være av materiale syrefast stål.

For redundans bygges det to linjer, hvor hver linje har kapasitet til å håndtere $Q_{maksdim}$. Det legges opp til krysskoblinger for å kunne opprettholde en fullstendig renseprosess selv ved feil/service på ulike prosess-trinn i de to linjene. Unntaket er eventuelt etterpolering for å oppnå fosforkravet, hvor det kun holdes av areal til ett prosesstrinn. Fosforkravet skal oppnås som middelverdi over året, ikke enkeltprøver. Tidvis avstenging pga. service kan tolereres, eventuelt kan trinnet bypasses i perioder hvor rensekrav oppfylles uten etterpolering. Implementeres UV som etterpolering kan utslippet tilfredsstille kravene for badevannskvalitet.

Foreslått prosessløsning, basert på vurderingene presentert i kapittel 3, er i denne fasen:

- Forbehandling med rist og sandfang
- Biologisk rensetrinn med MBBR
- Kjemisk felling og flokkulering
- Slamseparasjon ved flotasjon
- Slamavvanning med skruepresser
- Eventuelt etterpolering med trommelfilter for økt fosfor-fjerning
- Eventuelt UV-behandling for hygienisering



Figur 3: Forenklet flytskjema hvor redundans ikke fremkommer. Etter hvert prosesstrinn legges det opp til krysskobling mellom de to linjene.

4.2 Grunnlag for beregninger av areal- og energibehov

For dimensjonering og kalkulering av de enkelte prosesstrinn er det benyttet «Norsk Vann rapport 256: Dimensjonering av avløpsrensaneanlegg». Ulike parametere i denne kan erfaringsmessig være noe konservativ i forhold til de verdier prosessleverandører benytter i egen dimensjonering av prosesstrinn. Faktiske, tilbudte løsninger fra prosessleverandører kan følgelig være noe mindre plass-/energi-/kjemikalie-kravende enn hva estimert i denne rapporten.

For energiberegninger oppgir Norsk Vann rapport 256 et estimert energiforbruk per m³ avløpsvann behandlet i de enkelte prosesstrinn. For enkelte prosesstrinn oppgis estimert energiforbruk som et intervall, dette fordi det er «stordriftsfordeler» i renseanlegg; kostnaden per m³ behandlet avløpsvann reduseres med mengden avløpsvann som behandles. Det laveste estimatet gjelder for større anlegg med stor tilrenning, det høyeste for mindre anlegg. Nye Hurdal RA vil bli et mindre/mellomstort anlegg, og høyeste verdi benyttes konservativt.

Estimert energiforbruk i rapporten er gyldig når anlegget er fullt belastet med 5 000 pe og tilsvarende avløpsmengder. Dette ligger noe frem i tid; anlegget og kommunale pumpestasjoner vil i startfasen ha færre abonnenter tilknyttet og behandle/pumpe mindre avløpsmengder enn hva det dimensjoneres for. Frem til anlegget er fullt belastet kan det derfor antas at det faktiske energiforbruket vil være lavere enn hva estimert i denne rapporten.

4.3 Fordelingskasse

Fra en intern pumpeump pumpes avløpsvannet opp i til en fordelingskasse (Figur 4). Fordelingskasse etableres for å gi en tilnærmet 50/50 fordeling til etterfølgende rister. Volumet blir prøvetakningspunkt for innløpsvannet iht. akkreditert prøvetaking (ingen returstrømmer). Er nødoverløpet i drift skal tid og mengde registreres.



Figur 4: Eksempel på fordelingskasse, Hartevatn RA

Mengdemåler for innkommende avløpsmengder plasseres på pumpestrengen.

Renseanlegget vil motta avløpsvann fra ulike strekk, der ett blir pumpet, det andre ankommer med selvføll. En alternativ løsning er at dagens pumpet avløp pumpes direkte til innløpskassen, og kun avløpsvannet som ankommer med selvføll pumpes opp fra en mindre, intern pumpeump i nytt anlegg. Hva som er mest hensiktsmessig avklares i detaljprosjektering når plassering av bygg og ytre VA er avklart.

4.4 Kombinert rist / sil og sandfang

Fra fordelingskassen fordeles vannet til to linjer med forbehandling (rist / sil og sandfang).

Rister / siler er nødvendig mekanisk rensing av avløpsvannet, og fjerner avløpsløp (våtservietter, hygieniske produkter og annet rask som har havnet i avløpet). Dette er nødvendig for å beskytte etterfølgende prosessstrinn fra tilstopping, redusert effektivitet og skader.

Ristgodset (avløpsløp) som fjernes vaskes, komprimeres og transporteres til en mindre kontainer for avhenting. Vasket og komprimert ristgodset vil være av slik kvalitet som enkelt og rimelig kan leveres for videre håndtering. Normalt utstyres nedkast til løpcontainer med «longopac» plaststrømpe, som klippes når kontainer er full. På denne måten er løsningen tilnærmet luktfri. Enkelte løsninger har ristgodshåndtering (vask og pressing) integrert i risten, andre benytter eksterne vaskepresser. De to ristene kan dele utkast til én og samme løpcontainer, eller ha egen.

Årlig ristgodsmengde estimeres å være 0,05 l ristgodset/m³ avløpsvann (Norsk Vann, 2020), hvilket gir 19 m³ ristgodset/år ved full belastning. Størrelse på ristgodsetcontainer bør fastsettes i samråd med

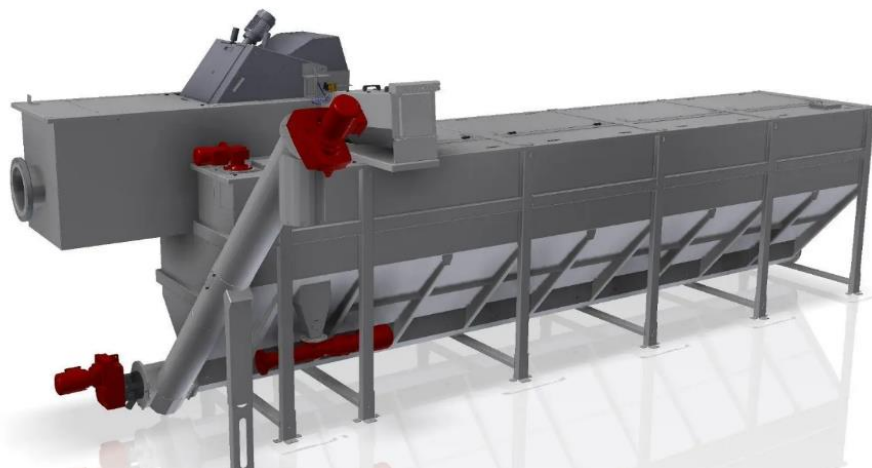
drift, basert på hvor ofte det er hensiktsmessig å tømme den. Normalt benyttes «vanlig» søppeldunk med hjul.

Spalteåpning på rist / sil bør være såpass liten at behov for forsedimentering utgår. Tilbyder bør kunne levere referanser på sitt tilbudte utstyr for å understøtte dette.

Av arealhensyn er det tenkt kombi-enheter som kombinerer rist / sil og sand-/fettfang. Hver linje kan (som øvrig renseprosess) dimensjoneres for $Q_{maksdim}$ for å unngå overløp ved bortfall av en linje, men for sandfanget kan det vurderes redusert kapasitet. Dette fordi perioder med lavere tilrenning kan resultere i uønsket stor sedimentering av organisk og suspendert stoff i sandfanget. Det kan velges (når man har to linjer) å optimalisere sandfangene mot mer normale avløpsmengder, f.eks. halvparten av $Q_{maksdim}$. I så fall vil to linjer i drift totalt håndtere $Q_{maksdim}$, men samme avløpsmengde kan også passere gjennom kun én linje om nødvendig, da med noe redusert sandavskilling grunnet kortere oppholdstid.

Overslag av sandmengde er 0,05 liter/m³ avløpsvann (Norsk Vann, 2020), hvilket gir 19 m³ sand/år ved full belastning. Sand sendes til sandvasker for rengjøring og avvanning før nedkast til sandkontainer.

Eksempel på kombienhet er vist i Figur 5. På illustrasjonen skrus sanden opp og ut med skruetransportør, denne bør erstattes med sandpumpe for å frakte utskilt sand til sandvasker.



Figur 5: Eksempel på kombienhet med rist og sandfang (Nordic Water)

4.4.1 Energiforbruk

Strømforbruk rist og ristgoodsbehandling avhenger av type, men kan estimeres til ca. 0,003 kWh/m³ (Norsk Vann, 2020), hvilket gir et årlig forbruk på ca. 1 140 kWh.

Sandfangets energiforbruk estimeres til ca. 0,01 kWh/m³, hvilket gir et årlig forbruk på ca. 3 800 kWh per år.

4.5 Biologisk rensing, MBBR

For å kunne imøtekomme sekundærrensekravet med tanke på rensing av biologisk materiale i avløpsvannet er det mest hensiktsmessige å benytte biologisk rensing. I et biologisk rensetrinn konsumeres biologisk materiale av bakterier, mikroorganismer og annen biomasse. Overskuddsmassen av biomassen tas ut som biologisk slam.

For et renseanlegg av denne størrelsen med begrenset tilgjengelig areal anses MBBR (*Moving Bed Biofilm Reactor*) å være mest aktuelt, da det er en kompakt løsning som krever et mindre fotavtrykk. Ettersom det i en MBBR-prosess ikke skal returneres noe returslam kan hvilken som helst slamseparasjonsprosess benyttes, deriblant de mer kompakte som flotasjon.

I MBBR-anlegg vokser biomassen som en biofilm på små plastbærere kalt biomedie. Biomediet er utformet for å gi størst mulig overflate pr. volumenhet hvor biofilmen kan vokse, slamproduksjonen er begrenset til den mengden som faller av. Biomassen som faller av vil i stor grad være død biomasse, hvilket gir en mer aktiv biomasse som krever mindre volum sammenlignet med tradisjonelle aktiv-slam prosesser, hvor det er tilfeldig hvorvidt det er død eller levende biomasse som pumpes tilbake fra slamsedimenteringen.

Luft tilføres i bunn av bassenget gjennom et nett av finluffere. Dess dypere bassenget er, jo grovere kan disse være, noe som reduserer energiforbruket til blåsemaskinene. I tillegg til å gi biomassen oksygenet de trenger for å bryte ned biologisk materiale sikrer lufttilførselen omrøring av biomediet. Blåsemaskinene styres mot konsentrasjonen av oppløst O₂ i reaktorene, ned mot det minimum av lufttilførsel som er nødvendig for å sikre tilstrekkelig omrøring av biomediet.

Kapasiteten for et MBBR-anlegg påvirkes av fyllingsgraden av biomedie. Normalt settes maksimal fyllingsgrad til 67%, dette for å sikre fri bevegelse for biomediet. Innledende fyllingsgrad kan settes ned mot 50%, med senere påfylling av mer biomedie dersom kapasiteten på anlegget må økes. På denne måten kan kapasiteten til et MBBR anlegg økes uten å måtte øke reaktorvolumet. Det finnes et vidt spekter av biomedie med ulikt overflateareal, det anbefales å innhente erfaringer fra andre renseanlegg som benytter tilbudt type da.

Løsninger med tilnærmet 100% fyllingsgrad eksisterer, hvor prosessen opererer lignende et fast filter av biomedie. Ved jevne mellomrom økes vannspeilet i tanken og økt lufttilførsel skaper en aggressiv miksing av biomedie for å «slå løs» overskuddsslam. Denne løsningen skal være mer kompakt enn tradisjonell MBBR, men kan medføre at eventuell senere oppgradering av kapasitet krever noe mer arbeid dersom påfylling av mer biomedie i seg selv ikke vil fungere. Gol RA vil etter pågående rehabilitering benytte denne renseprosessen, og det anbefales å innhente driftserfaringer fra dette anlegget når det er i drift om det anses aktuelt.



Figur 6: Utvendig og innvendig bilde av MBBR-tanker i stål. Hartevatn RA

4.5.1 Dimensjonering og kapasitet

Biologisk rensing baserer seg på organismer som vokser, og denne veksten er temperatursensitiv. Vanntemperaturen er følgelig en viktig parameter ved dimensjonering av biologiske rensesprosesser, ettersom det kreves større overflate (og dermed volum) ved kaldere temperaturer. Holder vannet 10°C kan nødvendig volum reduseres med ca. 25% sammenlignet med om vannet holder 6°C. Ettersom den største årsaken til svært kaldt vann er fremmedvann (gjørne i forbindelse med snøsmelting/sludd) er et tett avløpsnett ikke bare viktig for å redusere den faktiske mengden vann som må behandles i rensaneanlegget, men også effektiviteten og følgelig volum-behovet til den biologiske prosessen.

Ideelt sett bør reaktorene i en MBBR-prosess være 4-5 meter dype for å sikre effektiv oksygenoverføring til vannet. Dette muliggjør også bruk av grovere luftesystemer ettersom oksygenets vei til overflaten blir lengre, samt mindre grunnflatebehov. I nybygde rensaneanlegg benyttes ofte ståltanker som reaktor, men betongbasseng kan også benyttes. Prosessleverandører har ofte flere «kreative» design-løsninger på dimensjonering av reaktorer, f.eks. installere tre reaktorer hvor #3 er felles for begge linjer. Følgelig kan hver tank å være av redusert størrelse.

For overslag er det benyttet bæremedia med overflate 500 m²/m³, dimensjonerende vanntemperatur 7°C, 375 kg BOF_s/d og organisk arealbelastning 11,5 g BOF/m²d per NVR 256/2020. Nødvendig reaktorvolum avhenger av valgt fyllingsgrad, presentert i Tabell 1.

Tabell 1: Nødvendig reaktorvolum ved ulike fyllingsgrader av biomedie

Nødvendig totalt volum MBBR ved 50% fyllingsgrad	165 m ³
Nødvendig volum pr reaktor, to stk, 50% fyllingsgrad	82,5 m ³
Nødvendig totalt volum MBBR ved 67% fyllingsgrad	123 m ³
Nødvendig volum pr reaktor, to stk, 67% fyllingsgrad	61,5 m ³

Benyttes bassenger bør hvert basseng ha ca. 0,5 m fribord for å unngå komplikasjoner ved eventuell skumdannelse (oversvømmelse, biomedie-flukt etc.). Skumdannelse er normalt ikke et problem, men kan til tider oppstå (som regel primært i oppstarts/innkjøringsfasen når biologien gror for første gang). Skulle det bli et vedvarende problem kan reaktorene utstyres med dyser for sprøyting av skumdempende kjemikalier, men prosessleverandører anser normalt dette som unødvendig.

Lav fyllingsgrad krever større volumer, men muliggjør senere utvidelse av kapasitet ved å øke fyllingsgraden ytterligere:

- Ved å benytte 50% fyllingsgrad ved 5 000 pe kan kapasitet økes til ca. 8 400 pe ved å øke fyllingsgraden til 67% med samme biomedie. Denne oppgraderingen kan påregnes å koste ca. 0,5 mill.
- Benyttes biomedie med 500 m²/m³ og 50% fyllingsgrad for 5 000 pe kan anlegget utvides til 10 000 pe ved å gå over til biomedie med 650 m²/m³ og 62% fyllingsgrad. Dobles Q_{maksdim} fra 5 000 til 10 000 pe vil oppholdstiden så vidt komme under anbefalte 30 minutter, men en eventuell oppgradering av anlegget til 10 000 pe ligger lengre frem i tid, og det må kunne forventes at både mengden fremmedvann og vannforbruk hos befolkningen er tilstrekkelig redusert så ny Q_{maksdim} for 10 000 pe gir tilstrekkelig oppholdstid.

4.5.2 Energiforbruk

MBBR krever som nevnt innblåsing av luft både for å sikre omrøring og for å gi mikroorganismene oksygenet de behøver. Eksakt luftbehov varierer med type bæremedia, fyllingsgrad og dybde for innblåsing.

Teoretisk er oksygenbehovet 1 kg O₂ per kg BOF₅ tilført renseanlegget med en spissfaktor 1,3. BOF₅ er 375 kg/d eller 15,6 kg/t.

Ved å anta spesifikk oksygenoverføringskapasitet (SOFK) til 8 g O₂/Nm³_{luft}*m_{innblåsing} (høy fyllingsgrad) og dybde luftdiffusorer 4,5 m under vannspeil er nødvendig luftmengde:

$$Q_{luft} = \frac{(15,6 * 1,3) O_2/t * 1000 g/kg}{8,0 g O_2 / Nm^3_{luft} * m_{innblåsing} * 4,5 m_{innblåsing}} = 564 m^3/t = 9,4 m^3/min$$

Estimat fra produsent av blåsemaskiner, basert på dybden til innblåsnings-diffusorer, er at dette krever ca. 14 kW, hvilket gir årlig forbruk på ca. 123 000 kWh/år. Dette regnestykket er derimot kun gyldig ved dimensjonerende belastning BOF₅; normal tilførsel vil være lavere.

Blåsemaskinene kjøres mot en oksygenmåler i reaktoren, hvilket gjør at energibehovet til blåsemaskiner reduseres når organisk belastning reduseres i bassengene. Et mer realistisk estimat på energiforbruk for MBBR er 0,09 kWh/m³ behandlet avløpsvann (Norsk Vann, 2020), hvilket gir årlig energiforbruk på 34 200 kWh.

Ettersom MBBR er helt avhengig av luftinnblåsing bør det være redundans, f.eks. enten 2 stk. blåsemaskiner hvor hver enkelt kan levere nødvendig luftmengde, eller tre stk. hvor to samlet leverer nødvendig luftmengde.

4.5.3 Biologisk fosforrensing

«Konvensjonell» biologisk rensing vil være relativt ineffektiv med tanke på fosfor-fjerning, ettersom biomassen kun tar opp det fosforet den trenger for å leve/vokse/formere seg. Kjemisk felling og eventuelt etterpolering vil derfor være nødvendig for å møte utslippskravene på fosfor. Biologisk fosforfjerning er derimot mulig, og har de seneste årene fått økt interesse på grunn av fremtidig nødvendighet av å gjenvinne fosfor fra avløpsvannet. Dette fordi verdens fosfor-reserver vil i relativt nær fremtid gå tom, og moderne landbruk er fullstendig avhengig av å gjødsle jorden med fosfor for å kunne opprettholde dagens store produksjon.

Biologisk fjernet fosfor er langt mer plantetilgjengelig enn kjemisk bundet fosfor, hvilket gjør slammet bedre egnet som gjødsel. Fellingkjemikalier holder svært godt på fosforet, og det tar lengre tid før fosforet blir tilgjengelig for opptak i planter når kjemisk slam benyttes som gjødsel.

Teknologien har lenge vært benyttet i SBR/aktivt slam-anlegg, og i nyere tid i enkelte fullskala MBBR-anlegg, deriblant Hias IKS. Biologisk fosforfjerning krever derimot visse krav til innholdet i avløpsvannet (flyktige fettsyrer), og per dags dato anses ikke prosessen som aktuell for anlegg under 40 000 pe.

4.6 Kjemisk rensetrinn

Kjemisk rensing utføres ved å tilføre fellingskjemikalier (ofte jern-/aluminium-basert) til avløpsvannet. Hensikten er å få fjernet partikler som er for små til å fjernes i rister, og som uten påvirkning har for lav densitet til å kunne fjernes med sedimentering. En stor fraksjon av disse små partiklene vil som regel inneholde fosfor, og kjemisk rensing er som regel nødvendig for å møte utslippskravene med tanke på fosfor.

Fellingskjemikalierne er positivt ladet, mens partiklene har negativ ladning. Følgelig tiltrekkes de og danner større fnokker som vil kunne fjernes ved f.eks. sedimentering eller flotasjon.

I nybygde MBBR-anlegg vil tilsetning av fellingskjemikalier og flokkulering normalt plasseres etter MBBR-tankene (mellomfelling), da dette resulterer i behov for kun ett slamseparasjonstrinn og tillater høyere belastning av biofilmsteget.

Antall flokkuleringskamre avhenger av valgt løsning for slamseparering, tradisjonell sedimentering bør ha 2-4 kamre med gradvis redusert omrøringshastighet (for å bevare store, tunge slamfnokker), mens ved flotasjon kan ett være tilstrekkelig, ettersom det er ønskelig med små, kompakte slamfnokker.

I enkelte prosessløsninger er innmikning av fellingskjemikalie, flokkulering og slamseparasjon kombinert i ett og samme trinn.

4.6.1 Kjemikaliebruk

Dagens anlegg doserte i 2019 ca. 19 tonn koagulant (Norconsult, 2019), som tilsvarer 135 g/m³ behandlet avløpsvann (139 837 m³ i 2019). Koagulantet er av typen Ekoflock 90 som ifølge datablad har en densitet på ca. 1370 kg/m³, hvor ca. 9 % av vekten er Al. Det doseres altså ca. 12,2 g Al/m³, eller 0,45 mol Al/m³ (molar masse av Al er ca. 27 g/mol).

Som årsrapport påpeker, er forholdet mellom mol Al mot mol P teoretisk noe høyt, men i mengde (12,2 g Al/m³) er det ikke unormalt sammenlignet med andre norske renseanlegg. Teoretisk nødvendig mengde vil som regel være lavere enn praktisk nødvendig mengde, da effektiviteten av fellingskjemikalie er svært avhengig av avløpsvannets pH-verdi samt at det må doseres på en måte som gir god kontakt med hele vannfasen. I et nytt anlegg vil doseringspunktet prosjekteres til å kunne gi best mulig innblanding og dermed redusere doseringsbehovet per m³ sammenlignet med dagens anlegg.

For konservativt anslag benyttes derimot dagens forbruk, oppskalert til ny årlig avløpsmengde.

$$m_{\text{koagulant}} = 135 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} * 380\,000 \frac{\text{m}^3}{\text{år}} * \frac{1 \text{ tonn}}{1\,000\,000 \text{ g}} = 51,3 \text{ tonn/år}$$

4.7 Slamseparering

Tradisjonelt har slamseparasjon foregått med sedimenteringsbasseng, hvor vanngjennomstrømningen er såpass lav at slam rekker å sedimentere før vannet når utløpet. Dette krever følgelig et større basseng, så med begrenset areal tilgjengelig vil det være nødvendig å vurdere mer kompakte løsninger. Dette gjelder spesielt ved biologisk rensing, ettersom biologisk slam er noe tregere å sedimentere (grunnet lav egenvekt), noe som igjen krever lav gjennomstrømningshastighet og større sedimenteringsbasseng. I perioder med lav belastning kan en også få nitrifisering i bioslammet, hvilket resulterer i bioslam ytterligere verre å gravitasjons-sedimentere; i verste fall flyteslam (vist i Figur 7).



Figur 7: Slam fra biologisk rensing. Normal sedimentering til venstre, til høyre har det forekommet nitrifisering som resultat av lav belastning hvilket gav flyteslam.

Lamellsedimentering, bestående av en rekke parallelle, skråstilte lameller som øker den effektive sedimenteringsflaten, vil redusere nødvendig fotavtrykk, men sannsynligvis ikke tilstrekkelig.

Mest aktuelt anses flotasjon, hvor mikrobobler blåses inn nedenfra. Disse boblene fester seg til slamfnokkene og reduserer egenvekten til under vannets. Fnokkene flyter følgelig til overflaten hvor det skrapes bort. Det vil altså medføre økte driftskostnader i form av strøm til blåsemaskiner, men prosessen er en kompakt, velprøvd prosess installert i flere norske renselanlegg.

Alternativt finnes løsninger som benytter mikrosand, og prosessen er det eksakt motsatte av flotasjon. Mikrosand og polymer tilsettes avløpsvannet og danner tyngre fnokker, hvilket øker sedimenteringshastigheten. Sedimentert slam passerer en hydrocyklon som skal avskille mikrosanden for gjenbruk før slammet sendes til videre behandling. Erfaringer fra flere renselanlegg viser at denne metoden krever langvarig og nitid innkjøring; prosessen avhenger av korrekt kjemikaliedosering til alle tider, og er å anse som mindre stabil enn flotasjon. Selv med tett og korrekt oppfølging kan relativt store mengder sandflukt påregnes, noe som kan resultere i stadige innkjøp av ny sand, samt behov for lagringsplass for sandsekker.

De aktuelle prosessene vil være patenterte teknologier og utforminger samt arealbehov vil avhenge av valgt tilbyder. Som pekepinn benyttes veiledende verdier fra NVR256/2020, hvilket gir overflate areal på ca. 12 m² for $Q_{maksdim}$. For redundans anbefales to linjer; 24 m². I tillegg tilkommer areal for blåsemaskiner og eventuelt annet utstyr som benyttes i prosessen.



Figur 8: Eksempel på flotasjonsanlegg, MUSLING® (Veolia Krüger Kaldnes)

4.7.1 Energiforbruk flotasjon

Flotasjon bruker energi for dispergering og eventuell returpumping, hvilket gjør at energiforbruket er høyere enn tradisjonelle sedimenteringsprosesser basert på gravitasjon. Som estimat benyttes 0,04 kWh/m³ (Norsk Vann, 2020), hvilket gir et årlig forbruk på ca. 15 200 kWh.

4.8 Etterpolering

Avhengig av hva slags krav som stilles i ny utslippstillatelse *kan* det bli nødvendig med såkalt etterpolering. Dette gjelder spesielt om det blir stilt svært strenge krav for å beskytte Hurdalssjøen (drikkevannskilde) og Hurdalselvdeltaet naturreservat, enten med tanke på fosfor-fjerning eller hygienisering av rensset avløpsvann. Et eventuelt behov for etterpolering kan ikke avklares før utslippstillatelse foreligger, men areal bør settes av i innledende prosjektering av renseanlegget.

For økt fosfor-fjerning finnes det flere aktuelle teknologier, som sandfilter (to- eller tre-media), dukfilter eller membranfiltere.

Sandfiltere deles opp i diskontinuerlige og kontinuerlig sandfiltere. De mest utbredte er diskontinuerlige, hvor filteret regelmessig må rengjøres med tilbake-spyling av enten vann eller trykkluft. For å sikre kontinuerlig filtrering av utløpsvannet kreves det dermed enten flere filtere (så vann kan filtreres i et annet filter når ett gjennomgår rensing), eller et oppsamlingsvolum som kan lagre avløpsvannet i perioden rensing av filter pågår. Begge løsninger er arealkrevende, og diskontinuerlige sandfiltere anses som uaktuelt.

I et kontinuerlige sandfilter tilføres vannet fra bunnen av filteret og strømmer oppover gjennom filtermediet. Sand pumpes enten forløpende eller periodevis opp til sandvasker før den slippes tilbake og sedimenterer ned. Erfaringer tilsier at metoden er noe vanskelig å få stabile, gode rensresultater fra, og er fortsatt ikke særlig utbredt i VA-Norge. I tillegg til arealbehov kommer flere driftspunkter og energiforbruk med vask og pumping. Løsningen anbefales ikke.

Membranfiltrering er fortsatt mest benyttet i drikkevannsbehandling, men blir en stadig mer aktuelt som etterpolering av avløpsvann pga. strengere krav og ønske om å løse «nye» problemstillinger som mikroplast og medisinerester i avløpsvannet. Avhengig av porestørrelse kan membranfiltrering fjerne dette, i tillegg til fosfor.

Mikrosil, f.eks. trommelfilter, vil være den anbefalte løsningen. Dette er en utprøvd og veletablert løsning, med lavere energi- og vedlikeholdsutgifter.

UV-behandling av avløpsvann fungerer på samme måte som ved drikkevannsbehandling, og kan benyttes om det kommer krav relatert til patogener. Ulempen er at den er energikrevende, og kan bli kostbar dersom hele utslippsmengden må behandles året rundt.

4.8.1 Energiforbruk

Energiforbruket for eventuell etterpolering avhenger av kravene som stilles. For «worst case» estimat er det lagt opp til at hele avløpsmengden skal renses. Realistisk er det mulig at etterpolering kun utføres i deler av året, eller at kun delstrømmer av utslippet behandles i den grad det er nødvendig for å tilfredsstille utslippskrav.

Finsilen kan f.eks. tenkes å kun benyttes i perioder med mye fremmedvann inn på anlegget, hvor øvrig prosess ikke klarer fosforkravet alene. Dette avhenger av hva det faktiske renskravet til fosfor blir i ny utslippstillatelse, blir det svært skjerpet er det mulig finsilen alltid må være i drift.

For UV er det flere anlegg som kun har krav om hele eller deler av utslippet skal behandles i bade/vanningssesongen. Dersom hele avløpsmengden skal behandles året rundt estimeres energiforbruket å være

$$SiI: 0,03 \text{ kWh/m}^3 * 380\,000 \text{ m}^3/\text{år} = 11\,400 \text{ kWh/år}$$

$$UV: 0,1 \text{ kWh/m}^3 * 380\,000 \text{ m}^3/\text{år} = 38\,000 \text{ kWh/år}$$

4.9 Utløpskasse

Beholdes eksisterende utslippspunkt i elvebendet nord for anlegget vil utslippsledningen maksimalt være ca. 200 meter lang. Fra eksisterende tomt til utslippspunkt ser høydeforskjellen ut til å være tilstrekkelig¹ for selvføll, men avhengig av prosessdesign, plassering av både bygg og prosessutstyr og maks-vannstand i elv kan det bli aktuelt å måtte pumpe til utslippspunkt. Uavhengig av dette etableres en utløpskasse for uttak av prøvevann.

Mengdemåler benyttes for å ha oversikt over utgående mengde.

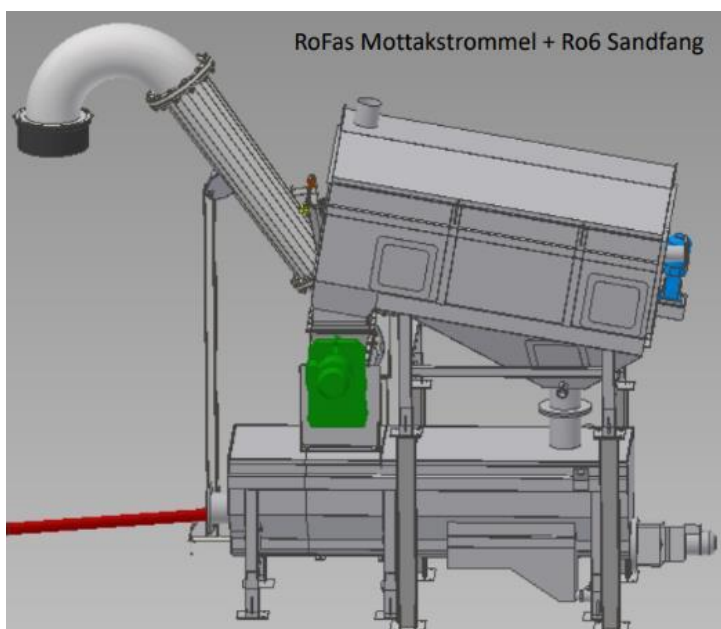
4.10 Mottak av septik

I nytt renseanlegg etableres lignende løsning som dagens anlegg, hvor slam sendes til mottakskasse for septik. Det kan ikke anbefales å tømme septik inn på avløpsnett lengre unna renseanlegget ettersom det kan ha negativ effekt på fellingsprosessen ved å gi økt alkalitet og partikkelinnhold. I tillegg kan det medføre problemer på ledningsnett som sedimentering (hvilket resulterer i gjentetting og potensielt overløp) og H₂S-problematikk. I tillegg inneholder septikslam ofte mye avløpssjøppel, hvilket vil gi store og hyppige driftsproblemer på pumpene.

Mottaks-kassens hensikt er å fjerne ristgodset, som vaskes og presses før det faller ned i sjøppelbøtte tilsvarende innløpsarrangementet for avløpsvannet. Også dette nedkastet er utstyrt med lukket poseløsning for mest mulig luktfri prosess.

Fra mottaks-kassen renner sendes slammet til sandfang for fjerning av sand/grus. Dette kan pumpes videre til anleggets sandvasker for vask og behandling.

Slammet føres deretter til felles slambasseng hvor det ved hjelp av strømsettere blandes sammen med anleggets internslam og homogeniseres før det sendes til avvanning.



Figur 9: Eksempel på septikslammottak med sandfang (Huber)

¹ Hoydedata.no

Det bør vurderes å etablere en utvendig slamkiosk hvor sjåfør kobler seg på og har mulighet til å registrere slammets opphav og mengde, samt spyle bort eventuelt søl. Mellom slamkiosk og mottaks-kassen monteres en strupe-ventil for å sikre at tilført mengde ikke overstiger mottaks-kassens kapasitet.



Figur 10: Utvendig slamkiosk for enklere tilkobling til slambil (Tangen RA, Mira IKS)

4.11 Slamavvanning

For slamavvanning anbefales det å benytte to stk. skruepresser som alternerer, ettersom tilført septik-slam innledningsvis vil utgjøre en stor andel av totalslammet som skal avvannes.

Skruepresser kan gå «jevnt og trutt», og levere en jevn tilførsel av rejektivann til MBBR hvor mikroorganismene vil tilpasse seg denne mer konstante ekstrabelastningen. Dette i motsetning til sentrifuger som uten tilstrekkelig fordrøyning av rejektivann vil gi støtbelastninger som kan overbelaste biologien. Ved valg av sentrifuge som avvanning vil det dermed også bli behov for en større utjevningstank for rejektivann.

Avvannet slam fra skruepressene kan antas å ha ca. 20-25% TS, tilsvarende dagens anlegg som også benytter skruepresse.



Figur 11: Skruepresser for slamavvanning, Hartevatn RA

4.11.1 Energi- og kjemikalieforbruk

En skruepresse estimeres å benytte 8-16 kWh/tonn TS (Norsk Vann, 2020). Høyeste estimat benyttes for konservativt anslag, samt at mindre anlegg vil være dyrere i drift per behandlet enhet.

Årlig slam-mengde er estimert til 173 tonn TS, som beskrevet i kap. 2.4.

$$173 \text{ tonn TS/år} * 16 \text{ kWh/tonn} = 2768 \text{ kWh/år}$$

I tillegg vil det tilsettes polymer for å hjelpe prosessen. For biologisk-kjemisk slam anslås dette å være 5-10 kg/tonn TS, høyeste estimat gir:

$$10 \frac{\text{kg polymer}}{\text{tonn TS}} * 173 \frac{\text{tonn TS}}{\text{år}} = 1730 \text{ kg polymer/år}$$

4.11.2 Transport av avvannet slam

Avvannet slam fraktes til Bårlidalen RA, Eidsvoll, en kjøretur på ca. 26 km fra eksisterende renseanlegg.

Anlegget er estimert å produsere 173 tonn TS/år, med en TS på 20-25%. Benyttes 22,5% blir total mengde avvannet slam pr år ca. 770 tonn.

Slammet vil ha en densitet tilnærmet likt vann, hvilket betyr at det vil være ca. 770 m³ slam som må transporteres ut av anlegget per år.

Mengde som kan transporteres per gang vil som regel være begrenset av tillatt aksellast, og følgelig avhengig av hva slags transportbil som benyttes på hva slags veier. Antall turer nødvendig kan enkelt beregnes når man vet hvor mye utførende kan transportere per tur, men anslås å være mellom 50-77 turer/år.

5 Sikring av Hurdalssjøen/Hurdalselvdeltaet mot utilsiktet utslipp

Anlegget er dimensjonert med god kapasitet og robuste, pålitelige og velprøvde renseprosesser. Det vil håndtere store nedbørsmengder i kombinasjon med snøsmelting uten å måtte gå i overløp.

Aktuelle leverandører av prosesstrinnet vil være større aktører med et velutviklet opplæringsystem for driftspersonalet, og innkjøring av anlegget gjøres i tett samarbeid med prosessleverandør for å minimere risikoen for brukerfeil som resulterer i utilsiktet utslipp.

Det legges opp til et permanent nødstrømsaggregat som kan tre i kraft ved strømbrytning. Som minimum skal dette aggregatet kunne drifte innløpspumper og rister for å gi et minimum av mekanisk rensing. Om ønskelig kan aggregatet oppskaleres til å være i stand til å drifte flere prosesstrinn for ytterligere rensing.

6 Plassering/areal av nytt renseanlegg

6.1 Oppsummering

Den mest hensiktsmessige plassering av et nytt renseanlegg er vurdert å være på samme tomt hvor eksisterende Hurdal RA ligger. Tomten er regulert for formålet, infrastrukturen er allerede lagt, og det foreligger koordinater for et utslippspunkt.

Eventuell ny lokasjon av renseanlegget er vurdert, men frarådes. Skal det bygges et nytt anlegg vil dette utgjøre en stor kostnad i seg selv. Skal anlegget bygges et annet sted vil dette medføre en omfattende omreguleringsprosess inkludert høringer, naboklager, kommentarer fra private og offentlige høringsinstanser mv. som vil være både kostbar og tidkrevende. I tillegg vil det kreves etablering av nye pumpestasjoner og rørføringer mv. for å lede avløpsvannet til ny lokasjon, og muligens må tiltak på strømmettet utføres for å kunne levere tilstrekkelig effekt. Ved å benytte dagens tomt ligger alt dette klart, og eventuelle oppgraderinger av avløpsnettet kan gjøres i takt med utbygging i Hurdal kommune.

Det må spesielt påpekes at innledende, overnevnte prosess vil være svært tidkrevende, og det er allerede nå en svært stram fremdriftsplan hvor Fylkesmannen har stilt krav om at nytt anlegg skal stå klart 01.01.2024.

I et nytt anlegg vil dagens laguner ikke benyttes. Lagunene er overbelastet allerede i dag, og det er ikke aktuelt å utvide de (Jordforsk, 1995). Å benytte lagunene er uansett ikke aktuelt i et nytt renseanlegg, ettersom foreslått prosessløsning skal kunne imøtekomme selv svært skjerpede utslippskrav. En eventuell videreføring av lagunene vil være unødvendig kostnadsøkende med tanke på drift og vedlikehold samt være en potensiell HMS-risiko.

Byggeprosessen avhenger om lagunene kan settes ut av drift i byggeperioden, ettersom eksisterende anlegg skal være i drift. Tillates dette bygges renseanlegget som ett større bygg i ett byggetrinn, plassert i dagens laguner. Dersom begge lagunene må være i drift i byggeperioden bør utbyggingen foretas i to byggetrinn, hvor det første er selve prosesshallen med tilhørende teknisk utstyr. Når dette nye anlegget er i drift rives eksisterende anlegg og personaldel bygges på frigjort areal.

6.2 Plassering syd for eksisterende renseanlegg

I dette delkapittelet skisseres løsning som kun bør benyttes dersom det stilles krav om at begge laguner i størst mulig grad må kunne være i drift under bygging av nytt renseanlegg.

I så fall må anlegget plasseres i området syd for eksisterende renseanlegg og vest for søndre lagune, og tilgjengelig areal være noe begrenset. En stor del av dette i utgangspunktet tilgjengelig areal ligger i tillegg innenfor hensynsområdet for antatt nedgravd høyspent (Figur 12).



Figur 12: Venstre: Utslippspunkt iht. gjeldende utslippstillatelse. Høyre: Tomt, med hensynssone høyspent

Dette området må frigjøres om det skal være aktuelt å bygge nytt anlegg her. Strekket hvor høyspentledningen eventuelt vil måtte flyttes vil være ca. 100 meter, før og etter går den i lufttrase som ikke vil være i konflikt. Kabelpåvisning må gjennomføres for å fastsette nøyaktig hvor strømledningen går. Området direkte vest for tomten er et jorde, og ettersom høyspentledninger iht. regelverket skal plasseres dypt nok til å ikke kunne komme i konflikt med jordbruksmaskiner bør det kunne la seg gjøre å legge strømledningen lengre vest inne på dette jordet. Både renseanlegget og jordet ligger i ifølge kommunekartet i samme eiendom, Gnr/Bnr 18/22.

For å redusere utbyggingsbehovet anbefales det å utføre byggingen i to byggetrinn. I første byggetrinn bygges prosesshallen med nødvendige tekniske rom. Når nytt anlegg er igangkjørt rives eksisterende anlegg og frigjort areal benyttes for personal-bygg med garderober, kjøkken, driftskontroll ren side etc. Mellom de to byggene etableres en «sluse» fra skitten sone personal-bygg og inn til prosessbygget, som blir utelukkende skitten sone.

Dette medfører at drift vil være uten garderober, kjøkken, kontor etc. i byggeperioden av ny personaldel. Dette kan løses ved at drift får tilstrekkelige fasiliteter i brakkeriggen byggetreprenøren skal anskaffe. Drifts fasilitetsbehov spesifiseres i konkurransegrunnlaget, og moderne brakkerigger vil være en oppgradering sammenlignet med dagens fasiliteter. Denne løsningen benyttes f.eks. ved pågående rehabilitering av Dokka RA (Nordre Land kommune), hvor både personalfasiliteter og driftskontroll er flyttet til brakkerigg i byggeperioden med gode tilbakemeldinger fra driftspersonellet.

Skissert areal i Figur 13 måler 32 m x 20 m (640 m²), og vurderes å være tilstrekkelig for et nytt prosessbygg. Et forprosjekt vil mer eksakt kunne fastslå arealbehov. I samråd med Hurdal kommune er det vurdert at det ikke skal presenteres detaljert lay-out for et nytt anlegg i denne fasen.

Personaldel bygges på deler av området der eksisterende anlegg ligger. Skissert plassering er 5 meter fra eksisterende bygg. Foreslått plassering forutsetter at areal i dag beslaglagt av infiltrasjonslagune delvis kan fylles igjen for anleggsfasen.

En plassering lengre vest er mulig dersom søndre lagune må ivaretas i byggeprosessen, i så fall må deler av vestliggende jorde omreguleres. I tillegg må det påregnes ytterligere stabilitetssikring av skråningen sør-vest for plassering skissert i Figur 13.



Figur 13: Estimert størrelse av prosessbygget, 640 m²

6.3 Plassering øst for eksisterende renseanlegg

Dersom én av eller begge dagens laguner kan settes ut av drift i byggeperioden, har dagens regulerte tomt mer enn tilstrekkelig areal for et nytt renseanlegg. Dette er det foretrukne alternativet, og det bør derfor vurderes å gå i dialog med Fylkesmannen i forbindelse med søknad om ny utslippstillatelse om minst én av lagunene kan settes ut av drift i byggefasen, og utløp kan føres direkte til eksisterende utslippspunkt i elven nord for anlegget (Figur 12).

Innvilges dette, og grunnforholdene er akseptable, vil det være store tomtearealer tilgjengelig for et nytt anlegg som kan bygges som ett bygg i ett byggetrinn. Dette vil redusere rigg og drift kostnadene i byggeprosjektet og gi større fleksibilitet i utformingen av bygget. I tillegg kan et felles bygg også påregnes å ha lavere drifts- og vedlikeholdsutgifter ettersom det ikke blir dobbelt opp med enkelte installasjoner (el-tavler, VVS-aggregat mv.), og hele arealet av eksisterende renseanlegg kan benyttes til nytt formål, f.eks. lagerbygg.

Området sørøst/øst for dagens laguner er regulert for renseanlegg, men består av skog og er i nær tilknytning Hurdalselvdeltaet naturreservat. Det bør tilstrebes så langt det lar seg gjøre å kun benytte det areal dagens anlegg (inkl. laguner) benytter.

Ettersom eksisterende anlegg skal være i drift må det ivaretas tilkomst for septik- og slamkontainertransport, samt kjemikaliepåfylling etc. Dette dikterer østlig avstand fra eksisterende renseanlegg. Området syd for eksisterende anlegg er egnet for brakkerigg og lagringsplass for materialer i byggefasen.

Figur 14 skisserer forslag til plassering hvor kun nordlige lagune benyttes som areal for nytt anlegg. Bygget trekkes tilstrekkelig øst for å ivareta adkomst til slammottak etc., og «ringvei» kan opprettes rundt bygget for enklere og tryggere trafikkavvikling for større biler (transport av septik, slamkontainere, kjemikalier etc.).



Figur 14: Forslag plassering i dagens nordlige lagune. Fotavtrykk 20 m x 42 m = 840 m².

Dersom begge lagunene kan settes ut av drift og benyttes som areal for nytt anlegg kan gavlveggene orienteres mer nord-syd, med personaldel mot syd og utløp prosess nordover av hensyn til utslippspunktet. Endelig plassering låses i forprosjekt/detaljprosjekteringsfasen.

7 Utforming bygg

7.1 Generell foreslått utforming

Renseanlegget foreslås bygget som et «industribygg» der mest mulig av prosessutstyr plasseres i en åpen hall for maksimal fleksibilitet, utnyttelse av areal og kort avstand mellom de enkelte trinn.

Tekniske rom og personaldel samles i ene enden av bygget om felles bygg, ved to byggetrinn (plassering syd for eksisterende anlegg) plasseres tekniske rom i nord-enden av bygget mot dagens anlegg. Dette for å tilrettelegge for sammenkobling til personalbygg når dette bygges der eksisterende anlegg i dag ligger. Hensikten er å samle områder hvor større biler må ha tilkomst (henting av slamkontainere, påfylling av kjemikalier/polymer, aktivkull etc.).

Innløpsrister, skruepresser og sandvasker plasseres på mesanin, øvrig prosessutstyr plasseres på terrengnivå. Innløpsrister bør stå høyt for å la vannet gå med selvfall gjennom prosessen, ristgodshåndtering, skruepresser og sandvasker for å kunne slippe ristgods/avvannet slam/sand direkte ned til containere plassert på terrengnivå for enklere utlasting (eventuelt via transportskrue montert i tak for fordeling mellom flere containere). Fall mot porter er ikke ønskelig pga. regnvann, snø og is, i tillegg til at det vil bli mer utfordrende å transportere slamkontainere.

Tanker i rustfritt stål eller glassfiber gir en enklere byggeprosess hvor mye er prefabrikkert, færre grensesnitt mellom de ulike utførende samt færre/ingen rør-gjennomføringer i væske-fylte betongbasseng.

Bygget tenkes fundamentert på løsmasser som plate på mark.

Utformingen av bygget tilpasses lokal byggeskikk og kommunale bestemmelser. Plasseres alt prosessutstyr over terrengnivå kan mønehøyde bli ca. 10 meter. Større tanker/basseng som MBBR, utjevningstanker og annet prosessutstyr kan tenkes å delvis senkes under terrengnivå for å redusere mønehøyde, men f.eks. utlasting av slamkontainere bør som tidligere beskrevet foregå på samme kote som asfaltert område, hvilket betyr at avvanning, sandvasking og ristgodshåndtering bør foregå i etasjen over.

7.2 Utenomhus

Ved innkjøring til anlegget etableres bom for å hindre uønsket trafikk inn. Brannhydranter/kummer plasseres for å tilfredsstille krav relatert til brannvann. Tilstrekkelig p-plasser etableres nær personaldel.

Slammottak, slamkontainere og påfyllingsstasjon for fellingskjemikalier etableres nært hverandre med tilstrekkelig asfaltert område utenfor for manøvrering av større kjøretøyer, eventuelt legges det opp til kjørebane rundt hele bygget.

Utearealer oppbygges til «parkmessig» standard, med beplantning og steinsetting.

7.3 Konstruksjon

Bærende konstruksjon foreslås å være stål, med galvaniserte takplater. Som yttervegger prosessbygg foreslås sandwich-elementer; isolerte fasadeelementer med lakkerte stålplater som overflate. Nedre deler av yttervegg kan vurderes å utføres i betong for å enklere kunne klamre rør, ellers monteres det bjelker for dette formål mellom stålsøylene ved behov.

Ved eventuelt frittstående servicebygg utføres dette som standard bindingsverk over plate på mark ved å gjenbruke fundamentene til eksisterende renseanlegg. Over resterende areal av revet renseanlegg etableres plate på mark, tilrettelagt for oppføring av en enkel stålhall eller tilsvarende for kommunal lagringsplass.

Bygget brannseksjoneres og stål overflatebehandles i henhold til forskrifter.

Eventuelle innervegger av betong i prosesshall males, sandwichelementer krever ingen ytterligere behandling. Øvrige vegger i prosesshall plassbygges med bindingsverk av tre/stål som kles med fuktbestandige veggplater, eller Leca-blokker som males. På alle vegger som ikke er spylesikre i seg selv bygges spylesokkel. Det støpes fall mot én eller flere renner i alle rom, dette vannet ledes til innløpspumpesump.

Dører utføres som tette kompakte eller lette tredører avhengig av funksjon, i prosesshall benyttes ståldører.

Betonggulv i prosesshall gis epoxybelegg, sosial del vinyl.

Betonghimlinger sprøytemales, himlinger i personaldelen foreslås standard hvit profilhimling.

7.4 VVS

7.4.1 Servicedel

Luftbehandlingsanlegget for sosial del bør dimensjoneres for ca. 10 m³/m²h for kontorareal, ca. 15 m³/m²h for kontrollrom, vaskerom etc. og ca. 7 m³/m²h for de resterende areal.

Luftbehandlingsaggregatet foreslås med varmegjenvinner, og ettervarme-batteri. Styringsautomatikken legges i separat tavle som klargjøres for tilkobling til sentralt SD-anlegg.

Ventilasjonskanaler monteres over himling, ventiler i himlingsplater.

Oppvarming skjer ved vannbåren varme og radiatorer/gulvvarme.

7.4.2 Prosesshall

Det bør etableres separat anlegg for generell ventilering av prosesshallen, og et luktbehandlingsanlegg med punktavsug for de enkelte prosesstrinn. Luftbehandlingsaggregat for generell ventilering plasseres i eget ventilasjonsrom. Luftinntak via rist i yttervegg, avkast sender opp over tak.

Styringsautomatikk legges i separat tavle med tilkobling til sentralt SD-anlegg.

Det foreslås å legge en sentral tilluftskanal langs hele prosesshallen, med tilluftsdyser fordelt over hele prosesshallens lengde. Kanaler som er ført åpent i prosesshallen foreslås lagt i kvalitet rustfritt stål, resterende kanalanlegg foreslås lagt i galvanisert stål.

Prosessdelen oppvarmes via vannbårne direktetilluftsvarmere.

7.4.3 Luktbehandlingsanlegg

Fra et kanalanlegg som strekker seg ned proseshall kobles det punktavsug til de forskjellige prosesskomponenter/basseng. Avsugene bør avsluttes med ca. 1 m fleksibel plastkanal som tilkobles prosessutstyret med slangeklemmer for enklere fra/tilkobling.

Avkast føres til luktbehandlingsanlegg bestående av ozongenerator og kullfilter.

Kanaler etter kullfilter og frem til yttervegg foreslås i materiale rustfritt stål.

7.4.4 Energigjenvinning

Anlegget bygges etter TEK17 som gir et velisolert bygg. Varmeenergi fra ventilasjonsluft gjenvinnes, og transmisjonstapet tas med vannbåren varme. Varmevexler kan benyttes på utgående avløpsvann for gjenvinning av varmeenergi herfra. Varmebrønner kan vurderes.

Det legges opp til en effektiv og kompakt bygningskropp med moderat energibehov. I proseshall skal arbeidstøy alltid benyttes og nødvendig temperatur kan begrenses til 15-17 grader C.

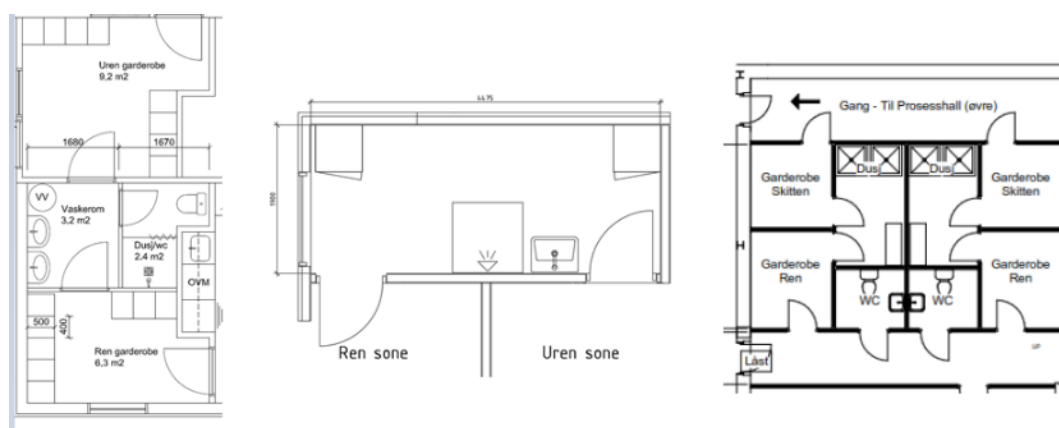
I konkurransegrunnlaget for de enkelte entrepriser bør det beskrives og vektlegges energieffektive blåsemaskiner, pumper og annet utstyr.

7.5 Ren/uren sone

For å minimere risikoen for smittespredning skal et renseanlegg av denne størrelsen være inndelt i ren og uren sone. I ren sone plasseres personalrom, kantine, overvåkning og kontroll, mens renseprosessen plasseres i uren sone. Enkelte anlegg har driftskontroll i begge soner for å tilrettelegge for en rasjonell drift uten behov for stadig klesskift.

Garderober bygges som sluser mellom de to sonene, hver garderobe har en ren og uren sone. Personell entrer garderoben fra ren sine, tar av seg privat-/arbeidstøy ment for ren sone, tar på seg arbeidsantrekk for uren sone fra skap i motsatt ende, og entrer skitten sone. Likendes fra skitten til uren sone, men her er det påkrevd å minst grundig vaske hendene, helst ta en dusj før en tar på seg rent antrekk.

Dagens anlegg ivaretar skillet mellom ren og uren garderobe, separert av et vaskerom og dusj/wc. Tilsvarende løsning kan etableres i et nytt anlegg, men det vil stilles krav om separate herre og kvinnegarderoler. Alternativet er flere, mindre garderoler til tildeles den enkelte driftsoperatør.



Figur 15: Eksempler på garderobeløsninger. Dagens løsning til venstre, skisse av personlige garderoler i midten, herre/kvinne-garderoler til høyre (Veolia Krüger Kaldnes)

En sluse mellom de to sonene kan etableres utenom garderoler, med en dør som normalt er stengt, illustrert til høyre i Figur 15. Formålet med denne slusen er ved evakuering, eller besøkende. For besøkende benyttes minimum beskyttelse for sko («blåposer») og frakk. Det skal være mulighet for å kaste skoposer, legge fra seg frakk for rengjøring og utføre håndvask før en entrer ren side av slusen.

I hver sone bør det være WC, vaskerom og bøttekott. Vask av arbeidstøy for uren sone bør utføres i uren sone, likedes bør ikke samme vasketralle benyttes i begge soner.

8 Avvikling av Hurdal RA

Overbygget og teknisk anlegg er nedslitt, og anses uegnet for alternativt bruk når renseanlegget er satt ut av drift. Overbygget anbefales fjernet i sin helhet.

Riving av Hurdal RA er estimert til ca. 2,5 mill. NOK. Estimerer baserer seg på erfaringstall fra riving av lignende konstruksjoner med dype betongbassenger, samt dialog med aktuelle rive-entreprenører. Teknisk-/personaldel er antatt å være plate på mark.

Fremgangsmåten som ligger til grunn for estimatet er:

- Tekniske installasjoner (utstyr, kabelføringer, rør etc.) fjernes før overbygget rives iht. gjeldende regler og forskrifter. Miljøsaneringsplan bør utarbeides av kyndig personell i forkant for å avdekke eventuelt farlig avfall (asbest etc.) som krever spesielle hensyn og deponering.
- Eksisterende betongvegger beskjæres til ca. 0,5-0,6 m under prosjektert planert terreng, eventuelt tilpasses høyden for å kunne benytte dagens fundamenter til ny støpt plate/vegger om nytt overbygg skal etableres.
- For å sikre drenering kjernebores 4-5 hull i bunn av hvert basseng samt enkelte hull i veggene mellom bassengene. Bassengene fylles deretter med pukk.
- Skal tomten bli grøntareal legges filterduk over pukken før jord legges og plen etc. etableres.
- Skal nytt overbygg etableres komprimeres pukk-laget for underlag til å støpe plate på mark, armeringsjern gyses til eksisterende betongkonstruksjoner for ny plate/ringmur. På denne måten kan eksisterende fundamenter benyttes videre.

9 Utslippstillatelse

Basert på økt belastning vil det måtte søkes ny utslippstillatelse for nytt anlegg, med Hurdalssjøen (eller vassdrag som leder inn til Hurdalssjøen) som resipient. Hurdalssjøen er en drikkevannskilde, hvilket medfører en konflikt i brukerinteresser.

Denne konflikten rundt vannforekomster som både resipient for rensed avløpsvann og råvannskilde for drikkevann blir stadig vanligere. Tidligere ble det ofte benyttet mindre tjern og vann som råvannskilde for drikkevann (som i Hurdal), men ettersom disse kan være utsatt i tørkeperioder ønskes i dag store, «utømmelige» råvannskilder, og disse har tradisjonelt vært benyttet som resipient for rensed avløpsvann.

I Viken og Innlandet er det flere eksempler hvor avløpsrenseanlegg og vannbehandlingsanlegg benytter samme vassdrag, f.eks. Mjøsa, Glomma og Randsfjorden. Likedes kan det oppstå andre brukerkonflikter relatert til badestrender eller vanning i landbrukssammenheng.

Derimot er det også eksempler hvor offentlige myndigheter har «satt ned foten» mot utslipp av rensed avløpsvann av hensyn til drikkevannsinntak, f.eks. Holsfjorden som ikke lengre tillates å være resipient for rensed avløpsvann ettersom den skal benyttes som ny vannforsyning for blant annet Oslo kommune. Det finnes også eksempler hvor renseanlegg har måttet etablere pumpestasjoner for å kunne lede rensed avløpsvann til annen resipient; Tomter renseanlegg ble nedlagt og overført ved pumping til ASHA med Glomma som resipient grunnet interessekonflikt med Vannsjø som drikkevannskilde.

Et moderne avløpsrenseanlegg vil kunne levere stabil og god rensing med stor kapasitet, tilsvarende må det kunne forventes at et vannbehandlingsanlegg tilpasses den råvannskvaliteten det har tilgjengelig og implementerer prosesstrinn som vil resultere i et godt og trygt sluttprodukt.

Et annen brukerkonflikt er at rensed avløpsvann vil slippes ut i Hurdalselva like oppstrøms Hurdalselvdeltaet naturreservat, et vernet område. Det må påregnes at ny utslippstillatelse vil gjenspeile dette i skjerpede krav for å hindre forringelse av området.

Fylkesmannen i Oslo og Viken (FMOV) har signalisert (men ikke forpliktet seg til) at utslipp av rensed avløpsvann vil kunne tillates, men at det kan komme strengere rensekra for et anlegg med større belastning (Hurdal kommune, 2020). Et endelig resultat av en eventuell utslippssøknad kan ikke forutses verken om det gis tillatelse, og hva i så fall de endelige utslippsvilkårene vil være.

Gjeldende utslippstillatelse har allerede et skjerpet krav mtp. fosfor; 93% reduksjon mot 90% som er «standard» krav iht. Forurensningsforskriften. Når et nytt anlegg dimensjoneres for over dobbelt så mange Pe som eksisterende kan man risikere at ny utslippstillatelse skjerper fosfor-kravet ytterligere. Foreslått prosessløsning skal kunne levere bedre fosfor-rensing enn dagens krav, ved behov kan etterpolering som f.eks. skivefilter eller tilsvarende benyttes.

Stilles det krav til hygienisering av utslippet vil UV-behandling være det mest aktuelle. Enkelte renseanlegg UV-behandler hele eller deler av utslippet enten i badesesongen eller perioder hvor landbruk henter vann direkte fra resipienten for vanning, eller året rundt der utslippstillatelsen har stilt krav til f.eks. mengden TKB (Termotolerante koliforme bakterier).

10 Fremdriftsplan

Søknad om utslippstillatelse må innsendes i løpet av 1. halvår 2021, ettersom det må forventes en lengre saksbehandlingstid. Kommunen bør allerede nå gå i gang med å kartlegge og samle alle relevante data og analyser som foreligger for Hurdalssjøen/Hurdalselvdeltaet som forberedelse til utarbeidelse av utslippssøknad.

Kravene stilt i utslippstillatelsen vil være dimensjonerende for maskin/prosess-entreprisen (M1), men det vil primært være en eventuell etterpolering som må tilføyes skulle kravene bli ytterligere skjerpet. Prosjektering av M1 kan følgelig foregå mens en venter på utslippstillatelsen.

Uavhengig om øvrige fag slås sammen til én stor entreprise eller splittes til fagspesifikke entrepriser bør M1-entreprisen være egen totalentreprise, og kontraheres i god tid før øvrig(e) entreprise(r). Dette fordi prosessteknisk løsning vil være førende for prosjektering av øvrige fag (bygg, VVS, elektro, automasjon, utvendig VA mv.).

Mot slutten av M1s detaljprosjektering bør det settes av tilstrekkelig tid for en innledende samarbeidsfase mellom M1, prosjekterende øvrige fag og kommunen/drift for å lande en omforent hovedlayout på anlegget. Etter dette fryses prosess-designet og detaljprosjektering øvrige fag kan starte. Eventuelle endringer av f.eks. plassering prosessutstyr/rørføringer etc. etter design-frys kan medføre omprosjektering og endringsmeldinger fra prosjekterende av øvrige fag (tapt fremdrift og økte kostnader for byggherre).

Når hovedlayout er klar har man et grunnlag for rammesøknad, nabovarsel og oppstart prosjektering av øvrige fag. Bygg og VVS-entrepriser kan ferdigstilles samtidig, men elektro-entreprisen kan ikke 100% ferdigstilles før alle komponenter er valgt og plassert, derunder komponenter som inngår i Bygg og VVS entreprisene. Derimot bør en kunne få ferdig alle hovedføringsveier så eventuelle utsparinger blir med i Byggs formtegninger.

Byggestart må finne sted våren 2022 for at anlegget skal være innkjørt og klart for drift 1.1.2024. For å oppnå dette bør M1 kontraheres før sommeren 2021, med design-frys rundt årsskiftet 2021/22. Eventuelle krav til etterpolering som stilles i mottatt utslippstillatelse skal kunne implementeres uten større omprosjektering. Utlysning øvrige entrepriser tenkes sen vinter 2022, med kontrahering øvrige utførende og byggestart våren 2022. Foreslått fremdrift er presentert i Tabell 2.

Tabell 2: Foreslått fremdriftsplan

Aktivitet	Frist
Søknad om utslippstillatelse	Første halvår 2021
Konkurransesgrunnlag M1/forprosjekt	Sommer 2021
Kontrahering M1	Sensommer 2021
Kontrahering detaljprosjektering	Høst 2021
Design-frys prosess	Årsskifte 2021/22
Utlysning øvrige fag	Sen vinter 2022
Kontrahering og oppstart byggarbeider	Vår 2022
Igangkjørt anlegg	1.1.2024

11 Bærekraft

11.1 Generelt

I denne rapporten er det gjennomført en bærekraftsvurdering av egenregiløsning for D04. Bærekraft er vurdert med indikatorer fra Norsk Vann Rapport 205,2014 «En bærekraftig forvaltning av VA-tjenestene», med de tre dimensjonene; økonomisk, miljømessig og sosial bærekraft.

For å sikre at egenregiløsningen kan sammenlignes med samarbeidsløsningen må alle bærekraftsindikatorer vurdert i D02, D03, D04 og D07 sammenlignes med samarbeidsløsningen.

11.2 Energiberegninger

Totalt estimert energiforbruk for renseanlegget fremkommer i Tabell 3, med oppdeling i etterfølgende underkapitler. Estimater inkluderer etterpolering med både sil og UV av hele avløpsmengden for «worst case»-estimat, og behandlet avløpsmengde 380 000 m³/år.

Tabell 3: Estimert totalt energiforbruk i renseanlegget

Fag	kWh/d (avrundet)	kWh/år
VVS	356	130 000
Elektro	247	90 000
Prosess	156	57 108
Eventuell etterpolering	135	49 400
Pumper i renseanlegget	19	7 000
Øvrige pumpestasjoner	121	42 000
Totalt	1 034	375 508

11.2.1 Renseprosess

Estimerte årskostnader for de enkelte prosesstrinn er listet i Tabell 4. For beregninger se de enkelte delkapittel.

Tabell 4: Oversikt estimert energiforbruk per prosesstrinn

Prosesstrinn	kWh/d (avrundet)	kWh/år
Innløpsrist	3	1 140
Sandfang	10	3 800
MBBR	94	34 200
Flotasjon	42	15 200
Skruepresse	8	2 768
Delsum	156	57 108
Eventuell etterpolering, sil	31	11 400
Eventuell etterpolering, UV	104	38 000
Totalt	292	106 508

11.2.2 Øvrig energiforbruk i renseanlegget

Energikostnader er erfaringsmessig vurdert fra prosessanlegg av denne størrelse, og presentert i Tabell 5.

Tabell 5: Energiforbruk oppvarming, kontroll, automasjon mv.

Fag	kWh/d (avrundet)	kWh/år
VVS	356	130 000
Elektro	247	90 000
Totalt	603	220 000

11.2.3 Pumpekostnader

For beregning av energibehovet for pumper benyttes følgende formel:

$$E = \rho * g * Q * \frac{H}{3,6 * 10^6 * \eta}$$

Hvor

E	Energiforbruk [kWh/år]
ρ	Densitet, avløpsvann ca. samme som rent vann; 1000 kg/m ³
g	Tyngeakselerasjon, 9,81 m/s ²
Q	Vannmengde, 380 000 m ³ /år
H	Løftehøyde, 4 m
η	Virkningsgrad. Pumpeavhengig, inkludert frekvensomformer antas å ligge rundt 0,7

Anlegget legges opp til å ha innløpsarrangementet plassert i 2. etasje eller mesanin over øvrig prosessutstyr, for å sikre riktig hydraulikk hvor vannet renner gjennom prosessen uten videre pumping. Dette innebærer at alt avløpsvann inn på anlegget vil måtte pumpes opp til innløpsarrangementet. Eksakt høyde vil avklares i detaljprosjektering, men estimeres her med en løftehøyde inkl. rør-friksjon til 4 m.

$$E = 1000 * 9,81 * 380\,000 * \frac{4}{3,6 * 10^6 * 0,7} \approx 6\,000 \text{ kWh/år}$$

Energiforbruket for pumping av slam til avvanningsutstyr og polymerdosering anslås til 6 kWh/tonn TS

$$6 \text{ kWh/tonn TS} * 173 \text{ tonn TS/år} \approx 1\,000 \frac{\text{kWh}}{\text{år}}$$

Totale pumpekostnader internt i anlegget anslås totalt å være ca. 7 000 kWh/år

11.2.4 Eksisterende pumpestasjoner i Hurdal kommune

Nytt anlegg plasseres ved eksisterende anlegg, og det forutsettes i utgangspunktet ingen nye pumpestasjoner. Energiforbruket for intern pumping i nytt anlegg er ivarettatt i foregående kapittel. Ved videre utbygging i Hurdal kommune kan det bli behov for ytterligere pumpestasjoner, men plassering og kapasitet av disse har en ikke forutsetninger for å beregne i denne fasen.

Tabell 6: Estimert energiforbruk eksisterende pumpestasjoner

Pumpestasjon	Energiforbruk [kWh/år]
PST10	12 000
PST13	8 000
PST14	8 000
Framnes PST	10 000
PST25 Haraldvangen	2 000
PST24 Recoverycenteret	2 000
Totalt	42 000

11.3 Klimagass - CO₂

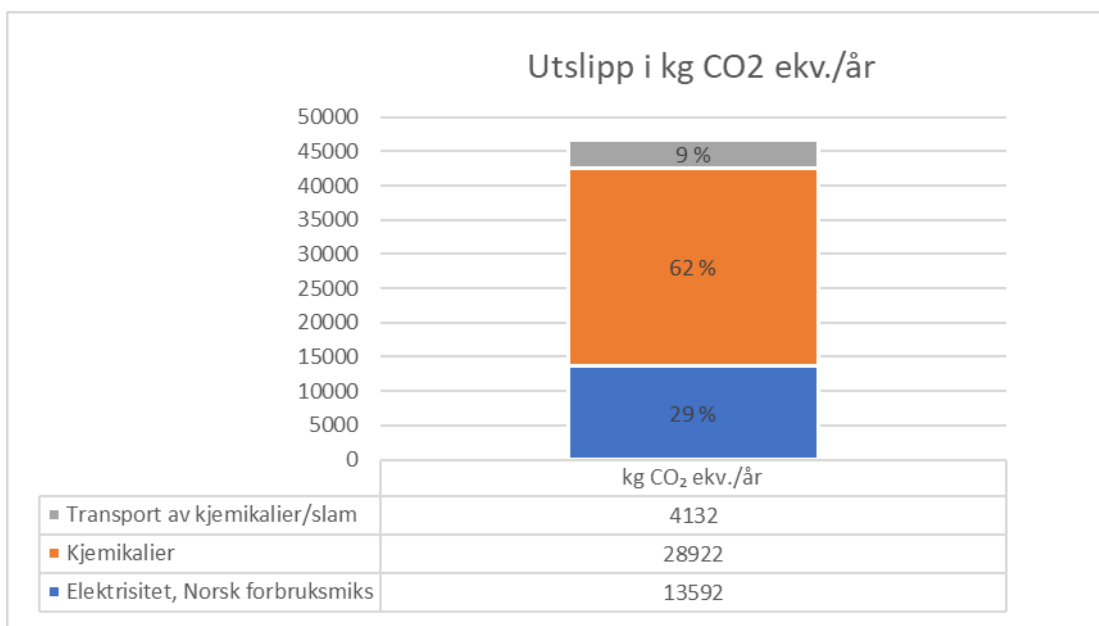
Klimagassberegningene er beregnet ved hjelp av en Excel-kalkulator utgitt ifm. Norsk Vann Rapport A25, 2019. I beregningene inngår utslipp fra vann- og avløpsbehandling, hvilket inkluderer bruk av kjemikalier, energi for drift av renseanlegget og kommunens avløpspumpestasjoner og transport av kjemikalier/slam.

Verktøyet inkluderer ikke klimagassutslipp for bygg og tekniske komponenter. Utslipp relatert til konstruksjon av selve avløpsrenseanlegget, pumper og andre komponenter vil dermed ikke være inkludert i regnskapet og må tas med i tolkning av resultatene. Verktøyet benytter data for årlig utbygging, drift og reovering og inkluderer:

- Energibruk på anleggene
- Dieselbruk i anleggsmaskiner
- Materialutslipp fra nye rør og infrastruktur
- Transport av masser og rør

De totale klimagassene er funnet til å være 47 tonn CO₂-ekv. per år, eller 9,2 kg CO₂-ekv. per år og person med 5000 pe. Dette er generelt svært lave utslipp.

Totale utslipp inkluderer utslipp fra energi, kjemikalier og transport av slam/kjemikalier i forbindelse med rensing av avløpsvann. Figur 16 viser at det største avtrykket kommer fra fellingskjemikaliene, med 62% av utslippene. Transport utgjør 9%, mens renseanleggets elektriske behov (inkludert kommunens pumpestasjoner for avløpsvann) utgjør 29%.



Figur 16: Fordeling CO₂-avtrykk til anlegget vist i prosentvis andel av totalt utslipp for nytt renseanlegg belastet med 5000 pe.

11.4 Resultater

11.4.1 Miljømessig

VA-tjenestene skal utføres på en måte som minimaliserer all negativ påvirkning av miljøet. Tabell 7 presenterer nøkkeltall relatert til dette for nytt Hurdal renseanlegg.

Tabell 7: Regnskap for miljømessig bærekraft for nytt Hurdal RA belastet 5000 pe

Indikator	Benevning	Resultat	Kommentar
Energiforbruk, elektrisitet	$\frac{kWh}{\text{år} * pe}$	$75,1 \frac{kWh}{\text{år} * pe}$	Vurdering av energiforbruk for pumping til (eksisterende pumpestasjoner) og i renseanlegget, samt drift av prosesstrinn, VVS og elektro i et nytt renseanlegg.
Utslipp til vannforekomst	$\frac{kg}{\text{år} * pe}$	KOF: $11 \frac{kg}{\text{år} * pe}$	KOF: Årlig forurensningsproduksjon er 43,8 kg/år-pe og forutsatt 75% rensing.
		Fosfor: $0,046 \frac{kg}{\text{år} * pe}$	Fosfor: Årlig forurensningsproduksjon er 0,0456 kg/år-pe forutsatt 93% rensing.
		Nitrogen: -	Nitrogen: Ikke relevant da det ikke stilt rensekrav i dagens utslippstillatelse. Det antas det ikke kommer rensekrav relatert til nitrogen i ny utslippstillatelse ettersom det ikke blir utslipp til sjøvann.
Ivareta/gjenvinne fosfor	$\frac{kg}{\text{år} * pe}$	$0,6 \frac{kg}{\text{år} * pe}$	Årlig forurensningsproduksjon er 0,611 kg/år-pe ved 93% rensing.
Bidrag til klimaendringer/ klimafotavtrykk ved transport og kjemikaliebruk	$\frac{kg CO_2}{pe}$	Transport: 4 132 kg CO ₂	Klimafotavtrykk for transport av slam/kjemikalier og bruk av kjemikalier i nytt renseanlegg. For å beregne klimafotavtrykk per person er summen dividert på 5000 personer.
		Kjemikalieforbruk: 28 922 kg CO ₂	
		Sum: 33 054 kg CO₂	
		Sum: $6,6 \frac{kg CO_2}{pe}$	
Bidrag til klimaendringer/ klimafotavtrykk for årlig energiforbruk, elektrisitet	$\frac{kg CO_2}{\text{år}}$	$13 592 \frac{kg CO_2}{\text{år}}$	Klimafotavtrykk for årlig energiforbruk for nytt renseanlegg. Forutsatt elektrisitet med norsk forbruksmiks og standard verdi for utslippsfaktor i kalkulator fra Norsk Vann (Norsk Vann, 2019) For å beregne klimafotavtrykk per person er summen dividert på 5000 personer
	$\frac{kg CO_2}{\text{år} * pe}$	$2,7 \frac{kg CO_2}{\text{år} * pe}$	

11.4.2 Sosialt

Det sosiale perspektivet i definisjonen av bærekraft er i denne sammenhengen rettet mot anleggseiernes ytelse overfor brukerne av VA-systemene og kundenes opplevelse av denne. Faktorer knyttet til kompetanse og arbeidsmiljø hører også inn under den sosiale dimensjonen. Vurderinger fremgår i Tabell 8.

Tabell 8: Regnskap for sosial bærekraft

Indikator	Benevning	Resultat	Kommentar
Bruk av verdifullt areal	Kvalitativt	Ikke relevant	Nytt renseanlegg vil i utgangspunktet ikke kreve nytt areal annet enn det som i dag er benyttet til renseanlegg og kommunal lagring. Avhengig av plassering kan et begrenset område av jorden vest for tomt måtte midlertidig eller permanent benyttes av renseanlegget, men dette anses som ubetydelig i denne sammenheng.
Hensiktsmessig tjeneste for brukere/kommunen som helhet. Leveringssikkerhet	Kvalitativ	++	<ul style="list-style-type: none"> + Hurdal kommune får et moderne renseanlegg med stor kapasitet som tilfredsstillende utslippskrav, minimerer negativ effekt av utslipp til sårbar resipient samt reduserer risiko for overløp ved renseanlegget + Nytt renseanlegg vil være enklere å drifte enn eksisterende. Reduserte og standardiserte driftsrutiner for driftspersonell + Moderne luktfjerningsanlegg reduserer luktproblematikk for naboer - Avvannet slam og kjemikalier må fortsatt transporteres; kostnader og klimaavtrykk øker ved økt belastning. - Økt kjemikalieforbruk i innkjøringsfasen inntil anlegget er inntrimmet. - Investerings- og driftsutgifter må påregnes å resultere i økte VA-gebyr for innbyggerne.
Lovkrav	Kvalitativ	+++	<ul style="list-style-type: none"> + Anlegget vil oppfylle rensekrav satt i utslippstillatelse, så fremt krav er realistiske og ikke med hensikt satt for å hindre utslipp + Nytt anlegg mer robust enn eksisterende, lavere risiko for utslipp av urensset avløpsvann.
Hygienisk sikkerhet	Risikoberegning	1	<ul style="list-style-type: none"> - I omkoblingsfasen mellom nytt og gammelt kan det bli nødvendig med noe nedetid og utslipp av urensset avløpsvann. Vil minimeres med god koordinering, mulig benytte flere bassenger til fordrøyning. - Renset avløpsvann slippes ut i råvannskilde for drikkevann. - Nytt anlegg, ukjent for operatører. Potensiell risiko for feilstyring av anlegget i innkjøringsfasen, kan i verste fall resultere i utslipp av urensset avløpsvann

11.4.3 Økonomisk

Vannbransjen står overfor store utfordringer når eksisterende systemer må fornyes, samtidig som utfordringer knyttet til f.eks. klima og sikkerhet resulterer i store investeringer i nye VA-anlegg. En bærekraftig ressursbruk forutsetter i den forbindelse gode systemer for å få mest mulig VA ut av tilgjengelige ressurser.

Tabell 9: Regnskap for økonomisk bærekraft for nytt renseanlegg

Indikator	Benevning	Resultat	Kommentar
Levesyklus kostnad, LCC	Kr	Kr. 165 956 400	Analyseperiode løper over 60 år.
Investering	Kr	Kr. 92 875 500	
Utskiftningskostnader	Kr/levetid	Kr. 30 650 300	Total drift og vedlikehold over 60 år, nåverdi fra LCC-analysen
Drift og vedlikehold	Kr/levetid	Kr. 42 430 500	Total drift og vedlikehold inkl. energibehov, nåverdi fra LCC-analysen
Drift og vedlikehold	Kr/år	Kr. 1 875 500	Gjennomsnittlig årlige drifts- og vedlikeholdskostnader basert på annuitet med 4 % kalkulasjonsrente over 60 år.
Samvirke med andre infrastrukturer	Kvalitativ/relativ		Ikke relevant
Fleksibilitet ovenfor nye behov og krav	Kvalitativ/relativ	++	<p>+Fylkesmannen har opplyst at en framtidig utslippssøknad om vesentlig endring i belastning til Hurdalssjøen ut fra anlegget, kan medføre skjærpede utslippskrav. Overføring av avløp fra Hurdalssjøen som er en sårbar/følsom resipient til Vorma som sammenlignet er en bedre resipient. Vorma renner ut i Glomma som igjen er en drikkevannskilde.</p> <p>+ Anbefales avsatte arealer til ytterligere prosess teknisk utvidelse dersom behov for økt produksjon</p> <p>+Kan komme fremtidige bestemmelser knyttet til hensynssone rundt Hurdalssjøen (som drikkevannskilde). Fordelaktig med overføring til Vorma.</p>

12 Kostnadsestimat

12.1 Investeringskostnader

Prosjektkostnad for nytt renseanlegg estimeres til ca. 90 millioner NOK, fordeling fremgår i Tabell 12. Dette er et «best guess» P50 estimat per dags dato, og tilsvarer en m² pris på ca. 140 000 NOK.

Tabell 10: Kostnadskalkyle for nytt renseanlegg

Element	Mill NOK
B1 - Bygningsmessige arbeider inkl utenomhus omlegging VA	32
M1 - Maskin og prosess	30
V1 - VVS og luktbehandling	6
E1 - Elektro og automasjon	7
Byggherrekostnader (prosjektering, søknader, erverve tomt, PL, BL mv.)	15
Totalt	90

Bygg-kostnadene inkluderer riving av eksisterende anlegg, bygging av nytt anlegg inkl. grunnarbeider, omlegging av ytre VA, og oppbygging av utvendig areal.

Prosesskostnader inkluderer levering og montering av prosessutstyr for rensing av avløpsvann, septikmottak og nødstrømsaggregat for å drifte innløpspumper og rister.

Kostnad for mottak av septik blir delvis fordelt på B1 og M1, da det uansett vil inngå i nytt renseanlegg. Avvanningsutstyr, rejekttanker/slamlagre, containere, prosessutstyr etc. dimensjoneres for den kombinerte belastningen fra både avløpsvann og septik, likens blir septikmottaket en del av prosesshallen. Trekker en ut kun det prosessutstyr og areal relatert til septikmottaket estimeres kostnaden å være ca. 1.5 millioner.

Kalkylen baserer seg på en prosess som tilfredsstillter sekundærrensekravet ved 5000 pe og dagens utslippstillatelse. Blir det nødvendig med etterpolering, eller anlegget skal utvides ytterligere kan det påregnes tilleggskostnader.

Kostnad for utslippssøknad er estimert til ca. 0,5 millioner, men dette avhenger sterkt av hva slags datagrunnlag som foreligger, og hva FMOV krever av dokumentasjon. Forlanges det sedimentprøver, vannprøver over lengre tid etc. vil det kunne dra på seg ytterligere kostnader.

12.2 Levetidskostnader

Det er utarbeidet en LCC (Livssyklus kostnader) for nytt avløpsrensaneanlegg i Hurdal iht. LCC standarden NS3454 (Standard Norge, 2013). Analysen tar utgangspunkt i kalkylen utarbeidet for denne delutredningen, hvilket inkluderer kostnader til riving, bygg, og utvidelse av tekniske installasjoner. Prosjektrelaterte kostnader er medregnet i disse kostnadspostene. Alle kostnader som genereres i fremtiden (utskifting og drift) diskonteres til nåverdi.

Kalkulasjonsrente og analyseperiode er i denne LCC satt til hhv. 4 % og 60 år. Levetid for tekniske installasjoner og bygg er satt til henholdsvis 20 år og 50 år, der restverdi av bygg er med i beregningene. Drift- og vedlikeholds-kostnader for bygg og tekniske installasjoner er satt til 2% av investeringskostnadene. Riving av eksisterende anlegg er antatt som en engangskostnad og medfølger ikke drift og vedlikeholdskostnader. Kostnader av energibruk i drift er basert på energibruk til VVS, elektro, maskinelle prosesser og pumper, og det er antatt en kostnad på 1 NOK/kWh for hele analyseperioden.

Tabell 11: Levetid, drift-, vedlikeholds- og utskiftingskostnader

Komponent/ System	Levetid	Årlige drift- og vedlikeholdskostnader (NOK)		Utskiftingskostnader (NOK)	Kommentar
Bygg	50 år	2,0% av IK	640 000	2 069 257	Inkl. restverdi
Utvidelse teknisk (inkl. VVS/elektro)	20 år	2,0% av IK	860 000	28 581 068	
Riving av eksisterende anlegg					Engangskostnad
Byggherrekostnader					Engangskostnad
Energi i drift			377 508		

Tabell 11 viser en oversikt over levetid for de ulike systemene og drift og vedlikeholdskostnader som en prosent av investeringskostnaden. For tekniske installasjoner (VVS-teknikk, automasjon og IKT) er det antatt levetid på 20 år. Da dette er noe lengre enn vanlig levetid for tekniske komponenter er vedlikeholdskostnader satt til 2% av investeringskostnader for å ta høyde for eventuelle kostnader relatert til oppgradering av systemer, utskifting av tekniske komponenter osv. Ettersom det er brukt en analyseperiode på 60 år er restverdien av komponentene med levetid lenger enn analyseperioden er trukket fra i LCC beregningen.

12.3 Sammendrag resultattabell

Resultatene er her presentert som nåverdi og årskostnad (basert på annuitet med 4 % kalkulasjonsrente). Total nåverdi er summen av investeringskostnaden, diskonterte utskiftnings- og årlige drift- og vedlikeholdskostnader, samt trukket fra restverdi. Resultatene presenteres under i Tabell 12.

Tabell 12: Sammenstilling resultat Nåverdi og Årskostnad for nytt renseanlegg - D04

Kostnadspost	Kostnad
Investeringskostnad	Kr. 92 875 500
Utskiftingskostnader, Nåverdi	Kr. 30 650 300
Sum drift og vedlikehold, Nåverdi	Kr. 42 430 500
Totalt, Nåverdi	Kr. 165 956 400
Årskostnad	Kr. 7 335 600

Tabell 12 viser en oversikt over nåverdiberegningen. Resultatene viser at når anlegget er bygget vil drift og vedlikeholdskostnadene være størst, etterfulgt av utskiftingskostnader. Årskostnadene for tiltaket er på 7,3 M NOK.

13 Referanser

- Asplan Viak. (2015). *Skisseprosjekt for utvidelse av Hurdal renseanlegg*.
- Fylkesmannen i Oslo og Viken. (2019). *Vedtak om tillatelse etter forurensningsloven på avløpssektoren for Hurdal kommune*.
- Fylkesmannen i Oslo og Viken. (2020). *Fylkesmannens tilbakemelding på egenkontrollrapport for avløpssektoren rapporteringsåret 2019 - Hurdal kommune*.
- HR Prosjekt AS. (2019). *Mulighetsstudie - fremtidig vannforsyning og avløpsløsning Hurdal kommune*.
- Hurdal kommune. (2020, 02 28). Oppsummering fra samordningsmøte den 24. februar 2020 – endelig versjon.
- Jordforsk. (1995). *Etterbehandling av avløpsvann fra Hurdal renseanlegg*.
- Norconsult. (2019). *Årsrapport Hurdal RA 2019*.
- Norsk Vann. (2009). *Rapport 168: Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg*.
- Norsk Vann. (2019). *Rapport 251: Klimagassutslipp, veiledning for vannbransjen*.
- Norsk Vann. (2020). *Rapport 256: Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg*.
- Standard Norge. (2006). *NS 9426 - Bestemmelse av personekvivalenter (pe) i forbindelse med utslippstillatelse for avløpsvann*.
- Standard Norge. (2013). *NS 3454 - Livssyklus kostnader for byggverk - Prinsipper og klassifisering*.
- Stiftelsen VA/Miljø-blad. (2018). *Miljøblad 59: Lukkede infiltrasjonsanlegg for sanitært avløpsvann*.
- Sweco. (2020, 10 20). Referat Arbeidsmøte 2 - Hurdal RA/VBA status/ videre arbeider.