

Beregnet til
Kongsberg kommune

Dokument type
Rapport - Skisseprosjekt

Dato
September 2021

SELLIKDALEN RENSEANLEGG SKISSEPROSJEKT SEKUNDÆRRENSING



SELLIKDALEN RENSEANLEGG SKISSEPROSJEKT SEKUNDÆRRENSING

Oppdragsnavn **Skisseprosjekt Sellikdalen renseanlegg**
Prosjekt nr. **1350045403**
Mottaker **Kongsberg kommune**
Dokument type **Rapport**
Versjon **01**
Dato **23.09.2021**
Utført av **Bente S. Lomnes**
Kontrollert av **Dag Eirik Brevik**
Godkjent av **Bjørn Eivind Løfsgaard**
Beskrivelse **Skisseprosjekt som beskriver mulig løsning på hvordan Sellikdalen renseanlegg kan tilfredsstillere krav til sekundærrensing og ønsket rensing av nitrogen. Rapporten inkluderer også kommentarer knyttet til eventuelt strengere framtidige rensekrav.**

Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

INNHALDSFORTEGNELSE

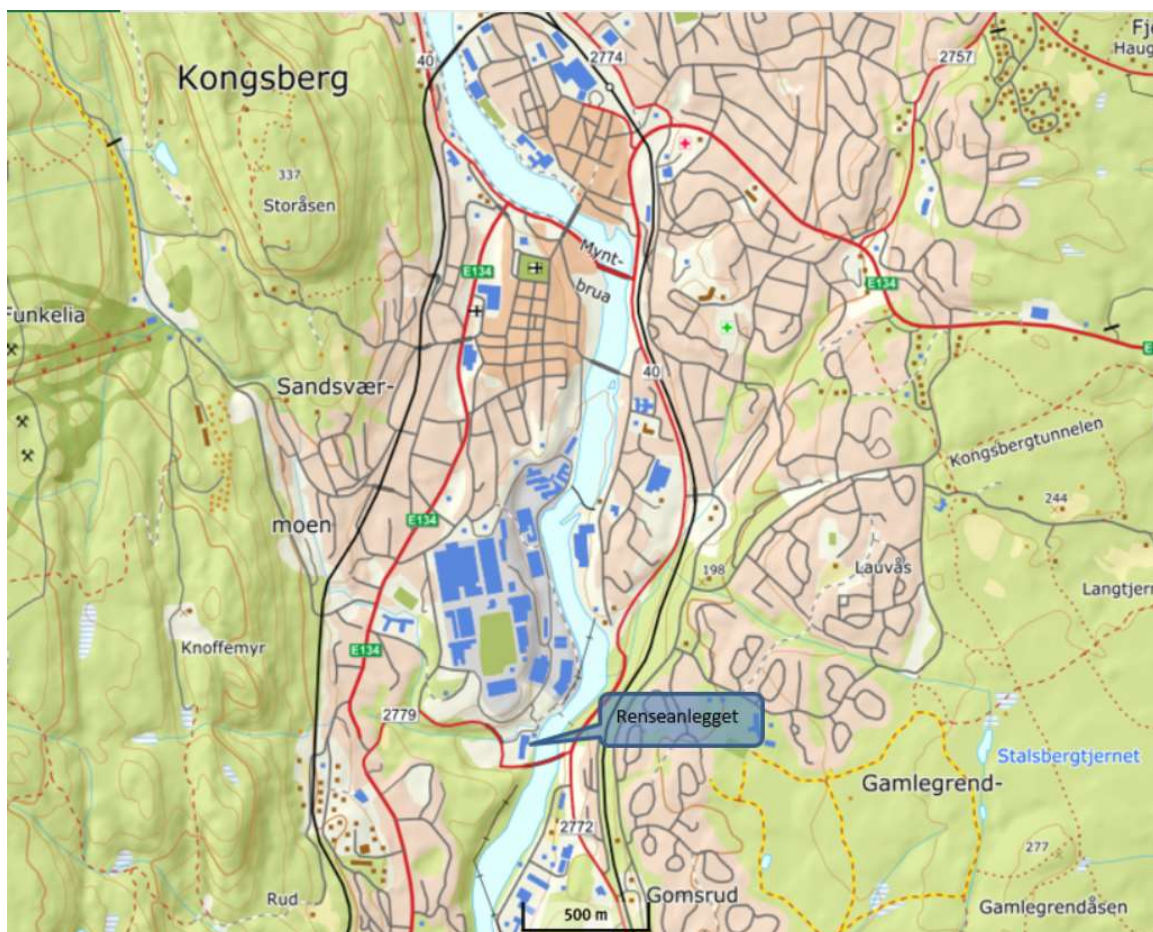
1.	Introduksjon	3
1.1	Bakgrunn	3
1.2	Utslippstillatelse/reNSEKRAV	3
1.3	Nitrogenrensing	4
1.4	Planer på renseanleggets tomt	4
2.	Sammendrag	5
3.	Dimensjonerende mengder	7
3.1	Vannmengder	7
3.1.1	Eksisterende hydraulisk belastning	7
3.1.2	Framtidig hydraulisk belastning	8
3.2	Forurensningsbelastning	9
3.2.1	Eksisterende og framtidig organisk belastning	9
3.2.2	Septik og eksternslam	9
3.2.3	Dimensjonerende organisk belastning	10
3.2.4	Eksisterende og framtidig nitrogenbelastning	10
3.2.5	Temperaturer	11
4.	Renseprosess	12
4.1	Eksisterende renseprosess	12
4.2	Vurderinger ved valg av prosessløsning	12
4.3	Aktuelle prosessløsninger	13
4.3.1	Biologisk rensing	13
4.3.2	Slamseparasjon	13
4.3.3	Videregående slambehandling	13
4.3.4	Valg av prosessløsning	13
4.4	Valgt prosessløsning	17
4.4.1	Forbehandling	17
4.4.2	Biologisk rensing - MBBR	18
4.4.3	Kjemisk felling	19
4.4.4	Slamseparasjon ved flotasjon	19
4.4.5	Intern slambehandling	20
4.4.6	Mottak av eksternt slam	20
5.	Dimensjonering	21
5.1	Dimensjonering av aktuelle prosesser	21
5.2	Forbehandling	21
5.2.1	Innløpsrist	21
5.2.2	Sand- og fettfang	21
5.2.3	Container for ristgods og sand	22
5.2.4	Finsiling	22
5.3	Biologisk rensing	23
5.3.1	Bioreaktor	23

5.4	Kjemisk felling	25
5.4.1	Flokkulering	25
5.4.2	Flotasjonsbasseng	25
5.5	Slambehandling	25
5.5.1	Slamfortykker	25
5.5.2	Slamlager	25
5.5.3	Avvanning	26
5.5.4	Containere	26
5.5.5	Slamvann	27
6.	Ombygging og utvidelse	28
6.1	Skissert løsning for ombygd renseanlegg	28
6.2	Tiltak ved ombygging	31
6.2.1	Bygningsmessige arbeider	31
6.2.2	Maskinelle komponenter	31
6.2.3	Servicefasiliteter	31
6.2.4	Elektro/automasjon	31
6.2.5	Ventilasjon	31
6.2.6	Luktreduksjonsanlegg	31
6.2.7	Utslippsledning	32
6.3	Alternativ løsning	32
6.3.1	Eget bygg for biotrinns og slamavvanning	32
6.4	Framtidige rensekra	33
6.5	Drift i byggeperiode	33
7.	Tomt	34
7.1	Grunnforhold	34
7.2	Flomfare	34
7.3	Tilgjengelig areal og teknisk sentral	35
8.	Kostnadsestimat	36
8.1	Investeringskostnader	36
8.2	Driftskostnader	37

1. INTRODUKSJON

1.1 Bakgrunn

Sellikdalen avløpsrenseanlegg ble etablert i 1979 og i 1993 ble anlegget bygd ut med en slambehandlingsprosess. Renseanlegget er lokalisert i Kongsberg rett ved Numedalslågen og betjener store deler av Kongsberg kommune og områdene rundt.



Figur 1: Renseanleggets plassering i Kongsberg kommune.

Renseanlegget er et mekanisk/kjemisk anlegg dimensjonert for 24.000 PE inkludert industri. Dokumentasjon fra etableringen av anlegget viser til mulig utvidelse til 40.000 PE. De siste årene har renseanlegget hatt en tilført maksukebelastning tilsvarende nærmere 30 000 PE (BOF₅). Den økte belastningen til renseanlegget har ført til pålegg om krav til sekundærrensing etter forurensningsforskriften § 14-6, gitt av Statsforvalteren.

Kommunen har i forbindelse med dette startet arbeidet med å se på løsninger for det framtidige renseanlegget i Kongsberg.

1.2 Utslippstillatelse/reNSEKRAV

Eksisterende utslippstillatelse for Sellikdalen RA er datert 07.09.2001 og anlegget har et reNSEKRAV på 95 % reduksjon av Tot - P samt krav til restutslippsmengde av fosfor. Ifølge forurensningsforskriftens kapittel 14, som omhandler anlegg større enn 2000 PE med utslipp til

ferskvann, skal nye anlegg og eksisterende anlegg som endres vesentlig i tillegg gjennomgå sekundærrensing, jfr. § 14-7. Sellikdalen renseanlegg har nå fått krav om å tilfredsstillere sekundærrensekravet.

Det vil si at i tillegg til dagens rensekraft på 95 % fosfor, må anlegget gjennomføre en biologisk behandling av avløpsvannet for å tilfredsstillere kravene i §14-2, hvor mengden BOD₅ skal reduseres med 70 % eller ikke overstige 25 mg O₂/l i utløpsvannet samt at KOF-mengden skal reduseres med 75 % eller ikke overstige 125 mg O₂/l i utløpsvannet.

I desember 2019 ble det søkt ny utslippstillatelse etter at det ble stilt krav om dette i forbindelse med et tilsyn gjennomført av Statsforvalteren. Utslippssøknaden som ble sendt inn er delvis mangelfull da det ikke forelå en plan for ombygging av renseanlegget. Det er dermed behov for å etterseende dokumentasjon på dette når planene for nytt/ombygd renseanlegg foreligger.

1.3 Nitrogenrensing

Som en del av mulighetsundersøkelsen gjennomførte Rambøll en vurdering av resipienten i rapport datert 01.07.2021. Basert på vurderinger i denne rapporten mener Rambøll at det ikke er nødvendig med nitrogenfjerning ved Sellikdalen RA med tanke på føringene i vannforskriften og den økologiske tilstanden i Numedalslågen og Larviksfjorden. Likevel er det en aktuell problemstilling med økt tilførsel av nitrogen til Ytre Oslofjord, og dermed er det felles enighet om å redusere kilder.

En ny nitrogenrapport fra NIVA viser dårlig derimot tilstand i ytre Oslofjord. Med bakgrunn i denne oppgir Statsforvalteren at kommunen må påregne å få krav om nitrogenrensing i ny utslippstillatelse. Kommunen ble informert om dette i et møte mellom Statsforvalteren og Kongsberg kommune 02.07.21. Det er tatt utgangspunkt i nitrogenfjerningskravet i forurensningsforskriften §14-2d), nitrogenmengden skal reduseres med minst 70% av det som tilføres renseanlegget.

1.4 Planer på renseanleggets tomt

Det har lenge vært snakk om å samlokalisere kommunens tekniske tjenester ved Sellikdalen. Samlokaliseringen innebærer etablering av garasjeanlegg inkludert verksted og noe lager, samt nye kontorlokaler på tomten til renseanlegget. Det er i denne sammenheng nødvendig å avklare renseanleggets arealbehov, både for å tilfredsstillere dagens behov og eventuelle framtidige behov. Reguleringsplan for området foreligger.

2. SAMMENDRAG

Kongsberg kommune har i forbindelse med det utløste kravet til sekundærrensing startet arbeidet med å se på løsninger for det framtidige renseanlegget i Kongsberg. Sekundærrensekravet kan i all hovedsak løses ved å etablere et biologisk rensetrinn for å redusere utslippet av organisk stoff. I tillegg til dette kravet ønsker Kongsberg kommune å se på en løsning for nitrogenfjerning.

Sellikdalen renseanlegg har utslipp til Numedalslågen, som igjen har sitt utløp i Larviksfjorden. En nylig gjennomført resipientundersøkelse av både Numedalslågen og Larviksfjorden viser svært god tilstand med tanke på næringssalter. Det er gjort vurdering av prognosert utslipp fra renseanlegget i 2050, med et særlig fokus på utslipp av nitrogen. Basert på vurderingene i denne rapporten mener Rambøll Miljø at det ikke er nødvendig med nitrogenfjerning ved Sellikdalen renseanlegg med tanke på føringene i vannforskriften og den økologiske tilstanden i Numedalslågen og Larviksfjorden. Det nevnes likevel en aktuell problemstilling med økt tilførsel av nitrogen til Ytre Oslofjord. For øvrig vises det til rapport «Resipientvurdering – vurdering av behov for nitrogenfjerning», Rambøll 2021.

Det anbefales å gå i dialog med Statsforvalteren for å avklare rensekrav for Sellikdalen renseanlegg.

Renseanlegget er i dag utbygd med en slambehandlingsprosess. Kommunen har besluttet at det nye renseanlegget ikke skal tilrettelegges for slambehandling. Slammet skal kun avvannes før videre transport ut fra anlegget.

Følgende dimensjoneringskriterier er anslått basert på foreliggende data på dagens belastning, en vurdering av framtidig tilknytning til anlegget og kommunens ønsker:

Q_{middel}	485 m³/h
Q_{dim}	700 m³/h
Q_{maksdim}	1400 m³/h
Organisk belastning	40 000 PE

Det er valgt å se på en renseprosess basert på biofilm for å tilfredsstille sekundærrensekravet: MBBR (**M**oving **B**ed **B**iofilm **R**eactor). Dette er en kompakt renseløsning for nitrogenrensing.

Eksisterende bygning har ikke tilstrekkelig med arealer til å inkludere nytt rensetrinn for fjerning av organisk stoff og nitrogen. Utvidelsen av renseanlegget kan enten skje på østsiden av eksisterende renseanlegg, i tillegg til en liten utvidelse på vestsiden. Et alternativ kan være å etablere et nytt bygg til det biologiske rensetrinnet på vestsiden av eksisterende renseanlegg. Det vil i begge tilfeller være aktuelt å sette av plass vest på tomte til eventuell utvidelse for framtidige rensekrav. Framtidige rensekrav som foreløpig ikke er innført kan omhandle fjerning av legemiddelrester, organiske miljøgifter og mikroplast.

Alt av maskinelt utstyr, samt alt av elektro-, automasjon- og ventilasjonsinstallasjoner anbefales å skiftes ut ved oppgradering av renseanlegget. Alle flater belegges med epoxy eller tilsvarende for enklere rengjøring og vedlikehold. En vurdering av den bygningstekniske tilstanden må gjøres for å avklare hvor store deler av eksisterende bygningsmasse som kan gjenbrukes og for å avklare hvilke utbedringer som må gjøres på eksisterende bygningsmasse for videre bruk av arealene. Rambøll anbefaler å gjøre en alternativsvurdering på gjenbruk av eksisterende bygning kontra bygging av helt nytt renseanlegg. Det finnes erfaring på at store ombygginger på

eksisterende renseanlegg, for å øke kapasiteten og tilpasse anlegget til dagens standard og krav i henhold til arbeidsmiljø, blir en betydelig dyrere og dårligere løsning enn å starte helt på nytt.

Tidligere har det vært utredet alternativ for å etablere en ny driftssentral og kontorlokaler på tomte til renseanlegget. Det kan se ut til at det vil bli utfordrende å få plass til både utvidet renseanlegg i tillegg til ny driftssentral på tomte. Det er også viktig å hensynta utfordringer rundt lukt og støy fra renseanlegget ved vurderingen knyttet til etablering av kontorlokaler på samme tomt som renseanlegget.

I henhold til reguleringsbestemmelsene for tomte, er det ikke tillatt å føre opp bygninger eller konstruksjoner uten at det er dokumentert at disse, eventuelt etter gjennomførte sikringstiltak, ikke vil være utsatt for betydelige vannskader eller setningskader fra en 200-års flom. Det har vært noe usikkerhet rundt kotehøyden for 200-årsflommen og kommunen har satt nye flomvurderinger i bestilling.

Entreprisekostnad for ombyggingen og utvidelse av renseanlegget estimeres til 148 millioner kroner, med budsjettkostnad på 204 millioner kroner.

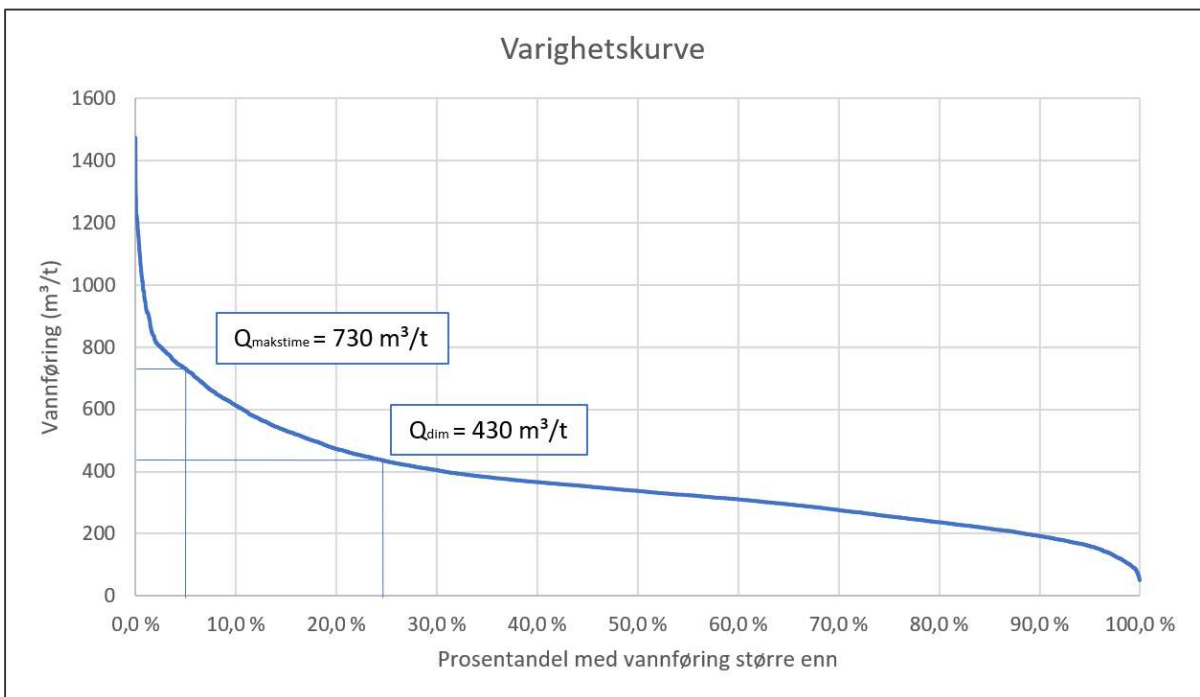
3. DIMENSJONERENDE MENGDER

3.1 Vannmengder

3.1.1 Eksisterende hydraulisk belastning

Dagens vannføring gjennom eksisterende renseanlegg blir målt via en vannmengdemåler som er plassert på utløpet etter sedimenteringsbassengene. Data fra vannmåleren er benyttet for å finne varighetskurven for eksisterende anlegg, Figur 2. Varighetskurven er bygd opp av tilrenningen til anlegget per time for perioden mars 2020 – mars 2021.

Overløpsmengder måles ikke i mengdemåleren ved anlegget og disse mengdene er dermed ikke med i tallgrunnlaget for varighetskurven. Dagens overløpsdrift ved anlegget utgjør mindre enn 1% av årets timer i alle de siste 5 årene (hentet fra årsrapporter 2020). Både overløp ved renseanlegget og overløpsdrift på avløpsnettets bør vurderes for den framtidige belastningen. Det vises her til videre diskusjon i kapittel 3.1.2.



Figur 2: Varighetskurve for Sellikdalen renseanlegg basert på målte verdier i eksisterende renseanlegg.

Varighetskurven gir dimensjonerende eksisterende vannmengder:

$$Q_{\text{dim}} = 430 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{maksdim}} = 730 \text{ m}^3/\text{h}$$

Begrensninger i varighetskurven:

- Data foreligger kun for ett år. Det er ikke klart om dette året er representativt for belastningen til renseanlegget.
- Overløp ikke medtatt.

Vannføringsdata fra mengdemåleren er sammenlignet med historiske værdata for den samme perioden. Ved nedbørshendelser øker vannmengdene i renseanlegget og det er klare indikasjoner på at ledningsnettets er utsatt for fremmedvann. Gjennomsnittlig tørrværsavrenning er funnet å

være omkring $Q_{\text{tørrvær}} = 325 \text{ m}^3/\text{h}$ (300 - 350 m^3/h). Dette samsvarer godt med verdiene i varighetskurven. På sommer/høst kan det se ut som denne verdien er enda lavere, ca. 200 - 250 m^3/h .

Total vannmengde behandlet de siste fem årene kan hentes ut fra årsrapportene for renseanlegget (Rambøll). Basert på dette kan midlere vannmengde beregnes og denne er funnet å være mellom 330 - 440 m^3/h . I 2020, året som kan sammenlignes mot verdiene i varighetskurven, hadde midlere vannmengde 410 m^3/h og ligger altså et sted mellom tørrværsavrenning og Q_{dim} .

Gjennomsnittlig behandlet vannmengde siste fem år:

$Q_{\text{middel}} = 390 \text{ m}^3/\text{h}$.

Med bakgrunn i de begrensninger som ligger i varighetskurven må dimensjoneringsverdiene for dagens situasjon behandles med varsomhet.

3.1.2 Framtidig hydraulisk belastning

Framtidige vannmengder bestemmes av:

- Økt belastning fra boligutbygging/befolkningsøkning, næringsutbygging eller tilsvarende
- Reduksjon i overløpsdrift og lekkasje fra ledningsnett gir økte vannmengder ved renseanlegget
- Separering av ledningsnett gir reduserte vannmengder ved renseanlegget

Økt belastning fra økte innbyggertall og industri bør sees opp mot kommunens ambisjoner for befolknings- og næringsutvikling, samt SSBs befolkningsframskrivninger. Kommunen ønsker å øke dagens kapasitet på renseanlegget til å framtidig kunne håndtere 40 000 PE.

Norsk vanns dimensjoneringsveileder for avløpsrenseanlegg (NVR256) oppgir spesifikk spillvannsmengde for husholdninger lik 150 l/pe·d. Direkte beregning av spillvannsmengden ved 40 000 PE gir 250 m^3/h . I tillegg kommer fremmedvann fra innlekking, overvann i fellessystem og eventuelt industrielt avløpsvann.

Det pågår et betydelig arbeid med separering av ledningsnett og sanering av regnvannsoverløp, samt oppgradering av ledningsnett for å redusere innlekking.

Antagelser basert på opplysninger fra kommunen:

- Utvidelsen til 40 000 PE er kun boligutvidelse.
- Ingen tillegg i hydraulisk belastning fra industri eller annen virksomhet i kommunen.
- Reduserte vannmengder fra separering av avløpsnett antas å tilsvare de økte vannmengdene fra reduksjon av overløpsdrift/lekkasje fra avløpsnett.

PE-telling fra 2018 viser at dagens belastning trolig er i området 25 000 PE. Dette gir spillvannsmengde på ca. 155 m^3/h . Differansen mellom dagens spillvannsmengde og framtidig spillvannsmengde gir et anslag på den økte hydrauliske belastningen.

Framtidig økning i hydraulisk belastning (tillegg til Q_{middel}):

250 - 155 = 95 m^3/h .

Teoretisk beregnet hydraulisk kapasitet ved dimensjonering av renseanlegget til 40 000 PE. NVR256 oppgir at innlekkingsvannmengde ikke bør settes lavere enn 0,2 l/s pr. km ledning, noe som tilsvarer ca. 100 l/p/d. Veilederen sier også at innlekkingsvannmengden ofte viser seg å

være opp mot 200-400 l/p/d. Med bakgrunn i arbeidene som pågår for separering av ledningsnett antas det her en framtidig innlekkingsvannmengde på 200 l/p/d. Dette gir da følgende beregning for framtidig hydrauliske belastning:

$$Q_{dim} = k_{maks} \times Q_s + Q_i = 1,42 \times 40\,000 \times \frac{150}{24} + 40\,000 \times \frac{200}{24} = ca. 700 \text{ m}^3/\text{h}.$$

I henhold til NVR256 bør $Q_{maksdim}$ settes til minimum 2 ganger Q_{dim} .

Med bakgrunn i det ovenstående kan følgende hydrauliske belastning anslås som dimensjonerende mengder for framtidig renseanlegg:

Q_{middel}	485 m³/h
Q_{dim}	700 m³/h
$Q_{maksdim}$	1400 m³/h

Det bør vurderes om grunnlaget for beregningene er korrekte og om det er forhold som tilsier at verdiene burde korrigeres. Det er et stort avvik mellom varighetskurven og de teoretiske beregninger. Som beskrevet over er det usikkerhet i varighetskurven siden denne kun er oppgitt for ett år. Det vil være nyttig å kunne sammenligne varighetskurver for flere år. Grad av innlekking og påvirkningen fra industri bør også vurderes.

3.2 Forurensningsbelastning

3.2.1 Eksisterende og framtidig organisk belastning

I henhold til kommuneplanen, vedtatt i 2014, er befolkningstallet i Kongsberg kommune planlagt å øke opp mot 40 000 innbyggere innen år 2035-2040. Kommuneplanen konkluderer med at kommunen må bygge ut Sellikdalen Renseanlegg til 40 000 PE.

Rambøll gjorde i 2018 en beregning av antall PE tilknyttet Sellikdalen renseanlegg, og fant at dagens belastning ved anlegget på det tidspunktet var på ca. 25 000 PE.

De siste 5 årene (2016-2020) har tilført organisk belastning i maksuken tilsvert mellom 29 000 PE og 33 000 PE. Beregningene er gjort etter norsk standard for bestemmelse av personekvivalenter (NS9426) med en faktor på 2,0. Tilført organisk belastning er beregnet ut fra resultatene fra prøvetaking av innløpsvannet til renseanlegget. Her ligger det en begrensning i at den mest konsentrerte delen av påslipp fra septik og eksternslam tilføres renseanlegget i etterkant av prøvetakingspunktet.

Befolkningsframskriving fra SSB viser følgende statistikk for Kongsberg kommune:

2020:	27 694 innbyggere
2030	29 368 innbyggere
2050	31 727 innbyggere

Hovedandelen av befolkningen i Kongsberg kommune er tilknyttet Sellikdalen renseanlegg.

3.2.2 Septik og eksternslam

Sellikdalen renseanlegg mottar omkring 3500 m³ septik og eksternslam i året. Ca. 500-1200 m³ mottas fra omkringliggende renseanlegg. I tillegg kommer septik fra slamavskillere og tette tanker.

Det er gjort enkle overslagsberegninger som viser at mengdene som kommer fra septik/eksternslam gir et bidrag til vannbehandlingen på omkring 1000 PE. Det er her anslått maksimum mottaksmengde på ca. 30 m³/d som føres direkte til slamfortykkeren. Denne mengden utgjør omkring 70% av den totale PE-belastningen fra septik.

3.2.3 Dimensjonerende organisk belastning

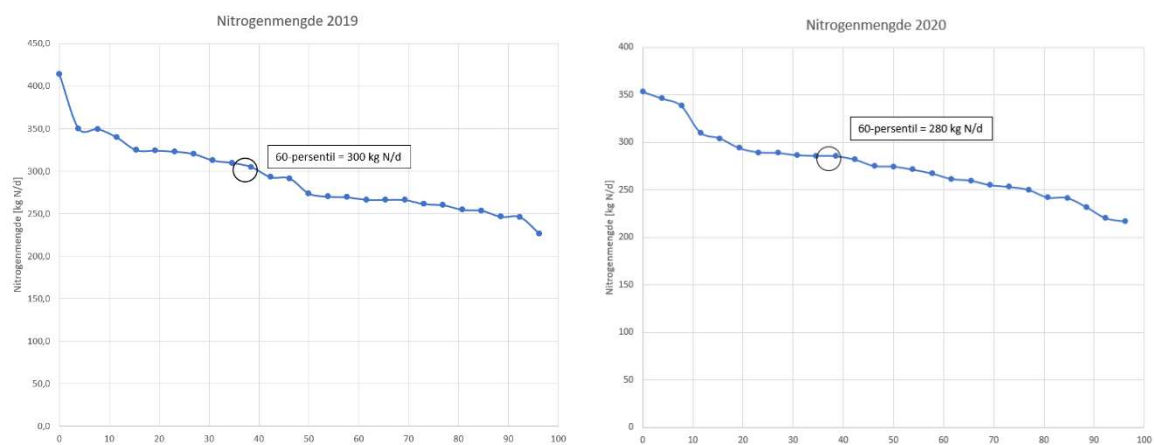
Med bakgrunn i kommunens ønsker er det i det følgende lagt til grunn at utbygd renseanlegg dimensjoneres for 40 000 PE fram mot 2050. I tillegg er det medtatt en belastning fra eksternslam på 700 PE.

3.2.4 Eksisterende og framtidig nitrogenbelastning

I henhold til forurensningsforskriften ligger renseanlegget innunder klassifiseringen «nedbørfelt til følsomme områder». Det ligger ikke et direkte krav til nitrogenfjerning for området i dag, men etter møte med Statsforvalteren (02.07.21.) oppgis det at det må påregnes et nitrogenrensekrav i ny utslippstillatelse

I henhold til forurensningsforskriften er kravet til nitrogenrensing knyttet til middelveien over året. NVR256 oppgir at dimensjonerende nitrogenbelastning kan bestemmes ved 60 persentilen. Resultater fra prøvetaking kan settes opp i varighetsdiagrammer for å få en indikasjon på hvilken verdi som ligger på 60 persentilen.

Varighetsdiagrammene nedenfor viser eksisterende nitrogenbelastning. Verdiene er hentet fra prøveresultater (26 prøver pr år i 2019 og 2020).



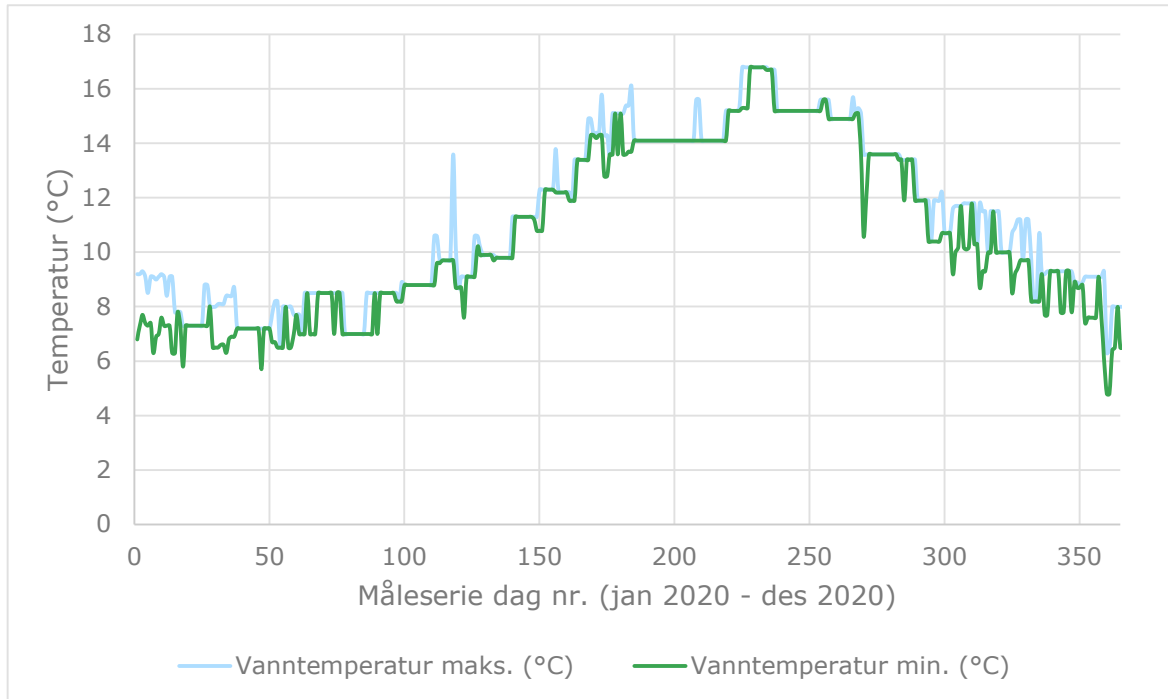
Figur 3: Varighetsdiagrammer for nitrogenbelastning i 2019 og 2020.

Befolkningsframskriving (SSB) fra 2020 til 2050 angir en befolkningsvekst på 15%. Denne veksten benyttes som anslag for å finne dimensjonerende nitrogenbelastning for framtidig situasjon ved Sellikdalen RA.

Dimensjonerende nitrogenbelastning = 300 kg N/d * 1,15 = **345 kg N/d**

3.2.5 Temperaturer

Det finnes daglige målinger av temperaturen på utløpsvannet fra renseanlegget. En måleserie fra jan 2020 – des 2020 benyttes som grunnlag for dimensjonering av de biologiske renseprosessene.



Figur 4: Temperaturer målt på utløpsvannet fra renseanlegget.

Måleserien (Figur 4) viser tydelig sesongvariasjon i temperaturen på avløpsvannet. I sommerhalvåret kan temperaturene komme opp i omkring 15°C, mens det i vinterhalvåret registreres temperaturer ned i 6°C. Det er også registrert lavere temperaturer, ned til 4-5°C i januar/februar 2021, som ikke er med i figuren ovenfor. De laveste temperaturene antas å oppstå svært sjeldent og med bakgrunn i dette velges 7°C som dimensjonerende vintertemperatur. Se videre diskusjon vedrørende drift av det biologiske rensetrinnet med tanke på effekten av temperatur i kap.4.4.2.2.

4. RENSEPROSESS

4.1 Eksisterende renseprosess

Eksisterende renseanlegg er et tradisjonelt kjemisk fellingsanlegg og består av følgende enhetsprosesser for vannbehandling:

- Innløpsrister
- Sand- og fettfang
- Sedimentering inkludert kjemikalietilsetting og flokkulering

Det har tidligere vært videregående slambehandling ved renseanlegget, men i dag driftes dette kun med avvanning av slam som transporteres ut av kommunen.

Eksisterende renseanlegg



Figur 5: Enkelt flytskjema over eksisterende renseprosess ved Sellikdalen RA.

4.2 Vurderinger ved valg av prosessløsning

Ved valg av framtidig renseprosess er det nødvendig å vurdere flere punkter:

- Utslippskrav gitt i utslippstillatelse
- Avløpsvannets karakteristikk
- Lokale begrensninger, f.eks. tilgjengelig areal, resipientens tåleevne etc.

Andre hensyn som vil være aktuelle å vurdere:

- Ønske om kjent metode (forventet stabil og sikker i drift) eller villighet til å vurdere innovative prosessløsninger
- Ønske om å minimere kostnader (drifts- og/eller investeringskostnad)
- Ønske om å minimere energiforbruket og fotavtrykket av klimagasser
- Bærekraft og fokus på sirkulærøkonomi – f.eks. videre bruk av slam
- Bransjens og renseanleggets omdømme
- Hensyn til mulig framtidige krav med tanke på nitrogen, mikroplast eller legemidler etc.
- Arbeidsmiljø og HMS for de ansatte ved renseanlegget

4.3 Aktuelle prosessløsninger

Når det stilles krav om sekundærrensing i tillegg til fosforfjerning er det biologisk/kjemiske rensemetoder som dominerer i Norge. Omdanning av organisk stoff skjer i det biologiske rensetrinnet, mens fosfor fjernes ved tilsetning av fellingskjemikalier. Ved rensing av nitrogen foregår også dette i det biologiske rensetrinnet.

4.3.1 Biologisk rensing

Biologisk rensing er i hovedsak omdanning av organisk stoff eller nitrogenforbindelser ved hjelp av mikroorganismer som oppholder seg i en biomasse i biobassengene.

Mikroorganismene/bakteriekulturen omdanner det organiske stoffet til karbondioksid og vann under tilsats av oksygen. Tilsvarende for nitrogen vil mikroorganismene bryte ned nitrogenforbindelser til nitrogengass som drives av fra det biologiske rensetrinnet.

4.3.2 Slamseparasjon

Slamseparasjon i etterkant av et biologisk rensetrinn kan løses på forskjellige måter. Noen slamseparasjonsprosesser er mer arealgjerrige enn andre og det kan være noe ulikt behov for oppfølging av de ulike prosessene. De ulike slamseparasjonsmetodene er nærmere beskrevet under de aktuelle renseløsningene.

4.3.3 Videregående slambehandling

Kongsberg kommune ønsker ikke å videreføre videregående slambehandling ved Sellikdalen renseanlegg, men transportere avvannet slam til slammottak. Kommunen ønsker dette på grunn av opplevde luktproblemer ved eksisterende slambehandlingsanlegg. Kongsberg kommune mener det vil gi bedre ressursutnyttelse av slammet grunnet stordriftsfordeler som følger av et stort slambehandlingssenter lokalisert et annet sted enn Sellikdalen.

4.3.4 Valg av prosessløsning

Gjennom prosjektet har det blitt diskutert flere mulige utforminger basert på de to renseprinsippene og ulike prinsipper for slamseparasjon. I det videre er det sett på tre ulike renseløsninger som kan være egnet for Sellikdalen RA:

- MBBR + flotasjon
- Aktivslam med membran bioreaktor (MBR)
- Hias-prosessen

4.3.4.1 MBBR + flotasjon

I MBBR-prosessen vokser biofilmen på små plastelementer (bæremedium) som beveger seg med vannstrømmen i en reaktor. På biofilmen vokser bakterier som omdanner organisk stoff og nitrogenforbindelser. MBBR-prosessen er en effektiv, kompakt og lettstelt løsning. Ved inndeling av prosessen i flere kamre kan man oppnå rensing av både organisk stoff og nitrogen. Se videre beskrivelse av prosessen i kap. 4.4.2.

Etter det biologiske rensetrinnet tas slammet ut ved slamseparasjon. De mest brukte slamseparasjonsmetodene i Norge er sedimentering og flotasjon. Tradisjonell sedimentering er godt kjent for Sellikdalen RA, men på grunn av prosessens arealbehov anses den som lite aktuell for en utvidelse av renseanlegget. Flotasjon er en mer arealgjerrig renseprosess, men kan sies å være noe mer sårbar ved driftsstans (se videre omtale av flotasjonsprosessen i kap. 5.4.2). Begge metodene er enkle prosesser å drifte og anses å være gode valg for slamseparasjon etter biologiske rensetrinn. Det er likevel her valgt å se videre på flotasjon på grunn av at dette er en mer arealgjerrig prosess.

Andre typer kompakte sedimenteringsprosesser kan også være aktuelle, slik som *actiflo* eller *densadeg*. Disse prosessene er arealgjerrige, men kan kreve noe mer oppfølging å drifte og er mer sårbare for driftsstans.

4.3.4.2 MBR

MBR er kjent teknologi, men har ikke tradisjonelt blitt brukt i Norge.

Denne prosessen er bygd på aktivslam-prinsippet, altså at biomasse for vekst av mikroorganismer flyter fritt i vannet. I konvensjonelle aktivslamanlegg brukes sedimentering som slamseparasjon. I MBR benyttes membraner som slamseparasjon ved å holde tilbake slampartikler. Membranene kan være plassert i selve biobassenget eller i egne volum nedstrøms biobassenget.

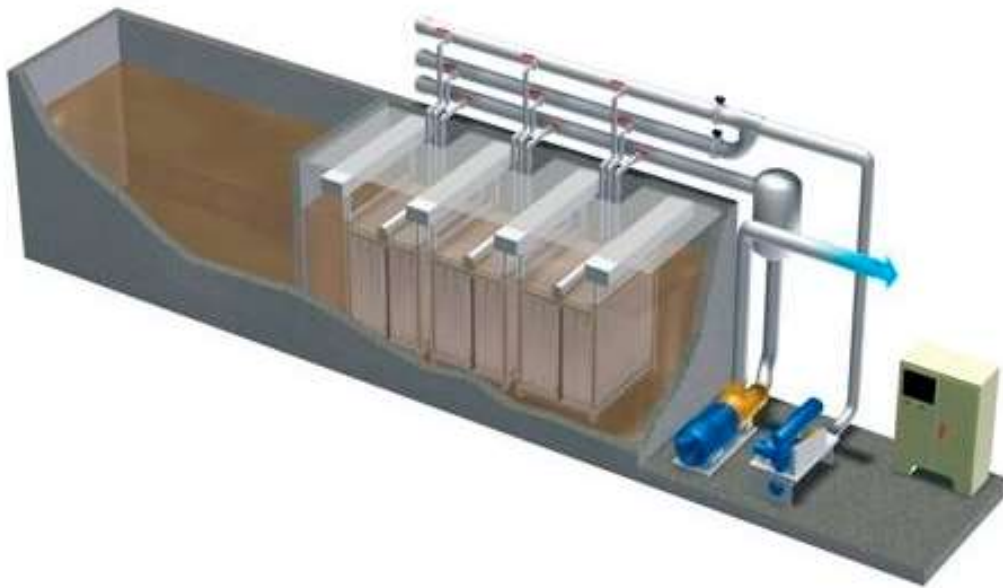
Membranene har en porestørrelse rundt ultrafiltrering, ofte ca. 0,04 μm . Dette gjør at membranene separerer alt suspendert stoff og blir en absolutt SS-barriere. Metoden er dermed også svært hensiktsmessig dersom det er behov eller ønske om å fjerne mikroplast eller eventuelle andre miljøkrav som kan komme.



Figur 6: Membraner benyttet i MBR-reaktorer.

Denne prosessen er lite brukt i Norge, men benyttes mye i USA og kommer stadig mer i Europa og i områder hvor det kreves svært høye renses effekter. De to største rensesanleggene i Stockholm har installert (Henriksdal) eller ser på mulighet for å integrere denne prosessen i sine anlegg (Himmelfjärdsbjerget).

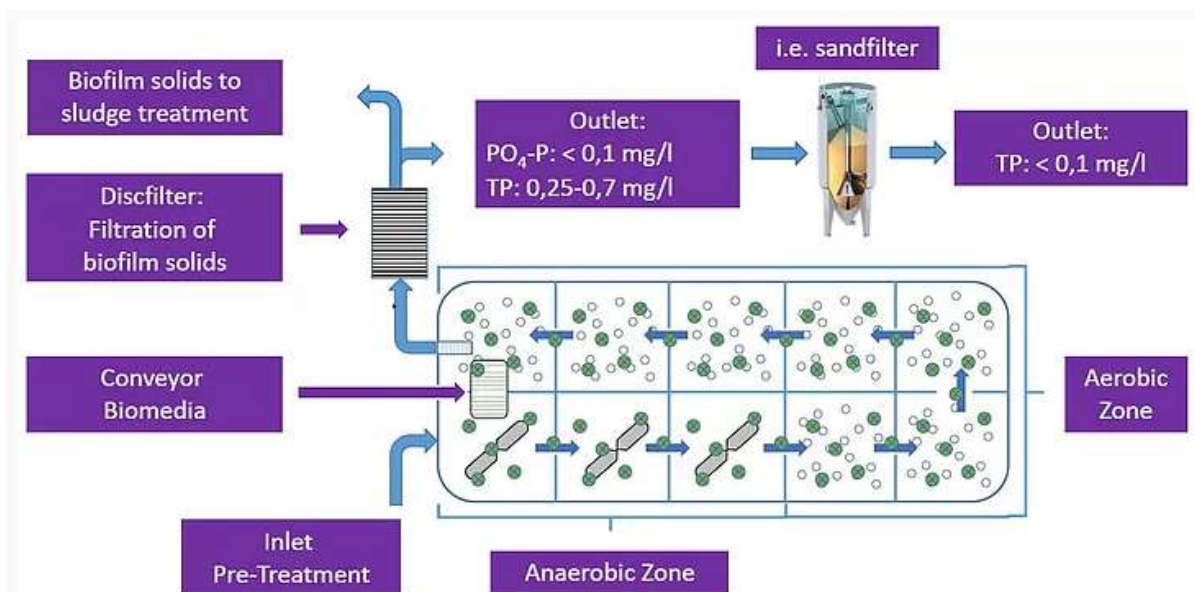
Teknologien gir en kompakt løsning for biologisk rensing, men krever mye vedlikehold sammenlignet med MBBR-prosessen. Hovedgrunnen er at det oppstår kakedannelse («fouling») på membranene, slik at disse må holdes rene ved hjelp av luft i tillegg til at de må tilbakespyles med jevne mellomrom. Prosessen er derfor også svært energikrevende. Med jevne mellomrom, f.eks. en gang pr år, må membranene gjennomgå en mer omfattende vask.



Figur 7: Eksempel på plassering av membraner i aktivslamanlegg.

4.3.4.3 Hias-prosessen

Hias-prosessen er basert på MBBR-teknologi og er en biologisk fosforfjerningsprosess. Dette innebærer at det er mulig å fjerne fosfor fra avløpsvannet uten tilsetning av kjemikalier. I tilfeller med svært strenge fosforkrav kan det være aktuelt med et etterpoleringstrinn hvor en mindre mengde kjemikalier kan tilsettes. Under gitte forhold er det mulig å også fjerne en viss mengde nitrogen i det samme rensetrinnet. Rensprosessen kan derfor anses å være et mer kompakt, kostnadseffektivt og bærekraftig behandlingsalternativ i forhold til dagens renseprosesser for fosfor og nitrogen.



Figur 8: Prinsippskisse av de ulike kamrene i Hias-prosessen. Skisse sett ovenfra. (Kilde: Hias.as, 29.06.2021, <https://www.hias.as/>)

I figuren over er renseprosessen skissert. Det biologiske trinnet er delt inn i aerobe (luftede) og anaerobe (ikke luftede) kamre. Bakterier vokser på biofilmen på bæremediet som forflytter seg sammen med vannstrømmen gjennom reaktoren. Når bæremediet kommer inn i det siste kammeret og dermed slutten på reaktoren vil det forflyttes tilbake til første kammer ved hjelp av et transportbelte. Når bakteriene som vokser på biofilmen blir utsatt for slike vekslende aerobe og anaerobe forhold vil de klare å ta opp mer fosfor enn de bruker til vekst og kan dermed fjerne fosfor fra avløpsvannet.

Siden det er en ren biologisk renseprosess vil fosfor i slammet være mer plantetilgjengelig enn i kjemisk bundet slam. Avhengig av slambehandlingen ved renseanlegget kan dette gi et veldig godt slamprodukt og god gjenbruk ressurser.

Foreløpig er renseprosessen fullt utbygd ved kun ett renseanlegg i Norge og det må forventes god oppfølging fra kommunens driftspersonell i oppstartsfasen ved etablering av et slikt anlegg.

Dersom det er ønskelig å se videre på denne renseløsningen kan det være aktuelt med en videre utredning og eventuelt et pilotforsøk for å undersøke det spesifikke avløpsvannet i Kongsberg.



Figur 9: Transportbelte som sørger for flytting av bæremedium mellom siste og første sone i prosessen. (Kilde: Hias.no, 29.06.21, <https://www.hias.no/hias-how2o/om-hias-how2o/>)

4.4 Valgt prosessløsning

I samråd med kommunen er det besluttet å se videre på biologisk rensing og fjerning av nitrogen i MBBR, etterfelling for fjerning av fosfor og slamseparasjon ved flotasjon.

4.4.1 Forbehandling

Forbehandlingen har til hensikt å fjerne søppel/større partikler, sand og fett for å forhindre slitasje og driftsproblemer i de etterfølgende renseprosessene.

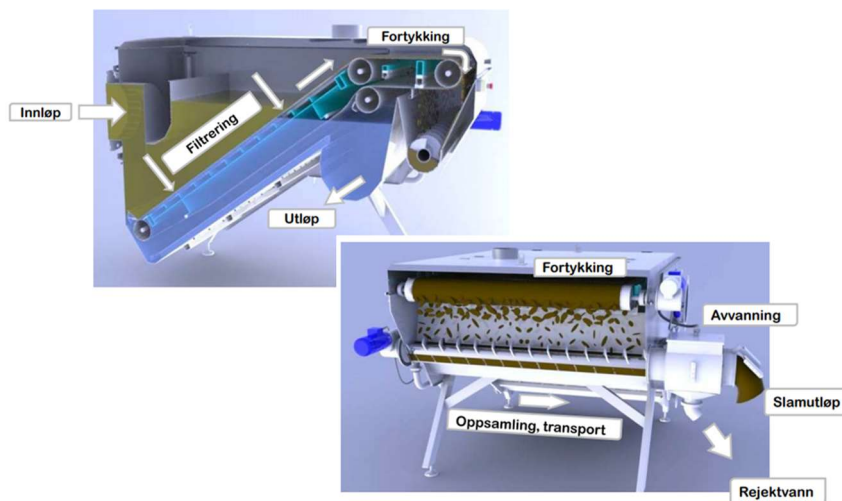
Innløpsrist har som oppgave å fjerne søppel og større partikler fra avløpsvannet. Ulike typer rister kan benyttes, slik som trapperister, trommelrister eller hullrister.

Sand- og fettfang har som oppgave å fjerne sand og fett som passerer innløpsristene. Luftingen i luftede sandfang skaper en spiralbevegelse som gjør at sand og tyngre materiale slynges ut mot bassengveggene og fanges opp av slamlomma i bunnen av bassenget. En skillevegg i øvre del av bassenget skaper en stille sone der fett flyter opp og kan skrapes av. Sanden avvannes i en sandavvanner eller sandskrue. Fett pumpes gjerne til slamlager/slamcontainer eller egen fettkum.



Figur 10: Trommelsil fra Huber.

Hovedhensikten med sand- og fettfanget er å hindre slitasje og driftsproblemer i etterfølgende rensetrinn.



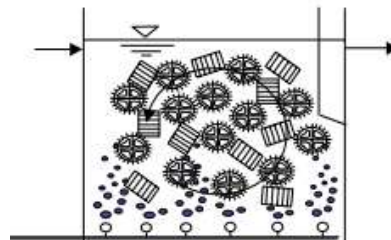
Figur 11: Båndsiler fra Salsnes Filter.

Finsiling benyttes for å redusere andelen partikulært stoff i avløpsvannet og dermed redusere størrelsen på etterfølgende bassenger for biologisk/kjemisk rensing. viser eksempel på utforming av båndsiler. Andre siltyper kan også benyttes, slik som roterende trommelsiler eller roterende skivesiler.

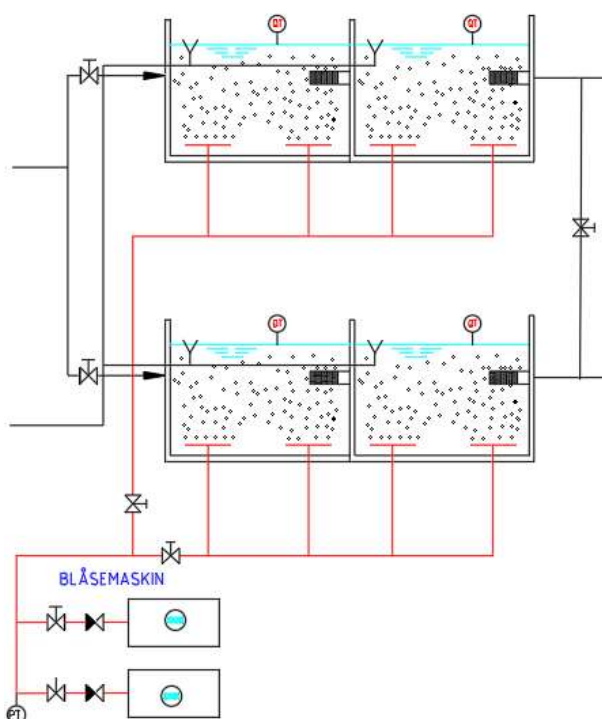
4.4.2 Biologisk rensing - MBBR

4.4.2.1 Generelt om biofilmprosessen

I MBBR-prosessen vokser biofilmen på små plastelementer som beveger seg med vannstrømmen i en reaktor på grunn av den turbulensen som oppstår ved luftingen av vannet. I en biofilm er mikroorganismer i avløpsvann mer beskyttet mot variasjoner og giftige endringer enn i andre typer biologiske prosesser. Rensing av avløpsvann med biofilmløsninger vil dermed være mer robust sammenlignet med andre konvensjonelle teknologier som for eksempel aktivslam. Biofilmbærerne, som kalles biomedie, er utformet for å gi størst mulig beskyttet vekstoverflate for biofilmen.



Figur 12: Bæremedium flyter fritt i reaktoren.



Figur 13: Skissert løsning for to parallelle bioreaktorer, hver av dem med to kamre i serie.

Reaktorene fylles med et ønsket volum med biofilmbærere, maksimalt 67 % for å sikre fri bevegelse. Det er vanlig å velge en fyllingsgrad på ca. 50-55 % da anlegget enkelt kan oppgraderes ved å fylle på mer biomedie. Elementene blir holdt i bevegelse av luft fra diffusorer i bunn på reaktorene.

Den tynne biofilmen opprettholdes av medienes bevegelse og kollisjon med hverandre. MBBR-prosessen er en effektiv, kompakt og lettstelt løsning. På grunn av bedre oksygenoverføring, vil luftbehovet i prosessen (pr kg BOF fjernet) bli mindre enn det som vil være nødvendig ved en aktivslamprosess.

Som luftkilde benyttes blåsemaskiner. Maskinene turtallsreguleres med frekvensomformer og styres av oksygeninnholdet i vannet. Blåsemaskinene plasseres i eget rom eller i støyisolerte kasser.

Det kan monteres enten finlufte eller grovlufte. Lufte monteres på fordelingsledninger formet som et nett i bunnen på hvert basseng. Uansett valg av luftesystem, er det viktig at systemet har høy effektivitet og god driftsstabilitet, krever lite vedlikehold og gir en jevn fordeling av luften i hvert basseng. Energieffektiviteten avhenger også av dybden på biobassengene, siden mer av det tilførte oksygenet kan bli utnyttet i de dypere bassengene. En dybde på mer enn 4,5 - 5 meter er å foretrekke og det finnes eksempler på bassengdybder ned til 8-9 meter.

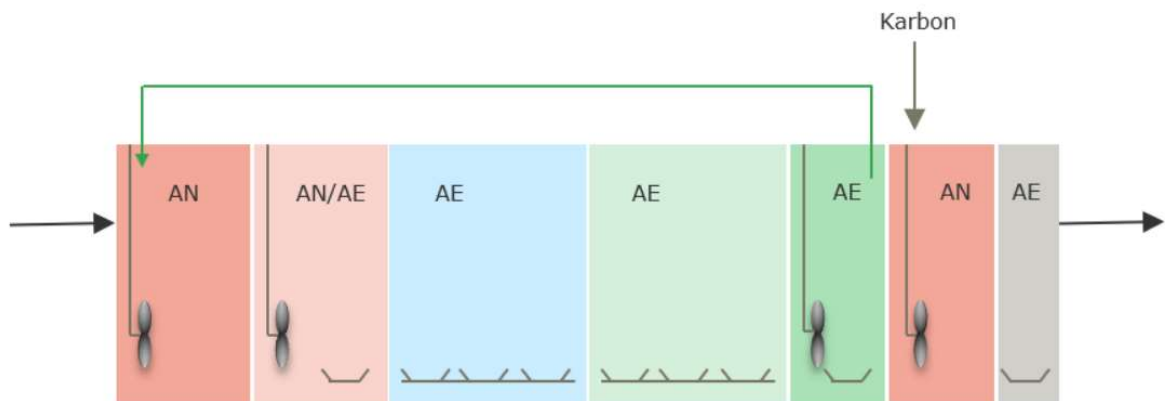
4.4.2.2 Nitrogenfjerning i biofilmprosessen

Nedbryting av nitrogen skjer i to steg. Det første steget innebærer å omdanne ammonium til nitrat/nitritt ved tilsats av oksygen. Denne prosessen kalles nitrifikasjon. Deretter kan nitrat/nitritt brytes ned til nitrogengass under anaerobe forhold (uten luft). Denne prosessen kalles

denitrifikasjon. Denitrifikasjon er avhengig av tilførsel av karbonkilde. Dette finnes naturlig i avløpsvannet og kan utnyttes ved å resirkulere en gitt vannmengde fra nitrifikasjonskammeret tilbake til innløpet til bioreaktoren. Dette kalles for-denitrifikasjon. Etter-denitrifikasjon er når denitrifikasjonssteget kommer etter nitrifikasjonssteget. Her er det lite eller ingen karbonkilde igjen som bakteriene klarer å utnytte og det er her nødvendig å tilsette en viss mengde ekstern karbonkilde. Som karbonkilde kan alle lett biologisk nedbrytbare organiske stoffer benyttes, men mest benyttet er alkoholer som metanol, etanol og glykol. Avfallsstoffer kan også benyttes, for eksempel avsningsvæske fra flyplasser som i hovedsak består av glykol.

Før omdanningen av ammonium kan starte må innholdet av organisk stoff reduseres en gitt mengde. Deretter kan nitrifisering begynne.

Figur 14 viser hvordan det biologiske trinnet kan bygges opp med inndeling i ulike kamre for nitrogenrensing. Det lyseblå feltet angir kammeret som er nødvendig for å bryte ned organisk stoff ved tilsats av oksygen. Det lysegrønne feltet angir volumet som trengs til nitrifikasjon. De mørkerøde feltene indikerer kamrene for henholdsvis for- og etter-denitrifikasjon. Det lyserøde kammeret kan være luftet på vinteren når temperaturen er lav og omdanningshastighetene går ned. Om sommeren når omdanningshastigheten går opp kan det lyserøde kammeret benyttes til denitrifikasjon og dermed utnytte avløpsvannets innhold av karbon bedre. Den grønne pilen indikerer resirkulasjon av ammonium tilbake til det første kammeret hvor denitrifikasjonen skjer.



Figur 14: Oppbygging av biologisk rensetrinn for fjerning av nitrogen og organisk stoff.

4.4.3 Kjemisk felling

Fjerning av fosfor fra avløpsvannet skjer ved kjemisk felling.

Jern eller aluminium tilsettes avløpsvannet som føres til et flokkuleringskammer hvor det dannes fnokker. Fnokkene dannes av mindre partikler som kolliderer med hverandre. For bedre fnokkdannelse tilsettes ofte en polymer.

4.4.4 Slamseparasjon ved flotasjon

Etter flokkulering må slampartiklene skilles fra avløpsvannet. Flere forskjellige slamseparasjonsmetoder kan være aktuelle. Det er valgt å kun se nærmere på flotasjon siden dette er en arealgjerrig slamseparasjonsmetode som er godt egnet til separasjon av biologisk slam.

I et flotasjonsbasseng fjernes slam ved at slampartikler hefter seg på små luftbobler som stiger opp til overflaten. I vannoverflaten dannes et slamteppe som dermed kan skrapes av. Luftboblene må «produseres». Dette gjøres ved å tilføre luft i vann under høyt trykk. Når dette vannet tilføres flotasjonsbassenget reduseres trykket og luften frigjøres i form av ørsmå luftbobler som stiger til overflaten. Vann/luft-blandingen kalles dispergeringsvannet.

4.4.5 Intern slambehandling

Slamproduksjonen er avhengig av vannkvalitet, type renseprosess og dosert mengde fellingskjemikalier. Ved dosering av ekstern karbonkilde og fellingskjemikalier vil slamproduksjon øke mer enn mengden suspendert stoff som tas ut av vannet, dette fordi tilsatsen i seg selv felles ut sammen med det suspenderte stoffet.

Fortykker

Slam som tas ut fra prosessen pumpes over til fortykker. Her oppkonsentreres slammet som tas ut av prosessen. Dekantvann fra slamfortykkeren føres tilbake til sandfanget.

Slamlager

Oppkonsentrert slam føres videre til et slamlager. Slammet holdes i suspensjon ved strømsettere (mekaniske omrørere).

Slamavvanning

Ytterligere oppkonsentrering av slammet gjøres ved avvanning. Slammet avvannes til en tørrstoffprosent omkring 20-25%. Både slampresse og sentrifuge kan benyttes som avvanningsenhet. Slampressen skiller ut vann ved at en konisk skrue presser slammet mot en stor filteroverflate. Sentrifugen skiller ut slampartikler fra vannet under innvirkning av sentrifugalkraften. Det er fordeler og ulemper med begge disse avvanningsprinsippene. Slampressen har et lavt strømforbruk, men forholdsvis høyt forbruk av polymer, mens sentrifuge benytter mer strøm og en lavere mengde polymer. Det anbefales å installere 2 stk. avvanningsenheter for bedre sikkerhet dersom den ene skulle være ute av drift (redundans).

Slamcontainer

Lukkede slamcontainere anbefales, med luftavtrekk og integrert massefordelingssystem.

4.4.6 Mottak av eksternt slam

Anlegget skal fortsatt ta imot eksterntslam. Septikmottaket bør som et minimum inneholde steinfang og trapperist. Ristgodset føres til ristgoodscontainer.

Det anbefales å skille mellom septik fra septiktanker/slamavskillere, eksterntslam fra andre renseanlegg og avløp fra tette tanker/«våt septik».

- Oppkonsentrert slam fra septiktanker/slamavskillere føres via septikmottak til fortykker
- Eksterntslam fra andre renseanlegg føres direkte til fortykker
- Avløp fra tette tanker/«våt septik» føres via septikmottak til sandfang for vannbehandling

All septik som ikke føres direkte til fortykker må føres via septikmottaket for uttak av ristgods før det føres til en mottakstank. Fra mottakstanken bør det være mulighet for å pumpe enten til sandfang eller til fortykker.

5. DIMENSJONERING

5.1 Dimensjonering av aktuelle prosesser

I det etterfølgende er det foretatt dimensjonering av renseanlegget med MBBR-teknologi og kjemisk felling før slamseparasjon ved flotasjon. Ingen videregående slambehandling er dimensjonert for renseanlegget, kun avvanning av slammet.

5.2 Forbehandling

5.2.1 Innløpsrist

Det anbefales at alt vann som tilføres anlegget som et minimum behandles via innløpsristene. Det anbefales derfor at hver av innløpsristene er dimensjonert for $Q_{maksdim}$ slik at alt vann som kommer til anlegget kan passere innløpsristene. Hver rist skal altså tåle minimum $700 \text{ m}^3/\text{t}$. Lysåpningen på risten bør være 2 - 3 mm for å redusere problemer i de etterfølgende rensetrinn. Ved bruk av hullrist kan hullåpning være inntil 6 mm.

Ristgodset transporteres til oppsamlingscontainer for ristgods. Det benyttes en beregningsparameter på $0,05 \text{ l}$ ristgods per m^3 (NVR256). Dette gir en produksjon av ristgods på i underkant av ca. 6 m^3 ristgods per uke ved Q_{dim} .

Eksisterende innløpsrist

Det anbefales at alt av maskinelle komponenter skiftes ut ved ombygging av renseanlegget, inkludert innløpsristene.



Figur 15: Eksisterende innløpsrister.

5.2.2 Sand- og fettfang

Sand som tas ut fra sandfanget pumpes til en separat sandavvanner før sanden går til felles container for sand og ristgods. Materiale i pumpe/skrue bør være forberedt for å tåle slitasjen fra sand. Ved beregning av $0,05 \text{ l}$ sand per m^3 (NVR256) vil anlegget produseres i underkant av ca. 6 m^3 sand per uke ved Q_{dim} .

Luftet sand- og fettfang dimensjoneres etter dimensjoneringsretningslinjene i NVR256 som har følgende kriterier:

- Oppholdstid ved $Q_{dim} \geq 10 \text{ min}$.
- Oppholdstid ved $Q_{maksdim} \geq 3 \text{ min}$.
- Helning på skråbunn i sandlommer $\geq 50^\circ$.
- Overflatebelastning på fettfangsone ved $Q_{maksdim}: \leq 25 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$.

Nødvendig sandfangvolum for begge bassengene er på ca. **120 m^3** .

Nødvendig overflateareal for fettfangsone er på ca. **60 m^2** .



Eksisterende sand- og fettfang

2 bassenger. Bassengene har lengde 20 m.
 Total dybde på i eksisterende bassenger: 4,15 m.
 Antatt vanddybde ca. 3,5 m.
 Total bredde pr basseng: 4,2 m.
 Total toppbredde pr sandfang: 2,4 m.
 Total toppbredde pr fettfangsone: 1,6 m.
 Helning på skråbunn: 45°
 Totalt volum i eksisterende sandfang: **ca. 300 m³**.
 Totalt overflateareal i eksisterende fettfang: **64 m²**.

Sandfangdelen har tilstrekkelig kapasitet, men skråbunnen i sandlommen er mindre enn anbefalt verdi. Det kan vurderes i senere fase om skråbunnen bør bygges om ved ombygging.

Fettfangdelen har den nødvendige kapasiteten ut fra teoretiske beregninger.

Figur 16: Eksisterende sand- og fettfang.

5.2.3 Container for ristgods og sand

Beregnet total mengde ristgods og sand vil være omkring 14 m³ pr uke.

Eksisterende container

Omtrentlig volum på eksisterende container for ristgods og sand anslås til 8 m³. Dette betyr tømming av containeren 2 ganger i uka ved i middelsituasjon.

Det anbefales 2 stk. nye ristgodscontainere for bedre redundans.



Figur 17: Eksisterende container for sand og ristgods.

5.2.4 Finsiling

Dimensjonering av siler er avhengig av siltypen og vannets karakteristikk. Det er her sett på dimensjonering og nødvendig areal ved bruk av roterende båndsilere.

Leverandørene av de enkelte silene oppgir gjerne hydraulisk kapasitet som kan føres gjennom silen for å oppnå tilstrekkelig rensing. I tillegg oppgis maksimal hydraulisk kapasitet som silen kan håndtere, men som ikke tilfredsstillende nødvendig rensing av avløpsvannet.

Det er tatt utgangspunkt i siler fra Salsnes Filter, av typer SF6000. For å oppnå tilstrekkelig rensing gjennom silenhetene ved $Q_{maksdim}$ er det nødvendig å installere 5 siler. Silenhetene kan plasseres på dekket over biobassengene. Nødvendig areal anslås å være omkring 75 m².

For dimensjonering av videre rensetrinn kan det forutsettes en reduksjon på 40% suspendert stoff og 15% organisk stoff gjennom finsil som forbehandling (NVR256).

5.3 Biologisk rensing

5.3.1 Bioreaktor

Biobassengenes reaktorvolum dimensjoneres basert på Norsk Vanns dimensjoneringsveileder (NVR256) og beregnet stoffbelastninger for organisk stoff og nitrogen oppgitt i kapittel

Deler av biobassengenes volum benyttes til nedbryting av organisk stoff (BOF₅) og resterende volumer benyttes for nedbryting av nitrogen.

For dimensjoneringen av biobassengene ved Sellikdalen renseanlegg er det valgt å benytte et bæremedium med spesifikt biofimareal 650 m²/m³ og fyllingsgrad av bassengene er valgt til 50%. Disse kriteriene gir rom for en eventuell framtidig økning i belastningssituasjonen. Det er forutsatt at biobassengene kan graves ned slik at bassengets vanndybde blir 5 meter. Ved mulighet for enda dypere bassenger kan arealet reduseres tilsvarende.

5.3.1.1 Bioreaktordel for organisk belastning (BOF₅)

Denne reaktordelen dimensjoneres for å håndtere den organiske belastningen fra innløpet, samt organisk belastning fra slamvannet (se punkt 5.5.5 Slamvann).

Som beskrevet over vil ca. 15% av det organiske stoffet fjernes via forbehandlingen. Den organiske belastningen til det biologiske trinnet vil dermed være ca. 2500 kg BOF₅/d i maksbelastningssituasjonen. I tillegg vil deler av det organiske stoffet forbrukes i for-denitrifikasjonsreaktoren. Den dimensjonerende belastningen som må behandles i dette steget er dermed omkring 2000 kg BOF₅/d.

NVR256 oppgir følgende dimensjonerende verdi:

- Designparameter organisk arealbelastning - 5 g BOF₅/m²d

Ved en fyllingsgrad av bæremedium på 50% gir dette et nødvendig volum på **ca. 1525 m³**.

5.3.1.2 Bioreaktordel for nitrogenfjerning (N)

Nitrogenmengden som skal fjernes via nitrifikasjon/denitrifikasjon bestemmes ut fra følgende parametere:

- Dimensjonerende nitrogenbelastning (kap. 3.2.4)
- Nitrogenbelastning fra slamvann

I tillegg må det tas hensyn til følgende nitrogenmengder:

- Utløpsmengde etter rensing (70%-krav. 30% av innløpsmengden trenger ikke fjernes).
- Nitrogenmengde som fjernes i forbehandlingen (siling)
- Nitrogen som ikke er biologisk nedbrytbart (inert nitrogen)
- Nitrogen som forbrukes til vekst av bakterier i reaktoren (assimilert nitrogen)

Reaktordelen som står for fjerning av nitrogen er delt opp i flere kamre og dimensjoneringen gjøres for hver reaktordel.

Ved 70% rensing skal utløpsmengden av nitrogen etter rensing være:

$$N_{\text{utløp}} = 345 \text{ kg N/d} * 0,3 = 104 \text{ kg N/d}$$

Det kan antas 10% fjerning av nitrogen i forbehandlingen ved siling.

$$N_{\text{siling}} = 35 \text{ kg N/d}$$

Dimensjoneringsveilederen oppgir forventede utløpskonsentrasjoner av nitrogen:

Inert nitrogen	2 mg/l
Ammonium (NH ₄ -N)	3 mg/l
Nitrat (NO ₃ -N)	4 mg/l

Dette gir inert mengde av nitrogen: $N_{\text{inert}} = 34 \text{ kg N/d}$

Bioreaktordel for nitrifikasjon

Mengde nitrogen som må nitrifiseres, altså omdannes fra ammonium (NH₄) til nitrat (NO₃):

$$N_{\text{nitrifikasjon}} = N_{\text{totalt}} - N_{\text{siling}} - N_{\text{inert}} - N_{\text{assimilert}} = 253 \text{ kg N/d}$$

NVR256 oppgir følgende dimensjonerende verdi ved siling og for-denitrifikasjon:

Designparameter ammonium arealbelastning – 0,65 g NH₄-N/m²d

Ved en fyllingsgrad av bæremedie på 55% gir dette et nødvendig volum på **ca. 1470 m³**.

Bioreaktordel for denitrifikasjon

Mengde nitrogen som må denitrifiseres (NO₃ → N₂) bestemmes blant annet av utløpsmengdene av nitrat:

$$N_{\text{nitrat, utløp}} = 4 \text{ mg/l} * Q_{\text{dim}} = 67 \text{ kg N/d}$$

Total mengde nitrogen som må denitrifiseres

$$N_{\text{denitrifikasjon}} = N_{\text{nitrifikasjon}} - N_{\text{nitrat, utløp}} = 186 \text{ kg N/d}$$

For-denitrifikasjonstrinnet reduserer nitrogenmengder ved at en delstrøm resirkuleres fra nitrifikasjonstrinnet. Ved antagelse om returmengder lik Q_{dim} er mengden ammonium som må denitrifiseres i for-denitrifikasjon:

$$N_{\text{for-denitrifikasjon}} = N_{\text{nitrifikasjon}} * 50\% = 126 \text{ kg N/d}$$

I tillegg må det beregnes NO₃-ekvivalenter fra resirkulert oksygen fra nitrifikasjonsreaktoren. Den totale mengden ammonium som må brytes ned i for-denitrifikasjonsreaktoren er dermed:

$$N_{\text{for-denitrifikasjon}} = 138 \text{ kg N/d}$$

Resterende ammonium-mengder må denitrifiseres i etter-denitrifikasjonstrinnet:

$$N_{\text{etter-denitrifikasjon}} = 71 \text{ kg N/d}$$

NVR256 oppgir følgende dimensjonerende verdi kombinert for- og etter-denitrifikasjon.

Designparameter NO_x-N-ekvivalenter arealbelastning

- I for-denitrifikasjon – 0,50 g NO₃-N/m²d
- I etter-denitrifikasjon – 1,5 g NO₃-N/m²d

Bioreaktordel for-denitrifikasjon

Ved en fyllingsgrad av bæremedie på 55% gir dette et nødvendig volum i for-denitrifikasjonstrinnet på **ca. 1040 m³**.

Bioreaktordel etter-denitrifikasjon

Ved en fyllingsgrad av bæremedie på 55% gir dette et nødvendig volum i etter-denitrifikasjonstrinnet på **ca. 180 m³**.

Totalt nødvendig bioreaktorvolum er dermed ca. 4200 m³.

5.4 Kjemisk felling

5.4.1 Flokkulering

Total midlere oppholdstid skal ikke være mindre enn ca. 10 min ved Q_{dim} i henhold til dimensjoneringsveiledning gitt i NVR256. Det bør ikke oppstå for lang oppholdstid (> 60 minutter i flokkuleringsbassenger).

Flokkuleringskamrene etableres i tre parallelle linjer. Totalt nødvendig flokkuleringsvolum er på minimum **120 m³**.

5.4.2 Flotasjonsbasseng

NVR256 gir følgende kriterier for dimensjonering av flotasjonsbasseng etter MBBR og kjemisk felling (inkludert bruk av polymer):

- Overflatebelastning ved $Q_{dim} = 7 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$
- Overflatebelastning ved $Q_{maksdim} = 12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$

Det totale arealbehovet for flotasjonsbassengene er **ca. 120 m²**.

5.5 Slambehandling

Det er ikke forutsatt videre slambehandling ved renseanlegget. Slam som tas ut fra prosessen overføres først til fortykker, deretter til slamlager. Slamlageret dimensjoneres for å holde 3-4 dagers slamproduksjon ved midlere belastning. Dette betyr at det i maksuka har en lagringskapasitet på ca. 2 dagers drift.

TS-innhold i slammet fra silenheter antas å ligge på ca. 1-3 % og fra flotasjon ca. 2-3 %. Ved dimensjoneringsberegninger benyttes en gjennomsnittlig TS på 2 % fra siling og flotasjon. Forventet total slamproduksjon settes til 115 g SS/pe/d gitt av NVR256.

5.5.1 Slamfortykker

Dimensjonering av slamfortykkeren bestemmes av tørrstoffbelastning. Dimensjoneringsveilederen (NVR256) oppgir dimensjonerende tørrstoffbelastning for mekanisk-biologisk-kjemiske anlegg på 40-80 kg TS/m²d.

Det forventes at slammet kan oppkonsentreres til ca. 3-4 % TS i slamfortykkeren.

Ved gjennomsnittsbetlastning, samt tilførsel av omkring 30 m³ eksternslam pr dag er nødvendig overflateareal for fortykkeren: **48 m²**.

I maksuka er nødvendig overflateareal for fortykkeren: **87 m²**.

Eksisterende slamfortykker

Slamfortykker er kvadratisk og har lengde og bredde lik 8,15 m.

Overflateareal blir dermed 66 m².

Eksisterende slamfortykker har tilstrekkelig areal i gjennomsnittsuka, men ikke i maksuka. **I**

skissert løsning foreslås eksisterende flokkuleringstrinn ombygd til 2 nye slamfortykkere.

5.5.2 Slamlager

Dette gir følgende slamproduksjon i gjennomsnittsuka:

20 000 pe x 115 g SS/ pe*d = 2 300 kg SS/d

Tillegg fra eksternslam: 600 kg SS/d

Ved 3,5 % TS fra fortykker utgjør dette 85 m³/d.

3 – 4 dagers lagringskapasitet gir et nødvendig slamlagringsvolum på minimum 300 m³.

Eksisterende slamlager

Slamfortykker har lengde og bredde lik 8,15 m.

Overflateareal blir dermed 66 m².

Vanndybde i bassenget er 3,1 m.

Volum i slamlager er dermed ca. 205 m³.

Eksisterende slamlager har ikke tilstrekkelig kapasitet for 3,5 døgn oppholdstid i gjennomsnittsuka. I maksuka vil det derfor være svært liten kapasitet i slamlageret. I skissert løsning foreslås både eksisterende slamfortykker og slamlager ombygd til 2 stk. slamlagre.

5.5.3 Avvanning

Det foreslås å installere 2 stk. sentrifuger til avvanning. Ved gjennomsnittlig belastning driftes hver sentrifuge 14 timer i uka. Ved maksukebelastning må hver sentrifuge driftes 28 timer i uka. 2 sentrifuger sikrer reservekapasitet ved maskinstans. Ved driftsstans må den ene sentrifugen avvanne alt slamm. I gjennomsnittsuka må da denne sentrifugen driftes 28 timer i uka. 14 timer sentrifugering sørger for avvanning av hele slamlagerets volum i gjennomsnittssituasjon. Slamlageret tømmes dermed to ganger i uka.

Ved disse kriteriene må sentrifugen driftes med en belastning på ca. 700 kg TS/h. Anbefalt belastning på sentrifugen er 70% for best driftssituasjon. Dette gir dimensjoneringskriteriet for maksbelastning av sentrifugen på **ca. 1000 kg TS/h.**

Eksisterende sentrifuge

Ved oppgradering av renseanlegget anbefales utskiftning av alt maskinelt utstyr. ***Det er foreslått 2 nye sentrifuger i skissert løsning og kostnadsestimat.***

5.5.4 Containere

Sentrifugeringen kan gi et avvannet slam med TS-innhold rundt 25%. Det vil da produseres **ca.**

85 m³ avvannet slam per uke i gjennomsnittssituasjon og det anbefales bruk av tre containere, hver med størrelse 20 m³. På grunn av begrensning i containerbil/aksellast fylles disse containerne sjelden mer enn omkring 17 m³ slam. Det må tømmes omkring 5 containere av denne størrelsen pr uke.



Figur 18: Lukkede Micodan-containere. God takhøyde og fordelingssystem.

Eksisterende container

Renseanlegget har i dag én åpen container for borttransportering av slam (tildekkes med presenning under transport). Denne har hverken tilstrekkelig kapasitet og den er åpen uten noen form for

avtrekk. Ved oppgradering av renseanlegget anbefales utskifting av eksisterende container med lukkede containere. **Det anbefales 3 stk. á 20 m³. Nye containere bør ha luftavtrekk og integrert massefordelingssystem.**

5.5.5 Slamvann

Dekantvann fra slamlageret og rejektivann fra sentrifugen tilbakeføres til renseanlegget i forkant av sandfangene. Sandfangene har en viss utjevnende effekt slik at det ikke anses lite nødvendig å etablere rejektivannskum ved anlegget.

Slamvannsmengdene gir en ekstra belastning til renseanlegget, både hydraulisk og organisk. NVR256 oppgir dimensjonerende verdier for slamvannskvalitet. Det er for Sellikdalen RA valgt å benytte 1500 mg BOF₅/l og 200 mg N/l i slamvann fra slamlager og sentrifuge.

Dette gir følgende mengder i maksbelastningssituasjonen (det døgnet når sentrifugen går):

- Tillegg i Q_{maksdim}: 15 m³/h
- Tillegg i BOF₅-belastning: 500 kg BOF₅/d
- Tillegg i nitrogenbelastning: 60 kg N/d

6. OMBYGGING OG UTVIDELSE

6.1 Skissert løsning for ombygd rensanlegg

Et alternativ for mulig ombygging av eksisterende Sellikdalen rensanlegg er skissert i vedlagte tegninger P200-P203 og flytskjema P100.

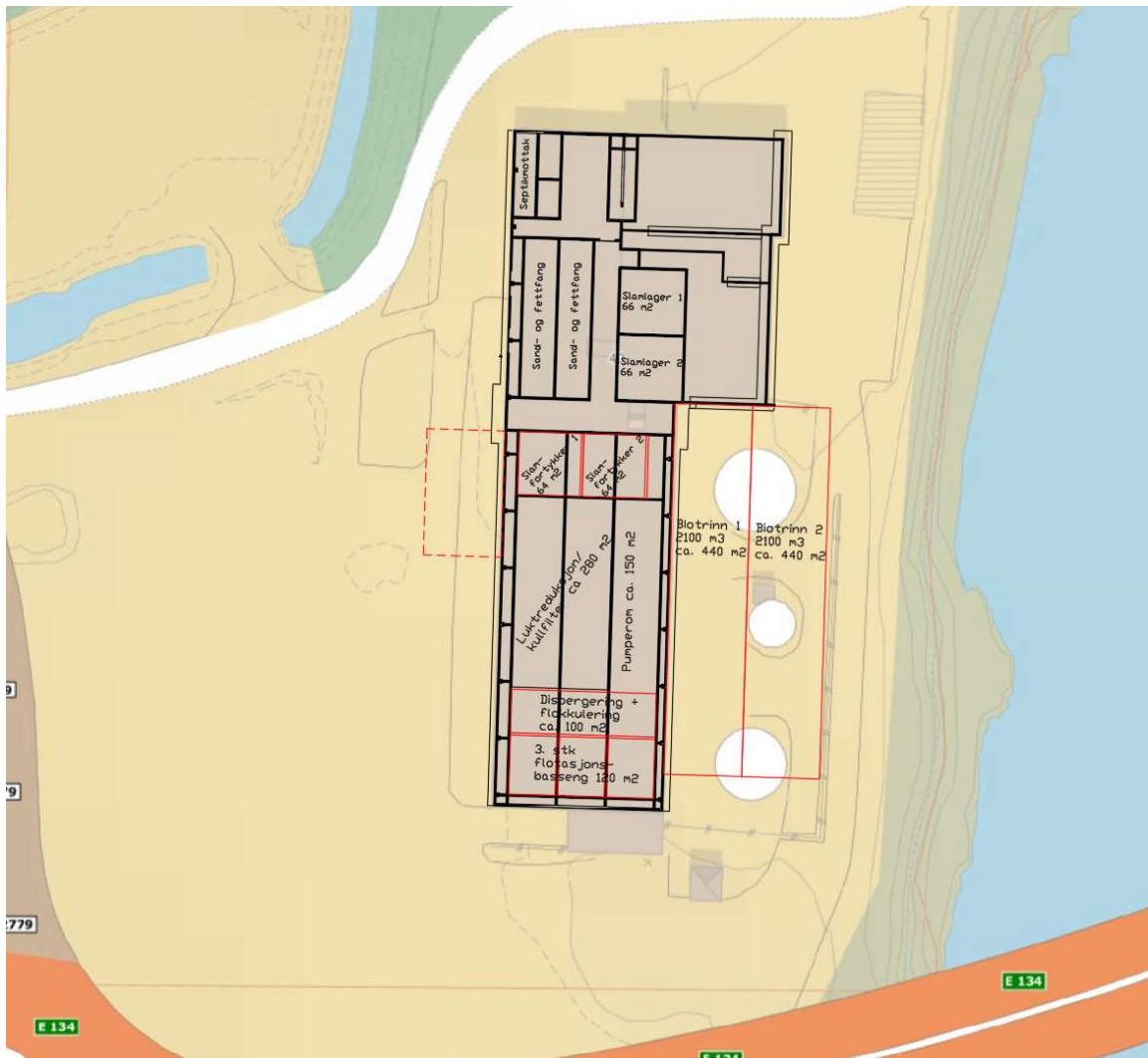
Figur 20 viser flytskjema for ombygd rensanlegg med forbehandling via silenheter, rensing av organisk stoff og nitrogen i biotrinn, samt kjemisk felling og flotasjon for fjerning av fosfor.

Den skisserte løsningen innebærer følgende ombygging:

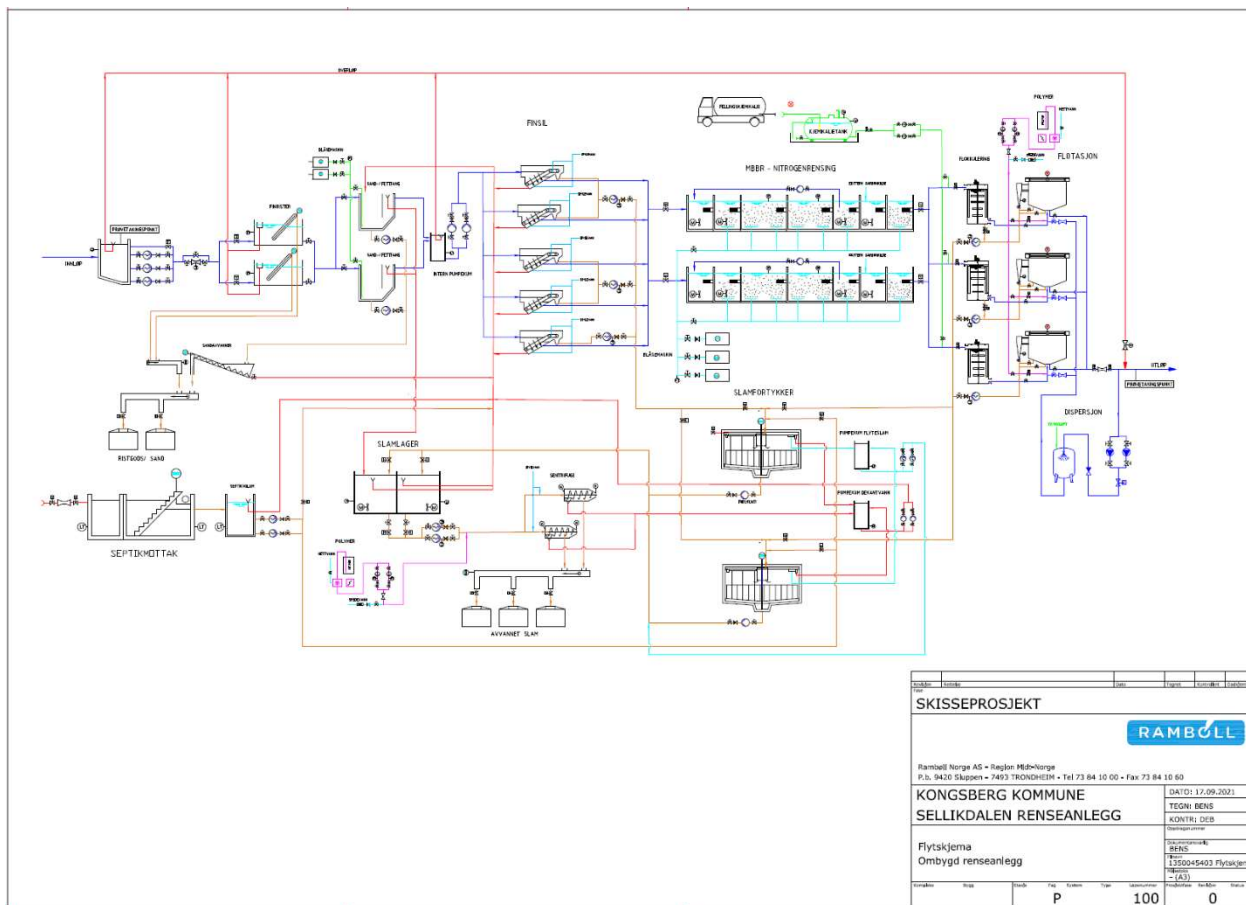
- Deler av eksisterende flokkuleringsvolum bygges om til 2 stk. slamfortykkere.
- Omtrent 1/3 av dagens sedimenteringsbassenger benyttes til flotasjon, inkludert flokkuleringsreaktorer og dispergeringsutstyr.
- Deler av sedimenteringsbassengene bygges om til rom for luktreduksjonsanlegg, eksempelvis kullfilter og fotooksidasjon.
- Resterende arealer i dagens sedimenteringsbassenger bygges om til pumperom.
- Eksisterende slamfortykker og slamlager bygges om slik at begge fungerer som slamlagre. Slamlagrene bygges med omrøring. Totalt slamlagervolum vil da bli i overkant av 400 m³.
- Biobassenger etableres i nytt tilbygg øst for eksisterende bygningsmasse. Bassengene vil ligge delvis under bakkeplan. Nytt tilbygg vil ha minimum grunnflate på ca. 900 m² forutsatt bassengdybde 5 meter. Dersom bassengene kan bygges enda dypere vil grunnflaten kunne reduseres tilsvarende.
- På dekket over biobassengene etableres et rom for blåsemaskiner på omkring 120-150 m².
- Slamcontainere plasseres i nytt tilbygg på vestsiden av eksisterende sedimenteringshall (utenfor lab).
- Sentrifuger plasseres i 2.etasje over containerstasjon.
- 1 stk. ny ristgodscontainer kan plasseres i dagens slamcontainerrom, slik at det totalt sett er 2 stk. ristgodscontainere tilgjengelig.

Følgende er ikke vurdert og inngår ikke i skissert løsning:

- Møterom
- Kontor
- Garderobes
- Garasje
- Verksted
- Nødstrømsaggregat
- Laboratorium



Figur 19: Skissert løsning for ombygd rensanlegg (alternativ 1).



Figur 20: Flytskjema for ny prosessløsning i ombygd rensesanlegg. For forstørret versjon – se vedlegg P100.

6.2 Tiltak ved ombygging

Rambøll gjorde en tilstandsvurdering av rensesanlegget i 2015. Konklusjonen på det tidspunktet var at rensesanlegget framstår velbrukt. Den maskintekniske utrustningen er i mindre grad oppgradert de seneste årene. Vegger og gulv er generelt velbrukt og slitt, noe som vanskeliggjør rengjøring. Komponentplassering i pumpekjeller, spesielt rundt innløpsspumpestasjon framstår trang og lite servicevennlig. Det er også nødvendig å gjøre tiltak for å utbedre arbeidsmiljø og HMS for de ansatte.

6.2.1 Bygningsmessige arbeider

Den bygningstekniske tilstanden på eksisterende bygningsmasse er ikke vurdert på nåværende tidspunkt. En slik gjennomgang anbefales da dette vil kunne avgjøre om det vil være lønnsomt å beholde eksisterende bygningsmasse. Det vil i all hovedsak være betongkvalitet og tilhørende armering som vil være utslagsgivende.

En vurdering av bygningskroppen vil kunne avdekke eventuelle rehabiliteringsbehov. Dersom bygningskroppen kan gjenbrukes vil det være aktuelt med følgende tiltak knyttet til rehabilitering av bygget:

- Alle flater, slik som gulv og vegger, i skitten sone dekkes med epoxy-belegg. Dette for enklere rengjøring og vedlikehold.
- Alle bassenger bygges inn. Dette kan gjøres med aluminiumplank eller betongdekker med inspeksjonsluker i aluminium eller inspeksjonskupper i plast.

6.2.2 Maskinelle komponenter

Hovedandelen av maskinelle komponenter er god brukt og er preget av lang levetid.

Maskinparken har likevel noe ulik kvalitet og gjenstående levetid. Det anbefales uansett å skifte alle maskinelle komponenter ved oppgradering av rensesanlegget. Dette vil gi sikker drift, samt at dagens nye maskiner gjerne er mer energieffektive og vil kunne gi et bedre energiregnskap.

6.2.3 Servicefasiliteter

Det stilles krav til garderobefasiliteter med ren og skitten sone. Dette er ikke tilfredsstillt i eksisterende servicefasiliteter og vil være en naturlig del av oppgraderingen av rensesanlegget. Det har ikke vært en del av dette prosjektet å se på nødvendige servicefasiliteter, men Rambøll er kjent med at det ønskes bedre plass til både lagring og garasje plass. Kontorlokaler virker også å være nødvendig, da flere av kommunens ansatte i dag har kontorer i brakke på østsiden av rensesanlegget, ved innkjøringen til tomte.

Det er ikke satt av plass til disse servicefasilitetene i skisserte løsninger og kostnadsestimat. Det er viktig å sette av nok plass til servicefasiliteter da dette er nødvendig for å opprettholde en effektiv drift av rensesanlegget, samt ivareta et godt arbeidsmiljø for de ansatte.

6.2.4 Elektro/automasjon

All elektroinstallasjon og automasjonssystemer skiftes ut ved oppgradering av rensesanlegget.

6.2.5 Ventilasjon

Ventilasjonsanlegg, både vifter, aggregat og rørføringer anbefales skiftet ut. Det er ikke vurdert om eksisterende ventilasjonsrom har tilstrekkelig kapasitet til en utvidelse av denne størrelsen.

6.2.6 Luktreduksjonsanlegg

Alle nye/ombygde rensesanlegg i dag anbefales etablert med luktreduksjonsanlegg. Sellikdalen rensesanlegg ligger også nær annen bebyggelse og virksomhet, og et luktreduksjonsanlegg vil kunne forbedre forholdene for naboer og ytre miljø.

6.4 Framtidige renskrav

Miljødirektoratet har vært tydelige på at det bør planlegges for nye renskrav dersom rensanlegg uansett må utvides i forbindelse med kravet til sekundærrensing. Det er per i dag ikke avklart hvilke renskrav som vil komme og det kreves ulik prosess for ulike renskrav. Rambøll anbefaler derfor å sette av nok plass til en senere utvidelse av rensanlegget som kan tilfredsstillende komme krav. Dette anses å være en bedre løsning enn å «gjette» på hvilke krav som kan komme og i verste fall utvide rensanlegget med en rensprosess som viser seg å ikke være nødvendig.

Renskrav som kan bli aktuelle i framtiden er blant annet fjerning av legemidler, organiske miljøgifter og mikroplast. Det kan også komme krav om rensing av komponenter vi i dag ikke kjenner til.

I skissert løsning (alternativ 1) vil det være naturlig å sette av plass til en slik renseløsning på vestsiden av eksisterende rensanlegg. I alternativet med eget bygg for biologisk rensetrinn (alternativ 2) vil det være naturlig å sette av plass i forbindelse med dette bygget.

6.5 Drift i byggeperiode

I byggeperioden vil det bli behov for å stenge ute deler av eller hele rensprosessen. Det kan være fordelaktig å gjøre en etappevis ombygging slik at deler av anlegget kan være i drift i perioder. I deler av ombygningsperioden vil det ikke være mulig å benytte rensanlegget, noe som gir direkteutslipp til Numedalslågen. Slike utslipp må omsøkes og avklares med Statsforvalteren i forkant av utslippet. Ved fullstendig nedstenging av rensanlegget bør det som et minimum fjernes avløpssjøp. Dette kan løses ved å benytte midlertidige containerløsninger med innløpsrister/siler for fjerning av avløpssjøp og ristgods.

7. TOMT

7.1 Grunnforhold

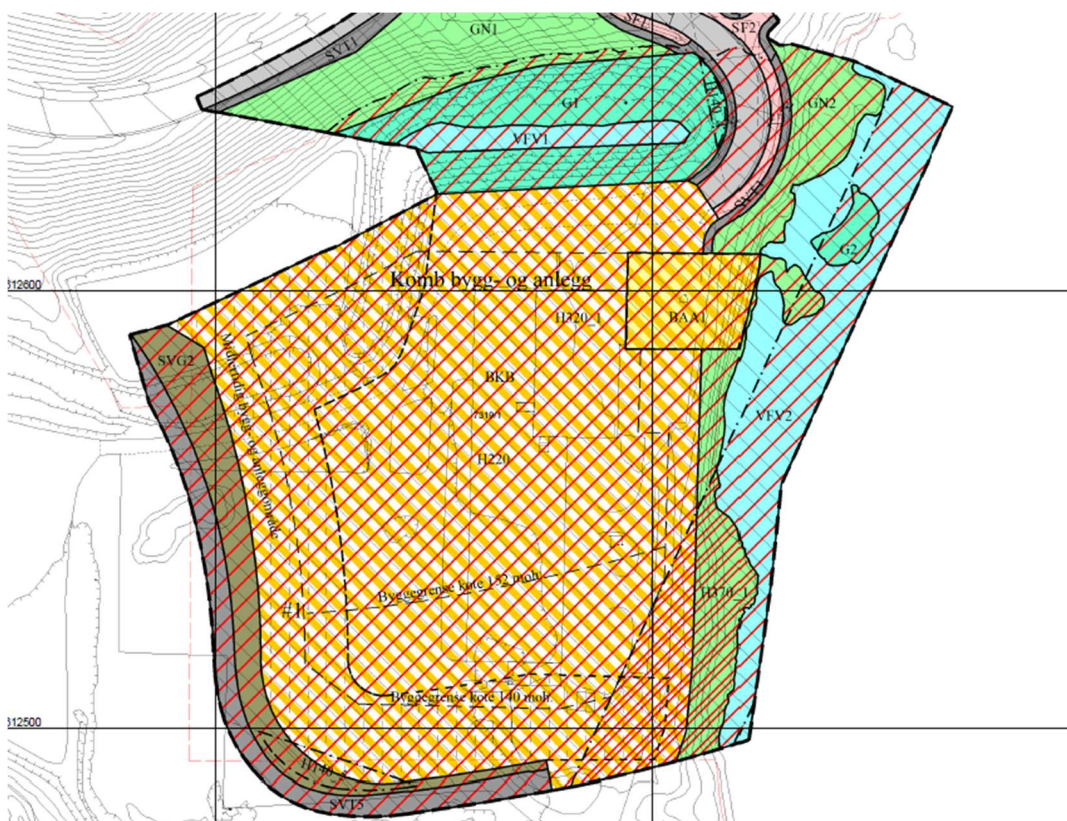
På nåværende tidspunkt er det ikke avklart status på grunnforholdene på rensanleggstomta. I vedtatt reguleringsplan for planområdet – 457R Sellikdalen gjelder følgende:

«Før det gis rammetillatelse for større bygge- og anleggstiltak tiltak innenfor planområdet skal det være gjennomført tilstrekkelige geotekniske undersøkelser. Geotekniske anbefalinger skal legges til grunn for behandling av søknad om og utføring av bygge- og anleggstiltak.»

Det er ikke medtatt kostnader til spesielle tiltak på grunn av grunnforhold, som for eksempel peling, i kostnadsestimat.

7.2 Flomfare

Hensynssonen for flomfare er vist med rød skravur på plankartet under. Hensynssonen omfatter hele eiendommen. I tillegg er det en hensynssone for høyspentanlegg som omfatter et mindre område sørøst på eiendommen som også er markert med rød skravur.



Figur 22: Plankart som viser hensynssonen for flomfare.

I henhold til reguleringsbestemmelsene for området vist med faresone for flom, er det ikke tillatt å føre opp bygninger eller konstruksjoner uten at det er dokumentert at disse, eventuelt etter gjennomførte sikringstiltak, ikke vil være utsatt for betydelige vannskader eller setningskader fra en 200-års flom. I dette området er en 200-årsflom til kote 135,8 m.o.h.

Det er usikkerheter rundt denne beregningen for en 200-årsflom, og i forbindelse med utbyggingen av ny E-39 ble en 200-årsflom beregnet til kote 134,6.

Dersom det skal gjøres tiltak på eiendommen som er søknadspliktig etter plan- og bygningsloven, skal det innhentes uttalelse fra NVE. Kommunen opplyser at NVE erfaringsmessig er strenge. Kommunen har engasjert det samme firmaet, Dr. Blasy – Dr. Øverland, som gjennomførte flomvurderinger i forbindelse med utbyggingen av ny E-39, til å gjøre nye flomvurderinger. Denne dokumentasjonen legges ved anmodningen om uttalelse fra NVE.

Erfaringsmessig påvirkes bygningen allerede ved et flomnivå på kote 133. Det har vært flere episoder de siste 15 årene vannet har nådd dette nivået. Området vest for renseanlegget ligger også lavere enn eksisterende bygning.

Det vil ikke være mulig å legge opp til løsninger som er sikret mot 200-årsflom i eksisterende bygningsmasse uten at det gjennomføres vesentlige sikringstiltak, som for eksempel etablering av flomvoller. Tilsvarende må også en eventuell ny bygningsmasse sikres mot 200-årsflom, men ny bygningsmasse vil være langt lettere å sikre enn eksisterende. Hvilke tiltak som kan sikre renseanlegget bør vurderes i neste prosjektfase.

7.3 Tilgjengelig areal og teknisk sentral

Det har lenge vært snakk om å samlokalisere kommunens tekniske tjenester ved Sellikdalen. Samlokaliseringen innebærer etablering av garasjeanlegg inkludert verksted og noe lager, samt nye kontorlokaler på tomta til renseanlegget. Rambøll gjennomførte i 2020 et skisseprosjekt med forslag til løsning for teknisk sentral og foreslått løsning er et nybygg på ca. 4000 m².

En utvidelse av renseanlegget vil også kreve en del areal på tomta, spesielt dersom det settes krav til fjerning av nitrogen. Det kan se ut til at det vil bli utfordrende å få plass til både utvidet renseanlegg i tillegg til teknisk sentral. De nye veiene, E134 og FV40, setter også begrensninger for framtidig utbygging på tomta.

I beslutningen om en samlokalisering av tekniske tjenester må det tas med i vurderingen at et renseanlegg alltid vil generere både lukt og støy. Dette gjelder spesielt ved etablering av kontorlokaler på tomta. Selv om nye anlegg etableres med lukkede systemer og god luktreduksjon på avkastluften vil det alltid oppstå hendelser på et renseanlegg som vil generere lukt til omgivelsene, slik som håndtering av containere for ristgods og slam. I tillegg vil et anlegg medføre en del støy i forbindelse med transport inn og ut fra anlegget.

Med bakgrunn i renseanleggets arealbehov for å tilfredsstille dagens krav og behovet for å sette av nok areal til eventuelle framtidige utvidelser (kap. 6.4) bør det gjøres nøye vurderinger om det virkelig er plass til både teknisk sentral og utvidet renseanlegg på tomta. Flomfare, samt lukt- og støyutfordringer bør også være momenter i vurderingene.

8. KOSTNADSESTIMAT

8.1 Investeringskostnader

- Prisnivå per juli 2021
- Prisstigning i byggetiden er ikke medtatt
- Kostnader til grunnerv, erstatninger og finansieringskostnader er ikke medtatt.
- Rigg er medtatt innen hver post. Det er beregnet 15 % rigg for maskinteknisk og utomhus og 10% for øvrige fag.
- Det er ikke medregnet kostnader til eventuelle spesielle behov for klargjøring av tomten utenom graving (gjelder nybyggdel).
- Det er medtatt luktreduksjonsanlegg med fotooksidasjon og kullfilter
- Det er ikke medtatt eventuelle flomsikringstiltak
- Det er ikke medtatt ombygging av personaldel/servicedel

SAMMENSTILLING		Sellikdalen RA - nitrogenrensing
POST	TEKST	KOSTNAD
1.0	Felleskostnader	inkl
2.0	Bygg	58 800 000
3.0	VVS	11 600 000
4.0	Elkraft bygg	9 400 000
5.0	Maskinell utrustning og automasjon	63 300 000
6.0	Utomhus	5 200 000
ENTREPRISEKOSTNAD		148 300 000
7.0	Generelle kostnader (10%)	14 800 000
BYGGKOSTNAD		163 100 000
8.0	Spesielle kostnader	0
PROSJEKTKOSTNAD		163 100 000
9.0	Margin/Reserve (25 %)	40 800 000
BUDSJETTKOSTNAD		204 000 000

Merk høy margin/reserve på 25%, grunnet usikkerhetene på dette stadiet i prosessen. Det er ikke medtatt usikkerhet innenfor hver post.

8.2 Driftskostnader

Driftskostnadene for ombygd renseanlegg er beregnet til **16 – 18 millioner** kroner pr år.

- Antatt nødvendig driftspersonell: 4 fulltidsansatte
- Antatt leveransekostnad slam: 750 - 1300 kr/tonn (Beregning utført for 1000 kr/tonn)
- Antatt deponeringskostnad ristgods/sand: 1000 kr/tonn
- Antatt transportavstand 160 km t/r

FORDELING DRIFTSKOSTNADER	PROSENT
Personellutgifter (drift og renhold)	25-30 %
Kjemikalier/polymer	5-8 %
Transport og levering av slam/ristgods	40-45 %
Energi/oppvarming	3-6 %
Bygg og teknisk vedlikehold	12-18 %
Annet (luktreduksjon, laboratoriekostnader, etc.)	2-3 %

VEDLEGG

P100_Flytskjema

P200_Ombygd renseanlegg_situasjonsplan

P201_Ombygd renseanlegg_kjeller

P202_Ombygd renseanlegg_1.etg

P203_Ombygd renseanlegg_2.etg

P300_Ombygd renseanlegg_situasjonsplan_alternativ 2