

Skisseprosjekt - avløpsløsninger Hemsedal



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Hemsedal Kommune
Oppdragsnavn og nr.:	Skisseprosjekt Hemsedal avløpsanlegg, 637595-16
Utarbeidet av:	Sina Shaddel, Martin Johansen Ihlebæk, Usman Dar, Kjetil Lien Sundsdal, Magnar Katla og Lena Solli Sal.
Oppdragsleder:	Lena Solli Sal

Kort sammendrag

Hemsedal kommune har utarbeidet et skisseprosjekt for fremtidig avløpsløsning for tettbebyggelsene Tuv-Trøim og Ulsåk. Bakgrunnen er behov for oppgradering av eksisterende anlegg, økte krav til nitrogenfjerning, og signaler fra Statsforvalteren og EU om skjerpede rensekraav. Prosjektet har vurdert dagens anlegg, framtidig belastning og behov, samt alternativer for teknologi og lokalisering av nytt felles renseanlegg. Rapportens første del, kap. 1-7, omhandler primært dagens situasjon og anlegg, mens rapportens andre del, kap. 8-14 omhandler et nytt felles avløpsanlegg.

Tilstandsvurderingene viser at både Trøim og Ulsåk renseanlegg har betydelige bygningsmessige og prosesstekniske utfordringer. Trøim renseanlegg ligger i tillegg på en plassering som er uhensiktsmessig og som gir lite rom for utvidelser. Det er konkludert med at det vil være mer hensiktsmessig å etablere et nytt felles renseanlegg fremfor å oppgradere de eksisterende. Dimensjonerende stoffbelastninger er beregnet. Det er gjennomført teknologivurdering (BAT-analyse) for nitrogenfjerning, samt at det er gjort en overordnet vurdering av infiltrasjonsanlegg som mulig tilleggsrensing for å redusere utslipp av næringssalter, bakterier og andre mikroforurensninger ytterligere. Dette blant annet fordi resipienten for rensset avløpsvann er elva Hemsil, som er en viktig resipient både økologisk og bruksmessig, blant annet som fiskeelv. Det er i dag god tilstand både oppstrøms og nedstrøms dagens utslippspunkter, men med noe påvirkning registrert nedstrøms. Samlokalisering av utslippspunkt til Brendehaugane, og spesielt dersom det er mulig med tilleggsrensing i infiltrasjonsanlegg, vurderes som positivt for resipienten. Det foreslås å utvide dagens resipientovervåking med nytt prøvepunkt nedstrøms nytt utslippssted. Dette vil gi enda bedre grunnlag for en resipientvurdering som må utføres som en del av arbeidet med søknad om utslippstillatelse.

Det er i tillegg gjort en vurdering av overføringsanlegg fra Trøim til Ulsåk/Brendehaugane, og overordnede kostnadsvurderinger.

Forord

Asplan Viak har vært engasjert av Hemsedal kommune for å utarbeide et skisseprosjekt for vurdering av avløpsløshåndtering for tettbebyggelsene Tuv-Trøim og Ulsåk.

Sina Shaddel, Lena Soli Sal, Martin Johansen Ihlebæk, Usman Dar og Kjetil Lien Sundsdal har utarbeidet rapporten. Lena Solli Sal har vært oppdragsleder for Asplan Viak. Magnar Katla har kvalitetssikret rapporten.

For Hemsedal kommune har Bjørn Olav Viken, virksomhetsleder teknisk drift, vært hovedansvarlig for oppfølging av arbeidet.

Det har blitt gjennomført flere arbeidsmøter mellom rådgiver og Hemsedal kommune i løpet av prosjektet. Rapporten er i sin helhet utarbeidet av Asplan Viak AS etter innspill fra prosjektgruppa.

Skien, 08.05.2025

Lena Solli Sal

Oppdragsleder

Magnar Katla

Kvalitetssikrer

03	8. mai. 2025	Endelig versjon. Rettet etter kommunens kommentarer.	LSS	
02	3. apr. 2025	KS skisserapport. Utkast til leveranse. Nytt anlegg inkludert, til gjennomsyn	LSS, SS, UD	LSS, MK
01	4. jul. 2024	Utkast til skisseprosjektrapport	SS, MJI, LSS	ØT, SS, LSS
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Innholdsfortegnelse

1. Innledning og bakgrunn for prosjektet	6
1.1. Bakgrunn for oppdraget	6
2. Dagens situasjon	8
2.1. Tettbebyggelser	8
2.2. Renseanlegg og rensekrav	9
2.3. Forventede framtidige rensekrav	12
2.4. Resipient	16
2.5. Transportsystem for avløp	18
3. Tilstandsvurdering av eksisterende renseanlegg	21
3.1. Metode	21
3.2. Trøim renseanlegg	21
3.3. Ulsåk renseanlegg	23
4. Bygningsmessig tilstandsvurdering av Trøim og Ulsåk RA	24
4.1. Metode	24
4.2. Trøim RA	24
4.3. Ulsåk Renseanlegg	27
5. Trøim RA - Restkapasitet til 2035	30
5.1. Hydraulisk belastning - Trøim RA	31
5.2. Stoffbelastning - Trøim RA	32
6. Ulsåk RA	35
6.1. Hydraulisk belastning - Ulsåk RA	35
6.2. Stoffbelastning - Ulsåk RA	36
6.3. Ulsåk RA - mulige tiltak for oppgradering	37
7. Mulighetene for tilpassinger og endringer i dagens renseanlegg	39

8. Nytt felles renseanlegg for Tuv-Trøim-Ulsåk	41
8.1. Plassering av nytt renseanlegg og stedlige forhold	41
8.2. Resipient og miljø-, natur- og brukerinteresser knyttet til denne	43
8.3. Framskriving av tilknytninger	48
8.4. Forventede rensekrav	49
8.5. Overføringsanlegg	50
9. Teknologivurdering og valg av renseløsning	55
9.1. Teknologivurdering (BAT-analyse)	55
9.2. Aktuelle renseteknologier for nitrogenfjerning	57
9.3. Sammenligning av aktuelle renseteknologier for nitrogenfjerning	63
9.4. Infiltrasjonsanlegg for tilleggsrensing av rensed avløpsvann og overløp	67
9.5. Oppsummering og anbefaling	69
10. Dimensjoneringsgrunnlag	71
10.1. Dimensjonerende temperatur	71
10.2. Dimensjonerende vannmengder	72
10.3. Analyse av variasjon i belastning på Trøim RA	73
10.4. Dimensjonerende stoffbelastning	75
10.5. Konklusjon om hydraulisk- og stoffbelastning	76
11. Utforming av nytt anlegg	79
11.1. Dimensjonering av nytt anlegg	80
11.2. Anbefalinger for videre planlegging av nytt renseanlegg	86
12. Grovt kostnadsestimat for nytt renseanlegg	89
12.1. Investeringskostnader RA	89
12.2. Årskostnader RA	90
12.3. Vurdering av tilleggskostnader for ulike rensegrader for nitrogen	91
12.4. Kostnader overføringsanlegg	92
13. Muligheter for å bidra til energinøytralitet på landsbasis	94
13.1. Energinøytralitetskrav i EU-avløpsdirektivet	94
14. Konklusjon og anbefalinger for videre arbeid	99

Referanser

100

1. Innledning og bakgrunn for prosjektet

1.1. Bakgrunn for oppdraget

Hemsedal kommune har igangsatt et skisseprosjekt for å vurdere fremtidige løsninger for avløpshåndtering i kommunen. Bakgrunnen for prosjektet er behovet for en helhetlig og fremtidsrettet løsning for avløpsrensing i Tuv, Trøim og Ulsåk, samt skjerpede krav til nitrogenfjerning for tettbebyggelser over 10 000 pe i nedbørfeltet til Oslofjorden. Prosjektet er et ledd i kommunens langsiktige strategi for å sikre bærekraftig avløpshåndtering og etterlevelse av både dagens og framtidige miljøkrav.

Opprinnelig var prosjektets mandat tredelt:

1. Kartlegging av tettbebyggelser i hele Hemsedal kommune og beregning av person-ekvivalenter (pe) etter NS 9426.
2. Bistand til utarbeiding av påslippsavtale for næringsmiddelbedriften Spekeloftet på Ulsåk.
3. Utarbeidelse av et skisseprosjekt for etablering av et nytt felles avløpsrenseanlegg (RA) for Tuv, Trøim og Ulsåk, med vurdering av rehabilitering av eksisterende anlegg kontra nybygging, lokalisering, ledningstraseer, renseprosess og grovt kostnadsestimat.

Oppgave 1 og 2 ble gjennomført først. Etter at Statsforvalteren i Østfold, Buskerud, Oslo og Akershus i 2024 vedtok et pålegg om utredning av kommunens handlingsrom for å få plass nitrogenrensing (Statsforvalteren i Østfold, Buskerud, Oslo og Akershus, 2024) ble oppgave 3 utvidet til å inkludere en grundigere vurdering av renseløsninger. Denne utredningen skal inneholde:

- «Vurdering og val av teknologisk reinseløysing, deriblant moglegheitene for tilpassingar og endringar i dagens reinseanlegg, eller om aktuelt, ein omtale av behovet for nyetablering. Planforhold og aktuelle lokasjonar må omtalast der det er relevant.
- Ei vurdering av moglegheita for høvesvis 70, 80 og 85 % reinseeffekt for nitrogen som årleg middelvei (inkl. overløpet til reinseanlegget).
- Eventuelle moglegheiter for samarbeid med andre kommunar eller tettbebyggelser, der dette kan vera aktuelt.
- Ei opplysning om kostnader for mest aktuell(e) løysing(ar), under dette korleis desse vil fordelast på innbyggjarane med tanke på sjølvkost-prinsippet.
- Ei analyse av i kva grad reinseanlegg, inkludert eventuell slambehandling, kan oppnå energinøytralitet.»

Som en del av prosjektet er det gjennomført tilstandsvurderinger av Trøim og Ulsåk renseanlegg. Tuv RA ble tatt ut av drift våren 2024, og avløpet overføres nå til Trøim RA. Begge gjenværende anlegg har mangelfulle personalfasiliteter, og Trøim RA ligger dessuten tett på brannstasjon, legesenter og annen sentrumsnær bebyggelse, med begrenset mulighet for utvidelse. Trøim RA har i dag utslipp til Hemsil oppstrøms Krikken vannbehandlingsanlegg, og en flytting av utslippspunktet nedstrøms Krikken vurderes som gunstig med tanke på beskyttelse av drikkevannskilden.

Videre gir prosjektet en teknologivurdering (BAT-analyse) for ulike renseløsninger, inkludert en vurdering av infiltrasjonsanlegg som mulig tilleggsrensing. Prosjektet har også vurdert aktuell ny lokasjon for et nytt felles renseanlegg, samt dimensjoneringsgrunnlag, investerings- og driftskostnader.

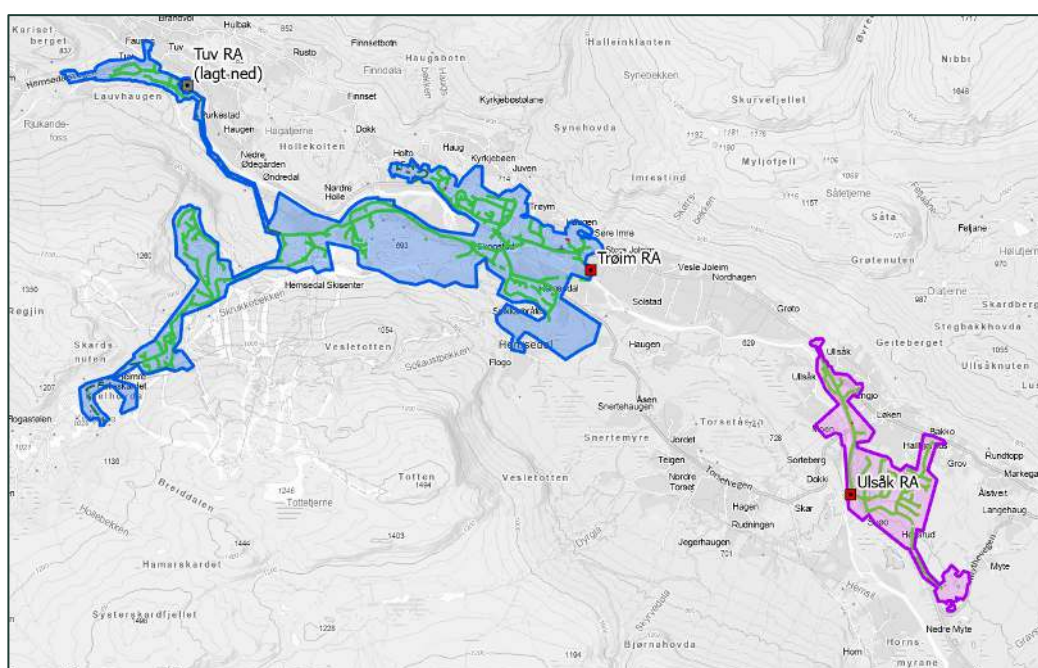
Denne rapporten presenterer resultatene av skisseprosjektet og gir anbefalinger for videre arbeid. Målet er å sikre en langsiktig, miljømessig og økonomisk bærekraftig avløpsløsning for Hemsedal kommune.

Påslipp fra Spekeloftet opphørte i oktober 2024, og Hemsedal kommune tillater ikke lengre den typen påslipp. Likevel er påslippet omtalt i denne rapporten, samt påslippsavtalen som ble utarbeidet som en del av dette oppdraget.

2. Dagens situasjon

2.1. Tettbebyggelser

Det er i dag to tettbebyggelser som vil bli én ved en eventuell framtidig etablering av et nytt felles renseanlegg. Det er én tettbebyggelse i dag som dekker rensedistriktene for Tuv RA og Trøim RA, og én for området som dekker Ulsåk. Tettbebyggelsenes geografiske utstrekning er som vist i *Figur 2-1*. Tettbebyggelsene ble kartlagt og det ble utført pe-beregning for tettbebyggelsene i forbindelse med dette prosjektet. Størrelsen på Tuv-Trøim tettbebyggelse ble beregnet til ca. 10 200 pe, og Ulsåk tettbebyggelse ble beregnet til ca. 1700 pe.



Figur 2-1: Dagens tettbebyggelser og renseanlegg i Hemsedal sentrum og omegn (■ = driftes videre inntil ev. nytt RA kan settes i drift, ■ = nylig lagt ned).

Når det eventuelt vedtas å etablere et nytt renseanlegg for de to områdene, vil de bli én tettbebyggelse. Den samlede størrelse til den sammenslåtte tettbebyggelsen vil da være ca. 11 300 pe¹. Det vil bli tilknyttet noen flere abonnenter mellom de to områdene, og disse vil da bli en del av den nye tettbebyggelsen.

¹ Størrelsen til den nye, sammenslåtte tettbebyggelsen blir ikke summen av de to eksisterende da maksuke i dag for Ulsåk tettbebyggelse er i okt./nov. grunnet påslipp fra Spekeloftet, mens maksuke for Tuv-Trøim er i påskeuka. Den sammenslåtte tettbebyggelsen, som vil ha maksuke i påskeuka, har dermed litt lavere størrelse i pe_{BOF5} fordi Spekeloftet ikke har produksjon og påslipp i påske-/maksuka.

2.2. Renseanlegg og rensekrav

2.2.1. Tuv RA

Tuv RA er lagt ned (ble tatt ut av drift 07.03.2024), og avløpet overføres til Trøim RA. Dette renseanlegget omtales derfor ikke noe videre i denne rapporten.

2.2.2. Trøim RA

Trøim RA er det største renseanlegget i Hemsedal kommune, og ligger ved Hemsedal sentrum. Renseanlegget har en kapasitet på 14 000 pe, og $Q_{dim} = 80 \text{ m}^3/\text{h}$ og $Q_{maks} = 160 \text{ m}^3/\text{h}$. Anlegget ble sist rehabilitert i perioden 2016-2018, med oppgraderinger av forbehandling og biologisk rensetrinn. Renseprosessen er basert mekanisk/kjemisk/biologisk rensing. Biotrinnet, hvor organisk stoff blir fjernet, er basert på såkalt biofilmprosess type «moving bed biofilm reactor» (MBBR). Etter biologisk rensing ledes avløpsvannet videre til kjemisk rensing i rørflokkulatorer. Her tilsettes jernklorid og polymer, hvorpå det dannes fnokker som igjen tas ut som slam ved hjelp av flotasjon. Slam fra anlegget avvannes og transporteres til videre behandling hos Hallingdal renovasjon IKS (rankekompostering).

Utslippstillatelsen er datert 19.09.2003. Det er krav om minst 93 % reduksjon av fosfor (tot.-P) og krav til totalutslipp er satt til 320 kg total fosfor/år jf. utslippstillatelsen. Trøim RA har også krav til minst 70 % reduksjon av BOF_5 (eller maks konsentrasjon $25 \text{ mg O}_2/\text{l}$ i renset avløpsvann, og for KOF_{Cr} er kravet minst 75 % reduksjon (eller maks konsentrasjon $125 \text{ mg O}_2/\text{l}$ i renset avløpsvann).

Renseanlegget har overholdt rensekravene de siste ti årene, jf. Figur 2-2.

Nøkkeltall utslipp	Enhet	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Total fosfor	kg/år	111,5	17	35	19	23	48	42	31	31	52,4	39,9
Total fosfor, restkons.	mgP/l	0,40	0,10	0,15	0,10	0,09	0,13	0,20	0,15	0,17	0,28	0,17
Total fosfor, renseeffekt	%	93	99	98	99	98	95,7	96,8	97,7	97,9	97	98
Organisk stoff, KOF	tonn/år	16,5	8,1	16,8	11,75	13,25	20,6	27,2	20,1	9,9	11,0	22,6
Org. stoff, restkons. KOF	mgO/l	57,8	38	57	47	52	56,4	87	35	63	59	96
Org. stoff, renseeffekt KOF	%	89	94	92	95	90	87	89	95	92	93	90
Organisk stoff, BOF_5	tonn/år	3,6	2,4	6	4,9	4,8	8,9	6,4	2	3,9	3,6	9,6
Org. stoff, restkons. (BOF_5)	mgC/l	11,4	10,2	17,7	15,3	17,8	24,4	21,1	9,8	27,1	19	40,9
Org. stoff, renseeffekt BOF_5	%	94	97	95	96	93	86	93	97	93	94	90
Overholdt varslede krav til org stoff	ja/nei	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja

Figur 2-2: Nøkkeltall for rensing og utslipp fra Trøim RA i perioden 2013-2023 (Hemsedal kommune, 2024).

Historiske tilførsler til renseanlegget er gjengitt i Tabell 2-1.

Tabell 2-1: Tilførsler (i pe) til Trøim RA i perioden 2016-2024 (fra døgnprøver og årsrapporter).

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Snitt pe ¹	3094	2591	2962	4161	2921	2775	4889	5189	8147
Maksuke-pe ² _{BOF5}	-	-	-	6072	4375	4150	8216	7592	12863 ^{2,3}

¹ Fra døgnprøver for BOF₅² Fra årsrapporter³ Industripåslipp sammenfalt med påskeuka, og var et engangstilfelle (ref. årsrapporten for 2024).Maksukebelastningen i 2025 var på 7955 pe_{BOF5}.

2.2.3. Ulsåk RA

Ulsåk renseanlegg ble ombygd og rehabilitert i 2012-2013. Renseprosessen er kjemisk/biologisk rensing med ultrafiltrering/MBR teknologi. Slam fra anlegget transporteres til Trøim renseanlegg for avvanning før det går til videre behandling hos Hallingdal renovasjon IKS. Renseanlegget har en kapasitet på 2000 pe, og $Q_{\text{dim}} = 17 \text{ m}^3/\text{h}$ og $Q_{\text{maks}} = 34 \text{ m}^3/\text{h}$.

Utslippstillatelsen for Ulsåk renseanlegg er gitt av Fylkesmannen i Buskerud 27.08.1991. I utslippstillatelsen er det stilt krav til minst 90 % renseeffekt for total fosfor. I årsrapportene blir renseanleggets renseeffekt også vurdert opp mot sekundærrensekravene. Anlegget tilfredsstilte rensekravene, samt også sekundærrensekravet, i perioden 2013-2021, se Figur 2-3.

Nøkkeltall utslipp	Enhet	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Total fosfor	kg/år	93,7	43,4	9	3	2	3	2	7	33	17
Total fosfor, restkons.	mgP/l	1,45	0,76	0,17	0,05	0,04	0,07	0,05	0,12	0,46	0,23
Total fosfor, renseeffekt	%	77	89	97	99	99	99	99	98	95	96
Organisk stoff, KOF	tonn/år	9,9	4,5	1,5	2,2	1,3	3,23	1,58	1,98	3,64	2,78
Org. stoff, restkons. KOF	mgO/l	164,3	69,4	33	38	23	26	31	35	55	7,61
Org. stoff, renseeffekt KOF	%	64	85	93	92	97	97	96	95	92	95
Organisk stoff, BOF5	tonn/år	3,7	0,6	0,2	0,09	0,06	0,09	0,11	0,17	1,92	0,66
Org. stoff, restkons. (BOF5)	mgC/l	63,8	8,6	3,7	1,4	1,2	2	2	3	15,8	1,81
Org. stoff, renseeffekt BOF5	%	68	96	98	99	100	99	100	99	96	98
Overholdt varslede krav til org stoff	ja/nei	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Figur 2-3: Nøkkeltall for rensing og utslipp fra Ulsåk RA i perioden 2012-2021 (Hemsedal kommune, 2021).

Påslipp fra Spekeloftet

Det ble tatt prøver av påslippet fra Spekeloftet i november 2023. Resultatene er gjengitt i Tabell 2-2.

Tabell 2-2: Analyseresultater påslipp Spekeloftet nov. 2023

Prøvetakings- dato	Konduktivitet ved 25°C (mS/m)	Klorid (Cl ⁻) (mg/l)	KOF _{Cr} (mg/l)	BOF ₅ (mg/l)
08.11.2023	>4180	35 000	22 000	15 000
09.11.2023		38 000	24 000	12 000
10.11.2023		40 000	27 000	13 000
11.11.2023		47 000	34 000	20 000
12.11.2023		50 000	29 000	17 000
13.11.2023		43 000	27 000	17 000
14.11.2023		31 000	25 000	15 000

Påslippet fra Spekeloftet lå på ca. 2 m³ i døgnet. Det gir følgende gjennomsnittlige døgnmengder i produksjonsperioden (november) basert på analyseresultatene i Tabell 2-2:

- Klorid (Cl⁻): 81 kg
- KOF_{Cr}: 54 kg
- BOF₅: 31 kg

Dette dannet grunnlag for et utkast til påslippsavtale mellom Hemsedal kommune og Spekeloftet som ble utarbeidet av Asplan Viak i forbindelse med dette skisseprosjektet.

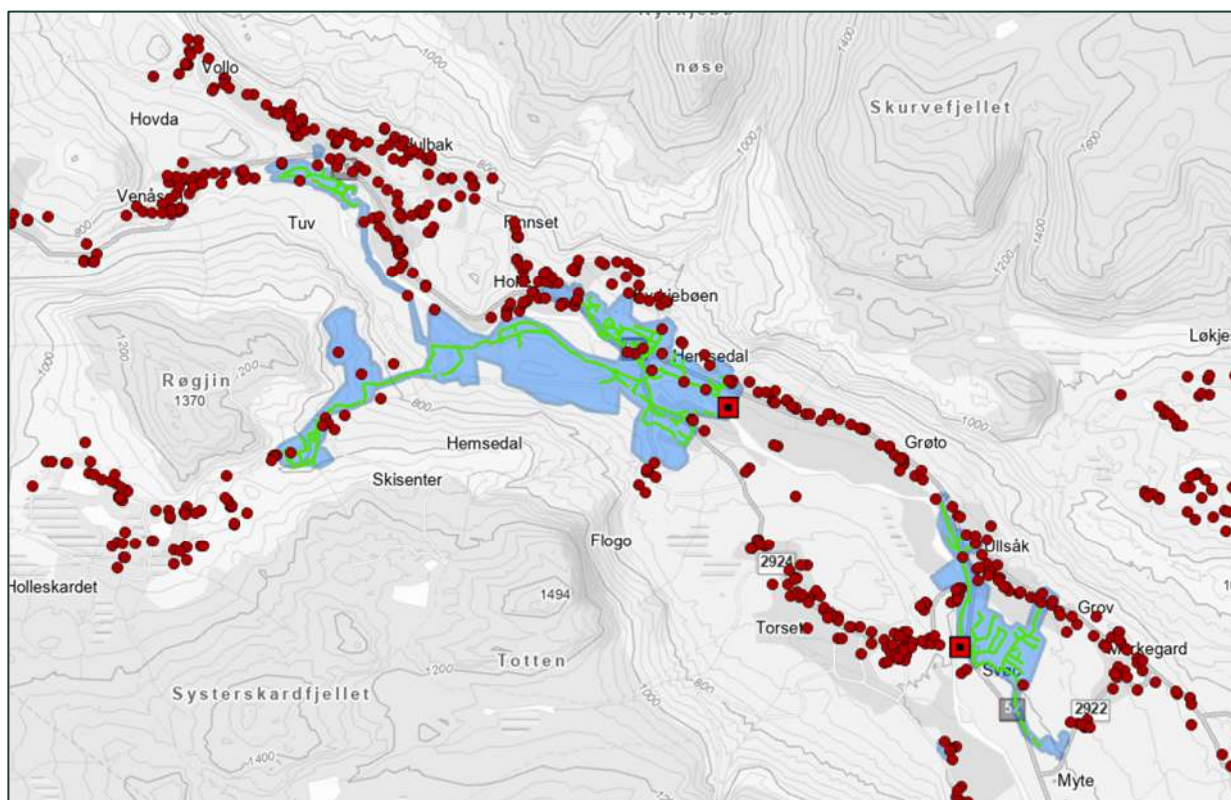
Som nevnt i kap. 1.1 opphørte påslipp fra Spekeloftet i oktober 2024.

2.2.4. Private renseanlegg innenfor tettbebyggelsene

Det var i 2024 38 registrerte, private avløpsanlegg innenfor Tuv-Trøim tettbebyggelse, og 25 innenfor tettbebyggelsen Ulsåk (data fra KAV Hallingdal). Private avløpsanlegg er vist sammen med tettbebyggelsene, avløpssystemene mv. i Figur 2-4.

Når ny utslippstillatelse gis for den sammenslåtte tettbebyggelsen, vil det kunne bli stilt krav til minimum 98 % tilknytningsgrad. Hemsedal kommune har relativt få private anlegg innenfor nevnte tettbebyggelser, og har en tilknytningsgrad på godt over 95 %². Tilknytningsgraden bør beregnes mer nøyaktig til søknad om utslippstillatelse for den sammenslåtte tettbebyggelsen, og det nye renseanlegget som foreslås i dette skisseprosjektet.

² Basert på at det i Tuv-Trøim og Ulsåk tettbebyggelse er over 1200 abonnenter og under 63 private anlegg i dag.



Figur 2-4: Private, mindre avløpsanlegg i området (KAV, 2024).

2.3. Forventede framtidige rensekrav

2.3.1. Nitrogenrensing

Statsforvalteren i Østfold, Buskerud, Oslo og Akershus har i vedtak datert 27.11.2024 pålagt Hemsedal kommune å gjennomføre en utredning av kommunens handlingsrom for å innføre nitrogenrensing for Tuv-Trøim tettbebyggelse (Statsforvalteren i Østfold, Buskerud, Oslo og Akershus, 2024). Vedtaket bygger på klassifiseringen av hele Oslofjorden som nitrogenfølsomt område i 2023, som i henhold til avløpsdirektivet medfører at tettbebyggelser over 10 000 pe (BOF₅) i nedbørsfeltet må innføre nitrogenrensing innen 2030. Statsforvalteren presiserer at det ikke er adgang til å gi utsettelse ut over denne fristen, som følger av en EØS-rettslig forpliktelse.

Hemsedal kommune er dermed forpliktet til å utarbeide en realistisk plan for innføring av nitrogenrensing «snarast og seinast innan 2030». Denne skal inkluderes i framtidig utslippstillatelse og inngå i kommunens rapportering til Oslofjordens handlingsplan. Utredningen skal vurdere ulike renseløsninger (inkl. tilpasning av eksisterende anlegg og

nybygg), renseeffekter på 70, 80 og 85 %, kostnader, energinøytralitet og mulig samarbeid med andre kommuner.

Kommunen har påklaget vedtaket til Miljødirektoratet og uttrykt at innføring av nitrogenrensing innen 2030 ikke er realistisk, hverken økonomisk eller praktisk, gitt investeringens omfang og kommunens kapasitet (Hemsedal kommune, 2024). Hemsedal stiller også spørsmål ved hjemmelsgrunnlaget, kost/nytte-forhold, og påpeker at direktivets frist på 7 år er knyttet til revisjon av liste over følsomme områder – som foreløpig ikke er formelt gjennomført i norsk rett. Det påpekes også at regelverkets bruk av pe i maksuke gir urimelige utslag for kommuner med store sesongvariasjoner og lav årlig gjennomsnittsbetlastning.

På tross av pågående klagesak legges det til grunn i dette skisseprosjektet at kommunen må planlegge for nitrogenrensing innen 2030, og det er derfor gjennomført vurderinger av relevante prosessløsninger og rensegrader som grunnlag for videre arbeid.

2.3.2. Mulige konsekvenser ved innføring av revidert avløpsdirektiv

I EU arbeides det med revisjon av avløpsdirektivet, noe som vil innebære oppdateringer og endringer i krav til avløpshåndtering og -behandling innenfor medlemslandene. Dette har konsekvenser også for Norge, gjennom EØS-avtalen, hvor Norge er forpliktet til å følge EU-regelverket på en rekke områder, inkludert miljø. Norge har allerede implementert deler av EU-direktivet gjennom forurensningsforskriften, og nye oppdateringer fra EU vil kreve endringer i nasjonalt regelverk for å opprettholde EØS-avtalens krav.

Det nye avløpsdirektivet fra EU kan introdusere flere endringer sammenlignet med dagens norske forurensningsforskrift. Viktige endringer inkluderer utvidet anvendelsesområde til tettbebyggelser med 1000 pe og oppover, strengere krav til sekundær- og tertiærrensing for å redusere organiske stoffer, nitrogen, fosfor, samt innføring av kvartærrensing for mikroforurensninger i større anlegg. Det foreslås også en ny definisjon av tettbebyggelse.

I de etterfølgende delkapitlene presenteres noen av kravene i nytt avløpsdirektiv slik det det er vedtatt i EU.

Tettbebyggelse

Den nye definisjonen av tettbebyggelse i det foreslåtte avløpsdirektivet fokuserer på områder hvor forurensningsbelastningen fra urbant avløpsvann er konsentrert nok til at det krever oppsamling og behandling i et avløpsrenseanlegg. Det spesifiseres at for å regnes som en tettbebyggelse, må området ha en forurensningskonsentrasjon på 10-25 pe per hektar. Denne relativt vage definisjonen gir betydelig rom for skjønn når dette skal implementeres i norsk regelverk.

Miljødirektoratet har uttrykt, på Norsk Vanns fagtreff 2024, at de i utgangspunktet ikke ønsker å endre definisjonen av tettbebyggelse. Det kan likevel komme en endring, med grunnlag i at den norske definisjonen er strengere enn i f.eks. Sverige og Danmark, og konsekvensene dette får for eksempelvis tettbebyggelser med høy andel fritidsboliger.

Det er foreslått et Norsk Vann-prosjekt i 2024/2025 som blant annet skal se nærmere på hvordan begrepene knyttet til tettbebyggelse brukes, og utvikle en veiledning for beregning av pe for tettbebyggelser (Norsk Vann, 2023). Det er i tillegg et prosjekt på gang i regi av KS som skal se på definisjonen i dagens og revidert direktiv og hvilket handlingsrom som finnes her mht. norsk definisjon (KS, 2025). Dette prosjektet skal være ferdig høsten 2025.

Dersom definisjonen endres, så anbefales det å revidere kartleggingen av kommunens tettbebyggelser, samt pe-beregningene for disse, da dette er grunnleggende for hvilke krav som vil bli stilt til de ulike tettbebyggelsene.

Sannsynligvis blir ikke endringen av definisjonen så omfattende at Ulsåk ikke lengre er en tettbebyggelse med over 1000 pe, så Ulsåk vil uansett bli omfattet av direktivet.

Tuv-Trøim er i dag vurdert å utgjøre en tettbebyggelse på så vidt over 10 000 pe (ca. 10 200 pe), men det er usikkert om dette vil være tilfelle dersom den fremtidige definisjonen av tettbebyggelse eller prinsippene for pe-beregning – herunder f.eks. vektingen av fritidsboliger/turisme – endres ved implementering av det reviderte direktivet i norsk regelverk. Det er heller ikke eksplisitt fastsatt i gjeldende avløpsdirektiv eller i forurensningsforskriften § 11-3 bokstav k at fastboende og fritidsboligbrukere/turister skal telle likt ved beregning av tettbebyggelsens størrelse i pe, men dette er per i dag lagt til grunn i miljømyndighetenes praktisering av regelverket.

Rensekrav

En viktig endring er at grensen for størrelsen på tettbebyggelser som skal ha tertiærrensing i tillegg til sekundærrensing senkes fra 2000 til 1000 pe. Det legges opp til en trinnvis innføring av disse kravene etter størrelse på tettbebyggelsen(-e). Kravene og fristene er oppsummert på Norsk Vanns hjemmesider (Norsk Vann, 2025). En oppsummering av de nye rensekravene er oppgitt her:

- Pålegg om sekundærrensing for alle tettbebyggelser med 1 000 pe.
- Tertiærbehandling vil være påkrevd for alle anlegg som dekker 150 000 pe og over (svært få av disse i Norge), og for anlegg med 10 000 pe med utslipp til sårbart område. For å bestemme om en tettbebyggelse skal få krav til rensing av fosfor, nitrogen, eller begge deler under det nye avløpsdirektivet, vil det kreves en risikovurdering basert på områdets sårbarhet for eutrofiering og andre miljørisikoer. Det må identifiseres hvilke spesifikke områder som er følsomme for disse

næringsstoffene, og anvende tilpassede krav for å beskytte vannkvaliteten. Dette innebærer en mer detaljert vurdering av lokale forhold, vannforekomsters tilstand og potensiell påvirkning fra avløpsutslipp. Det er foreslått følgende krav:

- Anlegg i tettbebyggelser fra 10 000 pe med utslipp til sårbart område (krav vurdert som årlig gjennomsnitt):
 - 0,7 mg P/l eller 87,5 %
 - og/eller 10 mg N/l eller 80 %
- Kwartærbehandling for mikroforurensninger blir obligatorisk for alle anlegg over 150 000 pe, og over 10 000 pe basert på risikovurdering.

Det er miljømyndighetene (Statsforvalteren/Miljødirektoratet) som avgjør om det skal stilles krav om kvartærrensing, basert på resipientens sårbarhet og samlet belastning fra mikroforurensninger. Hemsedal kommune kan derfor bli pålagt å gjennomføre supplerende resipientundersøkelser og fremskaffe data som grunnlag for en slik vurdering. Det anbefales at nytt renseanlegg dimensjoneres og planlegges med fleksibilitet for eventuell fremtidig utvidelse med kvartærrensing, dersom det senere skulle bli stilt krav om dette i ny utslippstillatelse.

Tilknytningsplikt

I revidert avløpsdirektiv vil det komme krav om tilknytningsplikt i alle tettbebyggelser med mer enn 1000 pe, men med åpning for private anlegg der «der tilknytning til ledningsnett ikke vil gi miljømessig nytte, kostnadene vil være altfor høye eller det ikke er teknisk mulig».

Overløp

Det er satt et veiledende, ikke-bindende mål om et maksimalt stoffutslipp fra overløp på 2 % av tørrværmengden (organisk stoff, samt fosfor og nitrogen ved utslipp til sårbart område).

Andre krav

Det nye avløpsdirektivet kan også introdusere krav om:

- Utvidet overvåking av avløpsvann for helsefarlige parametere og kjemiske forurensninger, inkludert spesifikke virus og resistens mot antibiotika.
- Forbedret styring av overvann og reduksjon av forurensninger fra overvann.
- Energioppfølging og mål om energienøytralitet for avløpsrenseanlegg, med gradvis økning i bruk av fornybar energi.
- Utvidet produsentansvar for å dekke kostnader knyttet til fjerning av mikroforurensninger, særlig for produsenter av farmasøytiske og kosmetiske produkter.

Utover signaliserte kravene i revidert avløpsdirektiv vil det i fremtiden sannsynligvis bli fokusert mer på tungmetaller, organiske miljøgifter, medisinerester og mikroplast i utslipp fra renseanleggene. Per i dag er det for eksempel krav om prøvetaking av tungmetaller og organiske miljøgifter i indre Oslofjord og indre Drammensfjorden og i utslippsvannet fra store renseanlegg, men foreløpig er det ingen utslippskrav til disse parameterne.

Det kan også bli endrede krav til disponering av avløpsslam, slik at det blir mer aktuelt med biologisk fosforfjerning for å få mer biotilgjengelig fosfor ved disponering i jordbruket. Det kan også bli mindre aktuelt å bruke slam i jordbruket, slik at man må finne andre anvendelsesområder for slammet.

Direktivet inneholder minimumskrav

Det presiseres også direktivet er minimumskrav, så norske myndigheter kan velge å ta inn strengere krav i regelverket, og miljømyndighetene vil sannsynligvis fortsatt sette strengere krav når forholdene i resipienten, brukerinteresser el. tilsier det.

I dag er det som nevnt krav til sekundærrensing og fosforfjerning, en kan anta at resipienten blir klassifisert som sårbar slik at kravet til fosforfjerning blir videreført, og at det varslede kravet til nitrogenfjerning vil bli en realitet.

2.4. Resipient

Resipienten for rensset avløpsvann vil være Hemsil. Hemsil mottar i dag rensset avløpsvann fra Tuv, Trøim og Ulsåk RA. Med en eventuell etablering av ett felles renseanlegg for disse tre rensedistriktene, vil det kun bli ett utslipp av rensset avløpsvann fra denne tettbebyggelsen til Hemsil.

Data om Hemsil er hentet ut fra Vann-nett og oppsummert i Tabell 2-3.

Tabell 2-3: Data om resipienten fra Vann-nett (Miljødirektoratet, 2023)

Generell Informasjon	
Navn	Hemsil Tuv-Eikredammen
Vannkategori	Elv
Vanntypenavn	Middels til stor, kalkfattig, svært klar (TOC<2)
Nasjonal vanntype	R204
Økoregion	Østlandet
Klimasone	Middels (200-800 moh.)
Størrelse	Middels til store (100 - 1000 km ²)
Beskyttede områder	PA4445 (Bruøyne friluftsområde) og PA5671 (Østlandet)

Miljømål	Økologisk og Kjemisk Tilstand: God (2022-2027)
Miljøtilstand	Økologisk Tilstand: God (Høy presisjon) Kjemisk Tilstand: Udefinert
Kvalitetslementer	Påvekstalger, Fisk, Forsuringstilstand, Nitrogenforhold, Fosforforhold
Tilstand	Påvekstalger, Fisk, Forsuringstilstand, Nitrogenforhold, Fosforforhold: God/Svært god
Påvirkning	Dammer, Diffus forurensning, Punktforurensning, Jordbruk, Hydrologisk påvirkning
Tiltak	Rådgiving om klima- og miljøvennlige driftsmåter Utbedring av avløpsanlegg Kart- og planlegging spredt avløp

Det gjennomføres resipientovervåking i Hemsil oppstrøms og nedstrøms Trøim RA årlig. Figur 2-5 viser resultatene for årene 2014-2023 med klassifisering av miljøtilstand. Samlet tilstandsvurdering for årene 2021-2023 er vist i Figur 2-6. Resultatene tyder på at Hemsil er noe påvirket av utslippet fra Trøim RA, men den er relativt liten. Den samlede tilstandsvurderingen for treårsperioden 2021-2023 gir svært god tilstand oppstrøms og god tilstand nedstrøms renseanlegget (Rambøll, 2024).

Parameter	Total fosfor(µg/l) middelverdi		Total nitrogen (µg/l) middelverdi		TKB (ant./100ml) 90% persentil		Begroingsalger (PIT)	
	Opp	Ned	Opp	Ned	Opp	Ned	Opp	Ned
Trøim ra								
2014	8,6	8,6	246	379	12	239		
2015	7,3	8,3	199	229	159	109	13,3	13,3
2016	3,4	3,8	245	301	31	97		
2017	3,6	3,8	190	260	77	79	9,89	9,51
2018	4,3	3,7	215	232	96	178		
2019	11,8	10,8	106	227	19	173		
2020	10,4	10,4	160	190	163	262	8,5	12,05
2021	4,2	6,6	134	186	32	63		
2022	8,0	11,4	116	212	91	315		
2023	8,9	9,2	176	288	37	17	6,18	11,83

Figur 2-5: Klassifiseringsresultater for perioden 2014-2023 (Rambøll, 2024)

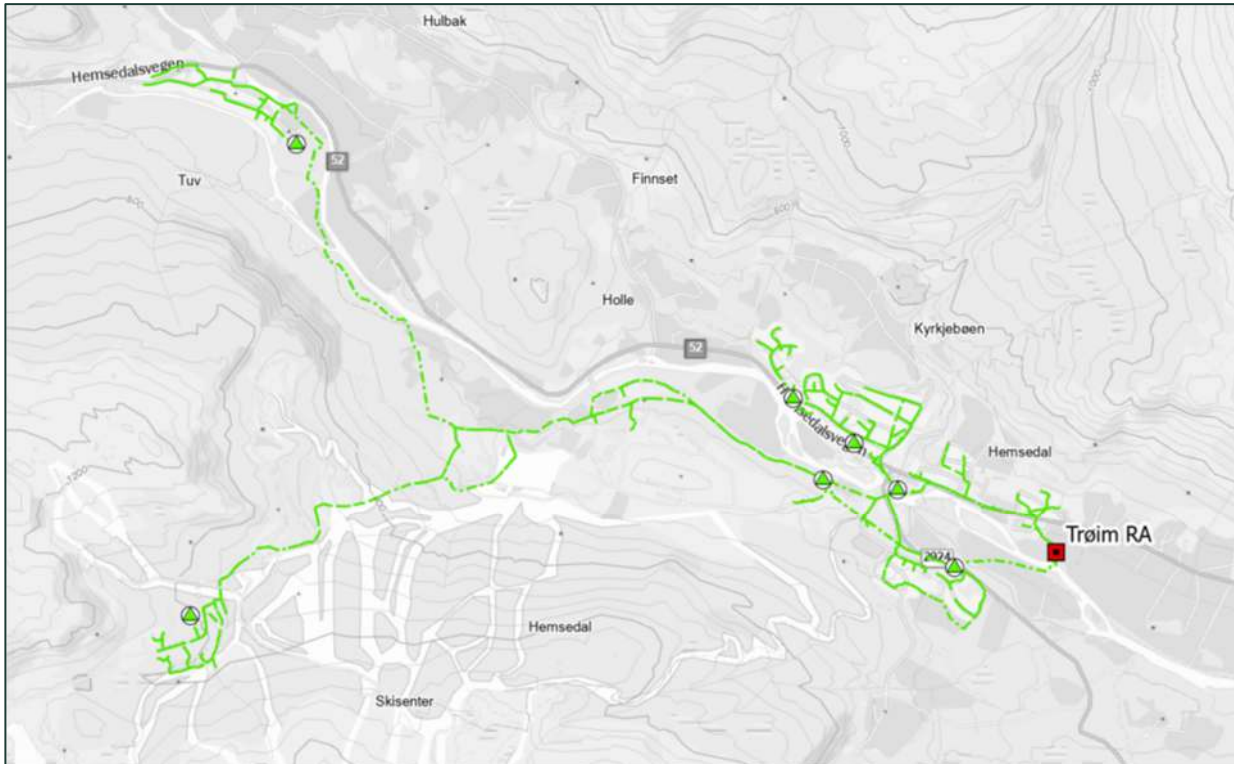
Prøvepunkt	Total Fosfor	Total Nitrogen	Tilstand næringssalter	Tilstand begrøingsalger	Samlet tilstand
	nEQR	nEQR	gjennomsnitt nEQR	nEQR	
Trøim oppstrøms	0,85	1,00	0,93	1,00	Svært god
Trøim nedstrøms	0,75	0,96	0,86	0,70	God

Figur 2-6: Samlet tilstandsvurdering (2021-2023) for Hemsil oppstrøms og nedstrøms Trøim RA med klassifisering av miljøtilstand (Rambøll, 2024).

2.5. Transportsystem for avløp

2.5.1. Tuv-Trøim rensedistrikt

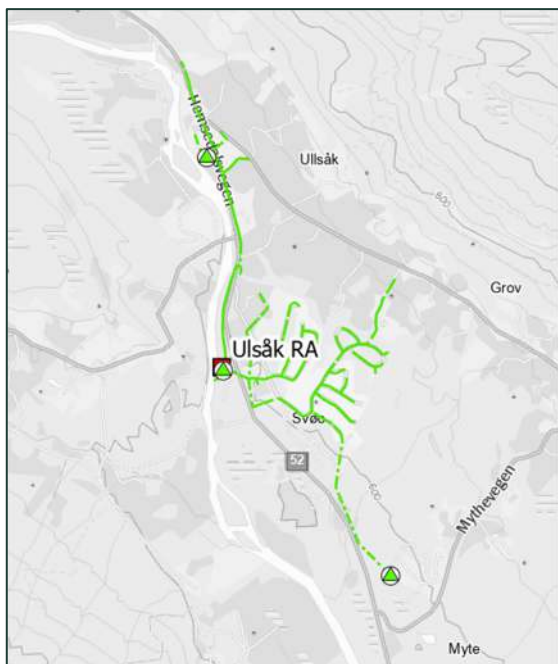
Det er ca. 33 km med spillvannledninger i avløpssystemet og 7 pumpestasjoner. Det strekker seg fra gamle Tuv rensedistrikt i nord, til Trøim RA i sør. Kartutsnitt med avløpssystemet er vist i Figur 2-7. Turisme fører i perioder til vesentlig økte avløpsmengder inn til renseanlegget. Det er etablert fordrøyning i avløpssystemet for å utjevne toppbelastningen noe.



Figur 2-7: Oversiktskart over avløpssystemet tilknyttet Trøim RA. Spillvannledninger med mørkegrønn farge indikerer ledninger under bygging (per. august 2024).

2.5.2. Ulsåk rensedistrikt

Ulsåk rensedistrikt strekker seg fra Nedre Ulsåker i nord til Mythe hyttefelt i sør. Bebyggelsen i området består i hovedsak av bolighus, men det er også en del fritidsleiligheter og hytter innenfor området (Mythe hyttefelt). Det er ca. 10 km spillvannledninger og tre pumpestasjoner. Avløpssystemet er vist i Figur 2-8.



Figur 2-8: Oversiktskart over avløpssystemet tilknyttet Ulså RA.

Av næringsvirksomhet er det særlig Moen camping og Spekeloftet som har bidratt med vesentlig mengder avløpsvann. Spekeloftet-bedriftene driver næringsmiddelproduksjon (pinnekjøtt bl.a.) og spillvannet har en sammensetning og konsentrasjon som har gitt utfordringer på Ulså RA. Som tidligere beskrevet, så opphørte påslippet fra Spekeloftet i oktober 2024. Hemsedal kommune tillater ikke påslipp av saltlake på noen av kommunens avløpsanlegg lenger, og virksomheten har funnet seg en alternativ måte å bli kvitt saltlaken.

3. Tilstandsvurdering av eksisterende renseanlegg

3.1. Metode

Det er gjennomført befarings på Trøim og Ulsåk RA 26.01.2024 sammen med driftspersonell fra Hemsedal kommune. Tilstandsvurderingen av renseanleggets prosess tekniske tilstand er på et overordnet nivå. Vurderingene baseres hovedsakelig på visuelle observasjoner og opplysninger fra driftspersonell, samt den dokumentasjonen som er gjort tilgjengelig for Asplan Viak. Det tas forbehold om at det kan være enkelte forhold som ikke blir belyst i tilstrekkelig grad ifm. gjennomgangen.

Det er ikke gjort spesielle inspeksjon av bassengene ut over det som kan sees når anlegget er i daglig drift.

Tilstanden på hver enkelt komponent klassifiseres i følgende tilstandsklasser som er vist i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Klassifisering av tilstandsklasse for prosesskomponenter på renseanlegg

Tilstandsklasse	Forklaring
A	Øyeblikkelig tiltak kreves. Dette er komponenter som allerede har sviktet, eller som en forventer svikt på i løpet av et år
B	Det kan forventes behov for tiltak innen 5 år
C	Det kan forventes behov for tiltak innen 10 år
D	Behov for tiltak forventes ikke før om minst 10 år
I	Komponenten er ikke i bruk. Dette er komponenter som er tatt ut av bruk fordi de er overflødige, eller fordi de har sviktet
U	Ukjent. Gjelder komponenter der tilstanden ikke kunne vurderes, eller komponenter som ikke ble funnet

3.2. Trøim renseanlegg

Eksisterende bygning er oppført i flere byggetrinn med ombygging og tilbygg.

Forbehandlingstrinnet består av to rister av nyere dato som fungerer tilfredsstillende. Vannet ledes fra forbehandling til MBBR-trinnet, og derfra til rørflokkulator for tilsetning av kjemikalier og polymer. To flotasjonsanlegg av type Musling og Nijhuis brukes for slamseparasjon.

MBBR-trinnet ble etablert med å bruke eksisterende basseng på anlegget. Bassengene har ikke optimal dybde som krever store luftmengder og dermed høyt energiforbruk for å opprettholde det ønskelige oksygennivået i vannet.

Flotasjonsanlegget er av eldre dato, og det må forventes at det oppstår økt vedlikeholdsbehov. Flotasjon er noe mer komplisert enn for eksempel sedimentering, og krever mer vedlikehold.

Slamavvanningen kjøres uten redundans på hverken slampumpe eller avvanningsmaskin, og dette gjør trinnet sårbart mht. tilgjengelig bufferkapasitet i slamlageret for slam.

Avtrekket fra prosesshallen går gjennom et luktrduksjonsanlegg før det går videre til ventilasjonsaggregatet. Det er delvis avtrekk fra prosesshallen uten luktbehandling.

Anlegget har gjennomgått flere ombygninger og fremstår som velbrukt, men velholdt. Tilstanden til ulike komponenter er oppsummert i Tabell 3-2. Det kan være behov for å fylle på nye bæremedier etter intens lufting i biobassenget om fem år. Det kan også være nødvendig å erstatte hoveddeler på Muslingen (flotasjonen) på grunn av normal slitasje og levetid. Ellers er tilstanden til innløpspumper, prøvetakere, rister, sandfang og avvanningsmaskin god, og det forventes ikke behov for utskifting, bortsett fra vanlig vedlikehold.

Tabell 3-2: Oppsummering av tilstandsvurdering for komponenter på Trøim RA

Tilstandsklasse	Forklaring	Kommentar
A	Øyeblikkelig tiltak kreves. Dette er komponenter som allerede har sviktet, eller som en forventer svikt på i løpet av et år	
B	Det kan forventes behov for tiltak innen 5 år	
C	Det kan forventes behov for tiltak innen 10 år	MBBR (skifte/påfyll bæremediet), Musling, avvanningsmaskin, slamfordelingssystem
D	Behov for tiltak forventes ikke før om minst 10 år	Pumper, prøvetaking, rist
I	Komponenten er ikke i bruk. Dette er komponenter som er tatt ut av bruk fordi de er overflødige, eller fordi de har sviktet	
U	Ukjent. Gjelder komponenter der tilstanden ikke kunne vurderes, eller komponenter som ikke ble funnet	

3.3. Ulsåk renseanlegg

På Ulsåk RA består forbehandlingstrinnet av rist og en kombinert enhet med sand- og fettfang. Forbehandlingstrinnet fungerer tilfredsstillende. Vannet ledes til aktivslambassengene via tidligere flokkuleringstrinn etterfulgt av et aktivslamtrinn med membraner som separasjonstinn (membranbioreaktor, MBR). Slammet transporteres til Trøim RA for avvanning.

Eksisterende bygning er oppført i flere byggetrinn med ombygging og tilbygg. Anlegget er preget av flere ombygninger og fremstår som velbrukt, men er velholdt.

Tilstander for forskjellige komponenter er oppsummert i Tabell 3-3. Forbehandlingen er i god tilstand og kan brukes videre. MBR-trinnet er flaskehalsen for hele renseanlegget, og krever oppfølging og jevnlig vedlikehold. Det kan oppstå behov for utskifting av membraner. Prøvetakerne har vært i bruk på anlegget i en stund, og det kan oppstå behov for utskifting av noen hoveddeler.

Tabell 3-3: Oppsummering av tilstandsvurdering for komponenter på Ulsåk RA

Tilstandsklasse	Forklaring	Kommentar
A	Øyeblikkelig tiltak kreves. Dette er komponenter som allerede har sviktet, eller som en forventer svikt på i løpet av et år	MBR-trinnet
B	Det kan forventes behov for tiltak innen 5 år	
C	Det kan forventes behov for tiltak innen 10 år	Prøvetaking
D	Behov for tiltak forventes ikke før om minst 10 år	Pumper, rist og sandfang, biotrinnet
I	Komponenten er ikke i bruk. Dette er komponenter som er tatt ut av bruk fordi de er overflødige, eller fordi de har sviktet	
U	Ukjent. Gjelder komponenter der tilstanden ikke kunne vurderes, eller komponenter som ikke ble funnet	

4. Bygningsmessig tilstandsvurdering av Trøim og Ulsåk RA

4.1. Metode

Det ble gjennomført en befaring på Trøim og Ulsåk RA 26.01.2024 sammen med driftspersonell fra Hemsedal kommune. Tilstandsvurderingen er på et overordnet nivå etter NS3424 (nivå 1), og omhandler bygningsmassen for de to anleggene. Vurderingene baseres hovedsakelig på visuelle observasjoner og opplysninger fra driftspersonell, samt den dokumentasjonen som er gjort tilgjengelig for oss. Det tas forbehold om at det kan være enkelte forhold som ikke blir belyst i tilstrekkelig grad i forbindelse med gjennomgangen.

Det er ikke gjort spesielle inspeksjoner av betongkonstruksjoner for dykkede konstruksjoner (bassengene) ut over det som kan sees når anlegget er i drift. Ei heller inspeksjon av konstruksjoner i/under bakke nivå (fundamenter/ringmur etc.) ut over det som var synlig i dagen på befaringstidspunktet.

4.2. Trøim RA

Trøim RA ble opprinnelig bygget i 1982-83, og er senere vært ombygd, utvidet og rehabilitert i flere omganger. Det ble utført en større ombygging og rehabilitering i 2003-2006, og anlegget ble sist rehabilitert i 2017-2019.

Betongkonstruksjoner

Trøim RA har plasstøpte betongkonstruksjoner i grunnen for bassenger, innløpskum og pumpesummer. Bygget er fundamentert delvis med stripefundamenter og konstruktiv bunnplate i betong.

Betonggulvene i selve prosessdelen av anlegget fremstår i god stand og er godt vedlikeholdt. Det er minimalt med riss og sprekkdannelser, og samtlige gulvarealer innvendig i prosessdelen er dekket med epoxymaling. I kontor-, spiserom- og WC-arealer er det lagt belegg.

Det er registrert noe overflatesprekkdannelse i betongkonstruksjonene nær port- og døråpninger, noe som kan oppstå i områder med store temperaturforskjeller.

I tavlerommet har det oppstått en kraftig gjennomgående spekk i gulvet, med en setningsvariasjon på ca. 2 cm. Gulvet ser ut til å være en uarmert påstøp, og det antas at det ligger i en overgangssone mellom gulv på grunn og gulv med underliggende

betongkonstruksjoner. Det er ingen synlige tegn på sprekkdannelse eller setninger i ringmuren eller ytterveggene utvendig i samme område, noe som indikerer at det ikke er en svekkelse i den bærende konstruksjonen. Det har ikke blitt gjennomført ytterligere undersøkelser enn det som ble visuelt observert under befaringen, da konstruksjonstegninger ikke var tilgjengelige.



Figur 4-1: Bilde av sprekk i gulv tavlerom og sprekkdannelse ut mot portåpninger fra leger

På befaringstidspunktet var det ikke mulig å inspisere bassenger og andre neddykkede betongkonstruksjoner ut over det som var synlig over skvalpesonen, da anlegget var i full drift. Det var ingen tegn til synlig korrosjon eller annen betongtæring i skvalpesonen på de inspiserte bassengene. Det er heller ikke utført karboniseringstester av betongkonstruksjonene.

Betongkonstruksjonene fremstår generelt i god stand og er tilfredsstillende vedlikeholdt etter 35-40 års drift for et anlegg av denne typen.

Yttervegger

Overbygget er oppført i trekonstruksjoner med yttervegger av isolert bindingsverk, utvendig kledd med tømmermannskledning og innvendig med platekledning. Veggtykkelsen varierer noe, men primært er veggene 100-120 mm tykke. Ytterveggene og den utvendige kledningen fremstår i god stand. Det er ikke funnet indikasjoner på råte eller fuktskader.

Den innvendige platekledningen fremstår hel og pen uten større skader. Basert på byggets alder og utseende kan den innvendige platekledningen være asbestholdige eternitt- eller pernittplater.

Vinduer i prosessdelen er hovedsakelig fra byggeåret (1982-83) og viser tegn på aldring og slitasje. Dører og porter i ytterveggene varierer i årgang, kvalitet og isoleringsevne. Det var

gjennomgående en del utette dører og porter med gliper mot karm og ned mot betonggulv.

Bærende konstruksjoner

Byggets innvendige åpne bærelinjer i prosessdelen er utført med synlige limtrebjelker som hviler på limtresøyler ført ned på betongkonstruksjoner med stålplater og understøpt. Konstruksjonene er malt eller beiset.

Det er ikke funnet råte eller fuktskader på konstruksjonene utover normal slitasje og aldring for et anlegg av denne typen. Konstruksjonene fremstår generelt hele, godt utført og godt vedlikeholdt.

Takkonstruksjon

Takkonstruksjonen består av isolert sperretak av tre som hviler på yttervegger og limtrebjelker. Utvendig er taket tekket med stålplater, og innvendig himling i åpne arealer varierer mellom Troldekt (treullsementplater) og perforerte stålplater.

I tilstøtende arealer til prosessdelen, som kontorer, WC og garderober, er det brukt standard fastmonterte himlingsplater.

Generelt er det kun observert noe aldring og slitasje på takkonstruksjonen innvendig. Utvendig var det snø på taket ved befaringstidspunktet, noe som begrenset muligheten for full inspeksjon.

4.2.1. Bygningsmessige anbefaling for Trøim renseanlegg.

Det er ikke avdekket noe i tilstandsvurderingen ved de bygningsmessige konstruksjonene som tilsier at man må gjennomføre større tiltak. Det var dog ønskelig fra kommunen sin side at man så på noen «enkle» tiltak som kunne forbedre byggets energiforbruk, samt at man så på en forbedret løsning for luktreduksjon.

- **Utskifting av vinduer fra byggeår 1982-83.** Bygningsmessig vil det være mye å hente på å skifte ut eksisterende vinduer med nye vinduer med 2- eller 3-lags isolerglass som har vesentlig bedre U-verdi. Dagens minstekrav etter TEK 17 er $\leq 1,2$ [W/(m²K)]. Vinduer fra 1980-tallet har erfaringsmessig en U-verdi på rundt 2,4 [W/(m²K)].
- **Utskifting/utbedring av porter og dører.** Det vil også være energibesparende å bytte ut noen av dagens porter og dører med nye med vesentlig bedre U-verdi, samt bedre tettelsninger mot karm og terskel.
- **Luktfjerning og Ventilasjonsanlegg.** For å oppnå mer effektiv energibruk til oppvarming, luktreduksjon og ventilasjon for bygget, anbefales det (etter en prat

med rådgivende ingeniør VVS hos Asplan Viak) at det gjennomføres en komplett tilstandsvurdering av det VVS-tekniske anlegget på Trøim RA.

4.3. Ulsåk Renseanlegg

Ulsåk Renseanlegg ble opprinnelig bygget på 1980-tallet. Anlegget har senere vært ombygd, utvidet og rehabilitert i flere omganger, og ble sist ombygget og rehabilitert i 2012-2013. Tilbygget hvor filtermembranene er plassert ble etablert ved siste ombygging.

Betongkonstruksjoner

Ulsåk RA har plasstøpte betongkonstruksjoner i grunnen for bassenger, innløpskum og pumpesumper. Bygget er delvis fundamentert på konstruktiv bunnplate og stripefundament med ringmur. Tilbygget fra 2012-13 er oppført på stripefundament med ringmur/pilastre og innvendig gulv på grunn.

Betongkonstruksjonene i anlegget fremstår som noe slitt. Gulvet har en del riss og sprekkdannelser, men ikke noe som anses som alvorlig. Epoxymalingen på gulvet er delvis slitt bort eller avflasket. Det er også noe avskallet betong på oppkasteren rundt det tidligere bassenget i midten av bygget. I tilbygget for filtermembraner er det mange riss og sprekker i betonggulvet. Det kan virke som om gulvet har vært underdimensjonert i forhold til belastningen, og at denne belastningen oppstod før gulvet var fullstendig gjennomherdet.

På befaringstidspunktet var det ikke mulig å inspisere bassenger og andre neddykkede betongkonstruksjoner utover det som var synlig over skvalpesonen, da anlegget var i full drift. Det var ingen tegn til alvorlig synlig korrosjon eller annen betongtæring i skvalpesonen på de inspiserte bassengene. Det er heller ikke utført karboniseringstester av betongkonstruksjonene.

Betongkonstruksjonene fremstår generelt i OK tilstand og er greit vedlikeholdt etter 35-40 års drift for et anlegg av denne typen.

Yttervegger

Hovedbygget er oppført i trekonstruksjoner med yttervegger i isolert bindingsverk, kledd med tømmermannskledning utvendig og platekledning innvendig. Veggtykkelsen varierer noe, men primært er veggene 100-120 mm tykke. Yttervegger og utvendig kledning fremstår i god stand. Det er ikke funnet tegn til råte eller fuktskader.

Den innvendige platekledningen er noe mer slitt, med sprukne plater og knekte hjørner. Basert på byggets alder og utseende kan den innvendige platekledningen være asbestholdige eternit- eller pernittplater.

Vinduer i hovedbygget er fra byggeåret og viser tegn på aldring og slitasje. Noen doble dører i ytterveggene fremstår i ok teknisk stand, men preges av dårlig tetting mot karm og mellom dørbblad.

I tilbygget er ytterveggene utført som prefabrikkerte sandwichelementer, med utvendig og innvendig stålplateprofil og isolert kjerne. De fremstår som hele og pene i overflaten.

Vinduer i tilbygget er tolags fastkarmvinduer fra 2012-13 med god kvalitet. Det er en dobbel dør i gavlveggen fra 2012-13 med grei kvalitet og alder, men den fremstår noe utett mot karm og i nedkant mot terskel/betonggulv.

Bærende konstruksjoner

Innvendige bærelinjer er utført med synlige limtrebjelker som hviler på limtresøyler ført ned på betongkonstruksjoner med stålplater og understøpt. Limtrebjelker har ved tidligere utvidelser av anlegget blitt kappet, tilpasset og skjøtet. Utførelsen av skjøtene fremstår noe enkel og litt rufsete utført. Konstruksjonene er malt eller beiset.

Det er ikke funnet råteskader eller andre skader på konstruksjonene utover normal slitasje og aldring for et anlegg av denne typen.

Tilbygget for membranfilter (fra 2012-13) er oppført med bærende konstruksjoner i stål. Stålrammer med søyle- og bjelkekonstruksjon i IPE-profil og avstivet med stålkruss i HUP-profil. Konstruksjonene fremstår i god stand.

Takkonstruksjon

Takkonstruksjonen for hovedbygget er utført som isolert sperretak med opplegg på limtrebjelker og yttervegg. Utvendig er taket teknet med stålplater og innvendig himling av perforerte stålplater. Det observeres noe aldringsslitasje innvendig. Utvendig var det snø på taket ved befaringstidspunktet.

Kommunen opplyser at taket ved større snøfall er utsatt for noen nedbøyninger, og at det ved snøsmelting og kraftig regn forekommer lekkasjer innvendig fra taket.

Takkonstruksjonen i tilbygget er utført med sandwichelementer for tak på takåser av stål, som spenner på langs mellom stålrammer. Konstruksjonene fremstår i god tilstand.

4.3.1. Bygningsmessige anbefalinger for Ulsåk RA

Tilstandsvurderingen viser ingen tegn alvorlige tilstandsgrader på noen konstruksjoner. Etter ønske fra Hemsedal kommune er det sett på hvilke tiltak som bør gjennomføres for å kunne ha tilfredsstillende drift av dagens anlegg videre i en 10-15-års periode. Deler av det prosesstekniske utstyret skal skiftes ut, og anlegget bygges om til SBR-anlegg.

- **Ny takkonstruksjon.** Det anbefales at man skifter ut taket siden man gjentatte ganger har opplevd lekkasjer og nedbøyninger ved større snøfall. Dagens krav til snølast etter norsk standard og eurokode er en betydelig skjerpelse sammenlignet med gjeldene standard fra tidlig 80-tall. En økning av taklast for snø vil også påvirke bærende konstruksjoner for taket som limtrebjelker og søyler, samt fundamentering for disse konstruksjonen. Det må gjøres en helhetsvurdering av om det er tilstrekkelig å forsterke dagens bærende konstruksjoner og så kun skifte ut sperretaket, eller om det vil være mer hensiktsmessig å skifte ut limtrebjelker og søyler i tillegg (disse er muligens underdimensjoner iht. nytt standardverk).
- **Betonggulv generelt.** Det anbefales at betonggulvet i anlegget rengjøres og epoxy-males på nytt. Dette for å forlenge levetiden, og bidra til å forhindre kjemikalieangrep i betongen.
- **Utskifting av vinduer fra byggeår 1982-83.** Energimessig vil det være mye å spare på å skifte ut eksisterende vinduer med nye vinduer med 2- eller 3-lags isolerglass som har vesentlig bedre U-verdi. Dagens minstekrav etter TEK 17 er $\leq 1,2$ [W/(m²K)]. Vinduer fra 1980-tallet har erfaringsmessig en U-verdi på rundt 2,4 [W/(m²K)].
- **Dører i yttervegg.** Det bør vurderes om det er behov for å gjennomføre tiltak rundt dører ved å installere nye tettelisten mot karmene. Videre bør det vurderes om alle dobbeltdører i hovedbygget bør erstattes med nye dører. Alternativt kan man vurdere om enkelte dører som ikke er i bruk kan lukkes permanent og erstattes med bindingsverkskonstruksjon.

5. Trøim RA - Restkapasitet til 2035

Det er utarbeidet en pe-beregning etter Bestemmelse av personekvivalenter (pe) i forbindelse med utslippstillatelse for avløpsvann NS 9426:2006 som er lagt til grunn for å beregne fremtidige belastninger på Ulsåk og Trøim RA. Det er tatt utgangspunkt i spillvannproduksjon som er vist i Tabell 5-1 for å beregne fremtidige vannmengder til anleggene som er hentet fra Norsk Vann-rapport 256/2020 (Norsk Vann, 2020), heretter kalt NV-256.

Tabell 5-2 viser omregning av spillvannproduksjon med utgangspunkt i en spesifikk spillvannproduksjon på 150 l/p·d i gjennomsnitt.

Tabell 5-1: Omregningsfaktorer for hydraulisk belastning fra institusjoner, servicevirksomhet o.l.

Type virksomhet	Hydraulisk belastning	Enhet
Skoler	30	l/elev·døgn
Arbeidsplasser	60	l/ansatt·døgn
Pleiehjem	340	l/seng·døgn
Høy standard hotell	375	l/overnattingsdøgn
Midlere standard hotell	205	l/overnattingsdøgn
Høy standard hytter	115	l/gjestedøgn
Hytter uten WC	55	l/gjestedøgn
Restauranter, kafeer	75	l/stol·døgn
Campingvogner	75	l/enhet·døgn

Tabell 5-2: Tilsvarende spillvannproduksjon i år 2035 fra forskjellige virksomheter med utgangspunkt i 150 l/p·d.

Type virksomhet	Ulsåk RA	Trøim RA	Enhet
Boliger	406	961	personer
Nye boliger/-boligfelt	112	1 881	personer
Innpendling	54	63	personer
Utpendling	-26	-	personer
Campingvogner	205	80	personer
Hotell med høy standard	180	4 933	personer
Serveringssteder	20	980	personer
Fritidsboliger	163	1 135	personer
Nye fritidsboliger	80	426	personer
Utleiehytter	34	1 318	personer
Totalt	1 227	11 829	personer

5.1. Hydraulisk belastning – Trøim RA

Pe-beregning etter NS 9426 en oversikt over hovedbidragsyttere for stoffbelastning i en tettbebyggelse, men samtidighet av vannforbruk og døgnvariasjoner fanges ikke opp med en slik pe-beregning. Det er derfor utarbeidet varighetskurver både for vannmengder og stoffbelastning for Trøim og Ulsåk RA, for å beregne fremtidige dimensjonerende hydrauliske- og stoffbelastninger.

Det foreligger timebaserte tilrenningsdata for Trøim RA for 2022-2023 og døgnbaserte data for årene før dette. Det er valgt å bruke timebaserte data i årene 2022-2023 da dette er data med høyere oppløsning, og kan dermed danne et bedre grunnlag for beregning av dimensjonerende vannmengder. Figur 5-1 viser varighetskurver for årene 2022 og 2023, samt en kurve for i samlede tidsserie data 2022 og 2023.

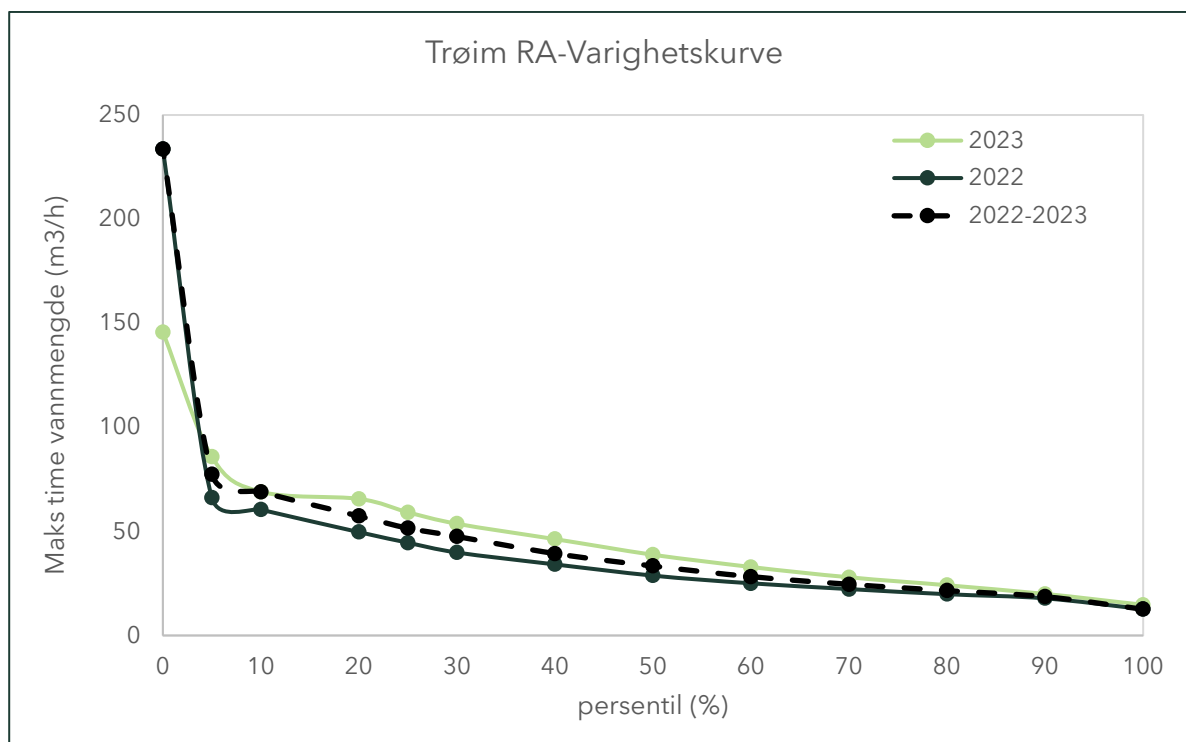
Dimensjonerende hydraulisk belastning er beregnet utfra persentilkurver av timetilførsel iht. Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg NV-256:2020. Dersom det foreligger timesverdier settes normalt Q_{dim} til 50-persentilen og $Q_{maksdim}$ til 95-persentilen av maks time timetilrenning over døgnet. $Q_{maksdim}$ er den midlere timesvannføringen som overskrides i 5 % av årets døgn.

Her forklares det kort de hydrauliske begrepene:

Q_{dim} : Dimensjonerende tilrenning ($m^3/time$) er definert som den maksimale timetilrenning som overskrides i 50 % av årets døgn (medianverdi). Hvis dataene foreligger på middelerverdi for døgn, brukes 70 % kvartilen.

$Q_{maksdim}$: maksimal dimensjonerende tilrenning ($m^3/time$) er definert som den største timetilrenning som skal kunne behandles i alle trinn i renseanlegget. Denne bestemmes ut fra hvor stor andel av den totale tilrenningen over året som kreves behandlet i anlegget.

Q_{maks} : Maksimal tilrenning til anlegget.



Figur 5-1: Varighetskurve for vannmengder for Trøim RA 2022-2023.

Eksisterende dimensjonerende vannmengder for Trøim RA er oppsummert i Tabell 5-3. Det er tatt utgangspunkt i 3440 tilknyttede personer, og midlere vannmengder på 24 m³/h for å vurdere fremmedvannpåvirkning på vannmengdene inn til renseanlegget. Det er usikkerhet knyttet til antall tilknyttede personer til anlegget. Likevel er spesifikk spillvannproduksjon under 200 l/p·d, noe som tyder på liten fremmedvannpåvirkning.

Analyse av vannmengder viser at i over 99 % av året vannmengder ikke vil overstige maks.-kapasiteten på anlegget. Dette er positivt med hensyn til maks. kapasitet på 160 m³/h og forventede fremtidige tilknytninger frem til 2035.

Tabell 5-3: Dimensjonerende vannmengder for Trøim RA for gjennomsnitt av 2022-2023

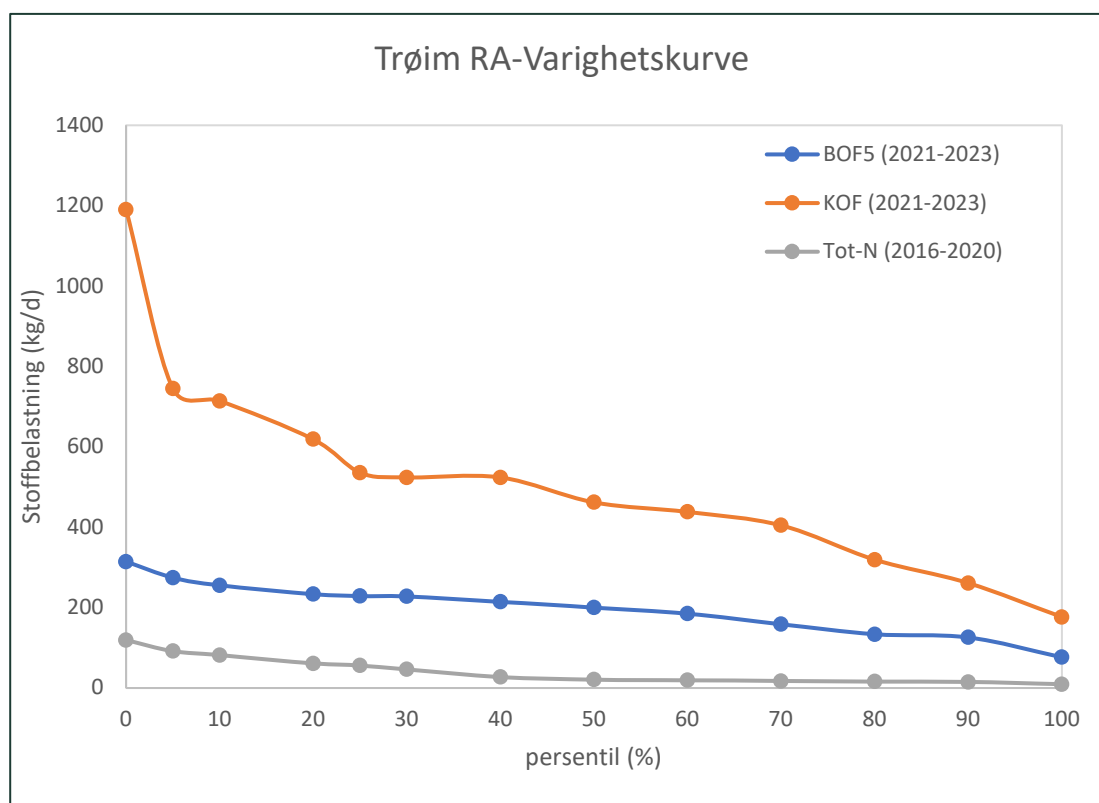
$Q_{\min}$	Q_{midlere}	Q_{dim}	Q_{maksdim}	Q_{maks}	Enhet
13	24	33	78	234	m³/h

5.2. Stoffbelastning – Trøim RA

Her vurderes både hydraulisk kapasitet og rensekapasitet (stoffbelastning) av Trøim RA for å vurdere restkapasitet av anlegget.

Figur 5-2 viser varighetskurve for stoffbelastning for Trøim RA. Det tas utgangspunkt i 90-persentil av BOF_5 -belastning for å beregne fremtidig stoffbelastning på Trøim RA. Dette vil sammenlignes med anleggets kapasitet for å beregne restkapasitet på anlegget.

90-persentil av stoffbelastning i 2035 er estimert til ca. 13 000 pe med utgangspunkt i 612 kg BOF_5 i pe-beregning etter NS 9426. Anlegget er dimensjonert for å ta imot stoffbelastning fra 14 000 pe. Derfor forventes at Trøim RA har tilstrekkelig kapasitet for å håndtere stoffbelastningen i 2035.



Figur 5-2: Varighetskurve for BOF_5 , KOF og Tot-N for Trøim RA (2021-2023)

Pe-beregningen etter NS 9426 viser også at tettbebyggelsen i maksuke per i dag tilsvarer ca. 7 700 pe, og maksuke i 2035 er beregnet til å være ca. 12 000 pe_{BOF_5} .

Vannmengder som oppstår fra ulike virksomheter varier. Derfor er det tatt utgangspunkt i tabell 2.1.1. i NV-256 for å omregne vannmengder til én hydraulisk pe (p/person) som tilsvarer 150 l/p.d. Hydraulisk belastning i maksuke i dag tilsvarer en spillvannproduksjon fra ca. 9 500 personer, og fremtidig hydraulisk belastning er beregnet til en spillvannproduksjon fra 11 800 personer. Dette tilsvarer en økning av spillvannproduksjonen med ca. 2 300 personer frem til 2035.

For å beregne påslag på vannmengder i 2035 er det tatt utgangspunkt i 150 l/ p·d spesifikk spillvannproduksjon og ca. 20 l/ p·d som innlekkingsvann basert på analyse av vannmengder.

Påslag på eksisterende hydraulisk belastning kan beregnes ut fra følgende formel:

- $Q_{dim} = k_{maks} \cdot \text{spesifikt forbruk} \cdot \text{antall pe} + \text{infiltrasjon} + \text{industripåslipp}$
- $Q_{maksdim} = m \cdot Q_{dim}$

Der k_{maks} er maksimal timefaktor i et middeldøgn som beregnes ut ifra eksisterende vannmengder.

Fremtidig Q_{min} er beregnet med å gange eksisterende Q_{min} med forholdstallet mellom $Q_{midlere-2035}/Q_{midlere-2023}$. Resultatene er presentert i Tabell 5-4.

Tabell 5-4: Dimensjonerende vannmengder for Trøim RA for 2035

Q_{min}	$Q_{midlere}$	Q_{dim}	$Q_{maksdim}$	Q_{maks}	Enhet
20	40	56	130	234	m ³ /h

6. Ulsåk RA

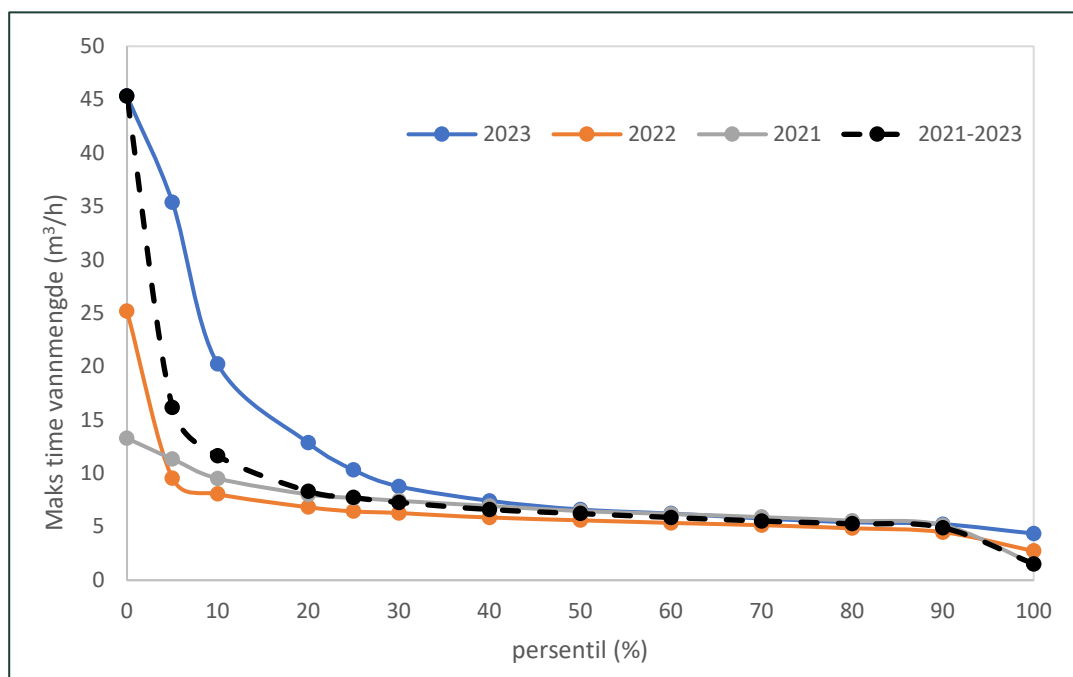
Ulsåk RA er ombygd med aktivslam og MBR-trinn for slamseparasjon. MBR-trinnet er en flaskehals både for drift og kapasitet på renseanlegget. I tillegg fungerer anlegget ikke optimalt, og det var utfordringer med flere havarier på anlegget som gjorde det kostbart å drifte det.

I forbindelse med dette er det sett på muligheter for ombygging og oppgradering av Ulsåk RA.

6.1. Hydraulisk belastning – Ulsåk RA

Det foreligger døgnbaserte tilrenningsdata for Ulsåk RA for 2021-2023. Figur 6-1 viser varighetskurver for årene 2021-2023, samt en gjennomsnittskurs som er laget med utgangspunkt i samlede data for 2021-2023.

Dimensjonerende hydraulisk belastning er beregnet utfra persentilkurver av timetilførsel iht. NV-256. Dersom det foreligger timesverdier settes normalt Q_{dim} til 75-persentilen og $Q_{maksdim}$ til 95-persentilen av maks time timetilrenning over døgnet. $Q_{maksdim}$ er den midlere timesvannføringen som overskrides i 5 % av årets døgnet. Resultatene er presentert i Tabell 6-1.



Figur 6-1: Varighetskurve for vannmengder for Ulsåk RA 2021-2023.

Tabell 6-1: Dimensjonerende vannmengder for Ulså RA for gjennomsnitt av 2021-2023

$Q_{\min}$	Q_{midlere}	Q_{dim}	Q_{maksdim}	Q_{maks}	Enhet
2	7,4	8	16	45	m ³ /h

Pe-beregningen etter NS 9426 viser at pe i tettbebyggelsen i maksuke per i dag tilsvarer ca. 1 400 pe. Maksuke i 2035 er beregnet til å være ca. 1 600 pe.

Vannmengder som oppstår fra ulike virksomheter varier. Derfor er det tatt utgangspunkt i tabell 2.1.1. i NV-256 for å omregne vannmengder til én hydraulisk pe som tilsvarer 150 l/p·d.

Omregning av hydraulisk belastning basert på viser at hydraulisk belastning i maksuke per i dag tilsvarer spillvannproduksjon fra 1 147 personer og fremtidig hydraulisk belastning er beregnet til spillvannproduksjon fra 1 267 personer. Dette tilsvarer en økning på spillvannproduksjon fra ca. 121 personer frem til 2035.

For å beregne påslag på vannmengder i 2035 er det tatt utgangspunkt i 150 l/ p·d spesifikk spillvannproduksjon og ca. 20 l/ p·d som innlekkingsvann basert på analyse av vannmengder.

Påslag på eksisterende hydraulisk belastning kan beregnes ut fra følgende formel:

- $Q_{\text{dim}} = k_{\text{maks}} \cdot \text{spesifikt forbruk} \cdot \text{antall pe} + \text{infiltrasjon} + \text{industripåslipp}$
- $Q_{\text{maksdim}} = m \cdot Q_{\text{dim}}$

Der k_{maks} er maksimal timefaktor i et middeldøgn som beregnes ut ifra eksisterende vannmengder.

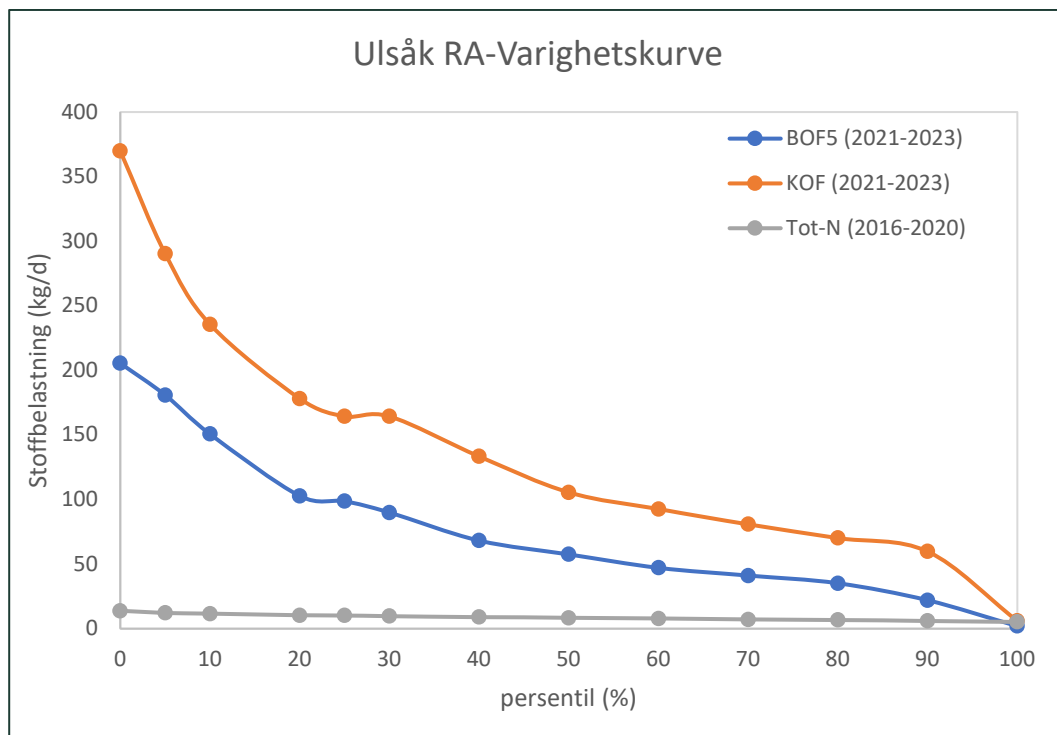
Fremtidig $Q_{\min}$ er beregnet med å gange dagens $Q_{\min}$ med forholdstallet mellom $Q_{\text{midlere-2035}}/Q_{\text{midlere-2023}}$. Resultatene er presentert i Tabell 6-2.

Tabell 6-2: Dimensjonerende vannmengder for Ulså RA for 2035

$Q_{\min}$	Q_{midlere}	Q_{dim}	Q_{maksdim}	Q_{maks}	Enhet
2	8,3	9	19	45	m ³ /h

6.2. Stoffbelastning – Ulså RA

Figur 6-2 viser varighetskurve for stoffbelastning for Ulså RA for 2021-2023.



Figur 6-2: Varighetskurve for BOF₅, KOF og Tot-N for Ulsåk RA.

6.3. Ulsåk RA – mulige tiltak for oppgradering

SBR-teknologien er vurdert å integrere i eksisterende Ulsåk RA for å håndtere både biologisk rensing og slamseparasjon i en og samme tank. Dette vil kunne løse flaskehalsen som MBR-teknologien representerer for anleggets hydrauliske kapasitet.

SBR-anlegget kan bygges slik at eksisterende forbehandling som består av rist og sandfang kan brukes videre. Vannet fra forbehandlingen går videre til et fordrøyningsvolum som kan bestå av eksisterende utjevning og eksisterende aktivslam basseng på ca. 100 m³.

Avløpsvannet pumpes herfra til to SBR-reaktorer som kan plasseres bak det eksisterende MBR-trinnet vist i Figur 6-3. Fellingskemikalium doseres på pumpeledningen som pumper vannet til SBR-reaktorene. SBR-trinnet består av 2 tanker på ca. 150 m³ hver (ca. 3,1 m Ø x 5 m H). SBR-trinnet er dimensjonert for 2 000 pe, da forskjellen i investeringskostnader for et anlegg med kapasitet på 1 500 pe og 2000 pe ikke er så stor.

Det rensede avløpsvannet fra SBR-tankene ledes til utslippsledningen, og videre til utslipp i resipient. Det eksisterende MBR-trinnet kan enten fases ut, eller modifiseres for ytterligere etterpolering av vannet, avhengig av fremtidige behov. Alternativt kan det være aktuelt å bruke påbygget for avvanning av slam på Ulsåk RA.

Investeringskostnader for dette tiltaket er estimert til å være på ca. 10 mill. kr (inkl. avvanning).



Figur 6-3: Forslag til plassering av et nytt SBR-trinn på Ulsåk RA.

7. Mulighetene for tilpassinger og endringer i dagens renseanlegg

Hemsedal kommune står overfor en utfordring med sine aldrende renseanlegg, Trøim og Ulsåk. Ved å velge å bygge et nytt anlegg for nitrogenfjerning, vil Hemsedal kommune ikke bare løse de eksisterende, nevnte utfordringene med de gamle anleggene, men også posisjonere seg for en mer bærekraftig og effektiv avløpsrensing i fremtiden. Dette vil være en investering i både miljøet og innbyggernes velferd.

Det er flere grunner til at det vil være mer fordelaktig å bygge et nytt anlegg for nitrogenfjerning fremfor å renovere de eksisterende anleggene:

Effektivitet og moderne teknologi: Et nytt anlegg vil kunne utnytte de nyeste teknologiene innen avløpsrensing, noe som vil gi betydelig bedre renseresultater, spesielt når det gjelder nitrogenfjerning. Moderne anlegg er designet for å være mer energieffektive, noe som vil redusere driftskostnadene på lang sikt.

Kostnadseffektivitet på lang sikt: Selv om investeringen i et nytt anlegg kan være høyere, vil de langsiktige besparelsene sannsynligvis overstige kostnadene ved kontinuerlig vedlikehold og oppgradering av de gamle anleggene. Reduserte energikostnader og mer effektiv drift vil bidra til å rettferdiggjøre investeringen over tid.

Miljøhensyn: Et nytt anlegg spesielt designet for nitrogenfjerning vil ha en betydelig positiv miljøpåvirkning. Redusert nitrogenutslipp til lokale vassdrag og til Oslofjorden vil forbedre vannkvaliteten og beskytte økosystemene i området.

Forbedret driftssikkerhet: Med et nytt anlegg vil risikoen for driftsforstyrrelser og uforutsette problemer reduseres betraktelig. Dette vil sikre en mer pålitelig og stabil renseprosess, noe som er kritisk for å opprettholde god vannkvalitet i kommunen.

Fremtidsrettet løsning: Ved å bygge et nytt anlegg kan Hemsedal kommune planlegge for fremtidig befolkningsvekst og strengere miljøkrav. Dette vil eliminere behovet for hyppige oppgraderinger og tilpasninger i årene som kommer.

Optimalisert partikkelseparasjon: Selv om Ulsåk renseanlegg bruker membraner for partikkelseparasjon, kan et nytt anlegg integrere mer avanserte og effektive metoder for både partikkelseparasjon og nitrogenfjerning.

Flytting av utslippspunkt mht. drikkevannskilde: Renseanlegget ligger i den sørlige delen av Trøim sentrum, med utslippspunkt til elva Hemsil. Flytting av utslippspunkt for Trøim renseanlegg kan ha flere positive effekter med tanke på drikkevannskilder. Et nytt anlegg på en annen lokasjon kan redusere risikoen for påvirkning av drikkevannskilder ved

å velge et utslippspunkt lenger nedstrøms bebyggelsen i sentrum. Dette gir også mulighet for å implementere mer avanserte renseteknologier, øke kapasiteten og redusere risikoen for overløp. Samlet sett bidrar dette til bedre vannkvalitet og en mer bærekraftig vannforvaltning i området.

Personalfasiliteter: Dagens anlegg tilfredsstillende ikke kravene i arbeidsmiljøloven. Blant annet mangler anlegget kjønnsdelte garderober, noe som er en forutsetning for å ivareta de ansattes behov for privatliv og trivsel på arbeidsplassen.

Saneringsplaner og fornyelse av ledningsnett: Hemsedal kommune har lagt til rette for modernisering av infrastrukturen ved å bygge nye overføringsledninger. Dette tiltaket gir flere fordeler, inkludert opprydding i eldre anlegg som ikke oppfyller dagens standarder. Den nye lokasjonen legger til rette for å bruke nytt og oppgradert infrastruktur som samtidig bidrar det til å erstatte gamle anlegg, noe som gir både tekniske og miljømessige fordeler-

Lokasjon av eksisterende Trøim RA: Renseanlegget ligger nær bl.a. brannstasjon og legesenter. Dette kan gi utfordringer knyttet til lukt og støy, spesielt siden området også er et sentralt sted for innbyggere og turister.

På bakgrunn av dette anbefales det å etablere et nytt felles renseanlegg som en framtidsrettet og bærekraftig løsning for Hemsedals avløpshåndtering.

8. Nytt felles renseanlegg for Tuv-Trøim-Ulsåk

8.1. Plassering av nytt renseanlegg og stedlige forhold

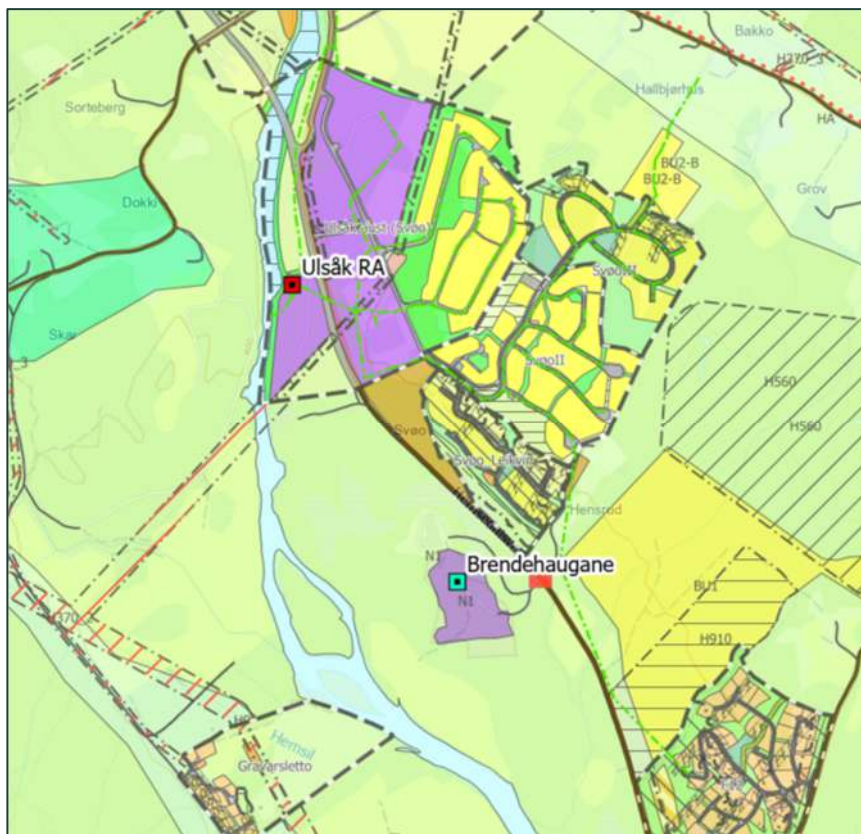
Hemsedal kommune har foreslått at nytt renseanlegg etableres på Brendehaugane på Ulsåk, se Figur 8-1.



Figur 8-1: Foreslått plassering av nytt renseanlegg på Brendehaugane ved Ulsåk.

8.1.1. Arealplaner mv.

På Brendehaugane er det et område avsatt til næring i kommuneplanens arealdel, jf. Figur 8-2. Det vil være krav om utarbeidelse av en ny reguleringsplan før en ev. etablering av løpsrenseanlegg.



Figur 8-2: Foreslått plassering av nytt renseanlegg på Brendehaugane ved Ulså, samt reguleringsplaner og kommuneplanens arealdel.

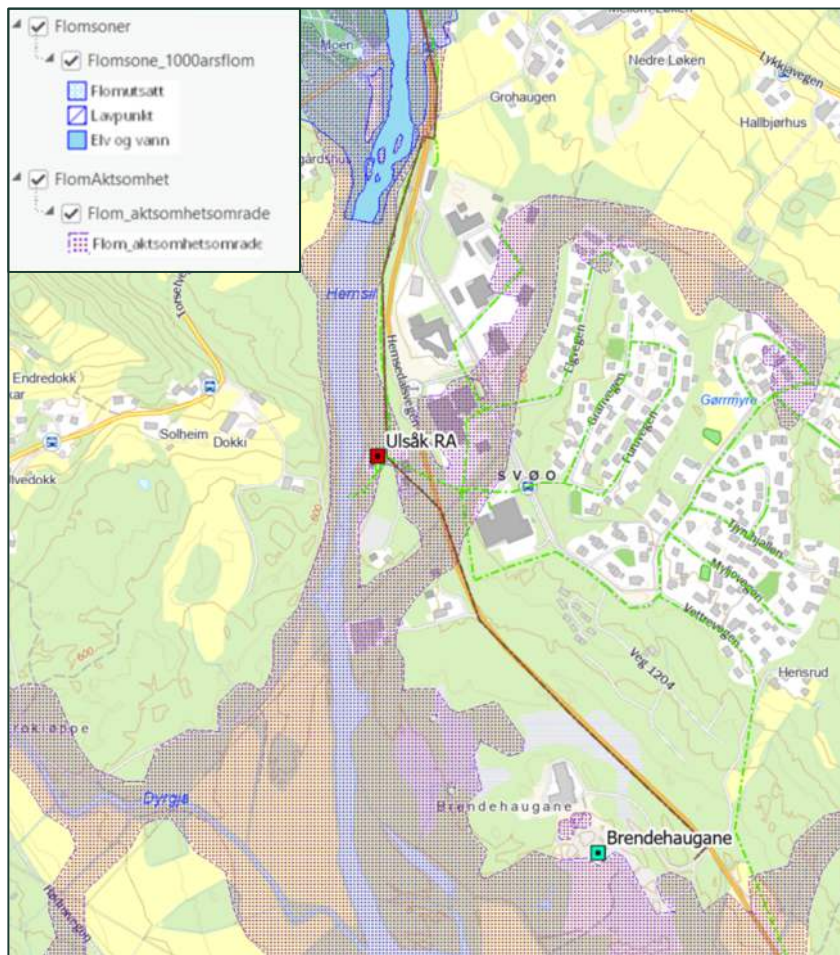
8.1.2. Utsatthet for flom

Det er utarbeidet flomsonekart av NVE for Hemsedal, men prosjektområdet ved Brendehaugane ligger ca. 1 km sør for området som er dekket av NVEs detaljkartlegging. Figur 8-3 viser søndre del av flomsonekartet med områder utsatt for 1000-årsflom, samt NVEs aktsomhetskart for flomfare. Dette tyder på at området for nytt renseanlegg potensielt kan være utsatt for flom, og dette må vurderes nærmere i videre planlegging og prosjektering.

Valg av sikkerhetsklasse for flom (F1-F3) i henhold til TEK17 § 7-2 er ikke entydig for denne typen anlegg, og må vurderes konkret. Sikkerhetsklasse skal fastsettes ut fra hvilke konsekvenser en oversvømmelse vil ha for liv, helse, miljø og materielle verdier. For et renseanlegg ved Hemsil, som er en resipient med betydelige brukerinteresser (bl.a. fiske og friluftsliv), kan det være grunnlag for å vurdere høy sikkerhetsklasse (F3). Samtidig må dette veies opp mot risikoen for personskade og tekniske forhold ved anlegget.

Det anbefales at det gjennomføres en flomkartlegging som grunnlag for valg av sikkerhetsklasse, og for å vurdere tiltak mot flom i et fremtidig klima. Kartleggingen bør også belyse hvordan tiltaket eventuelt kan påvirke vannveier og flomutbredelse lokalt. I

henhold til plan- og bygningsloven § 28-1 og TEK17 § 7-1 (2) skal det dokumenteres at tiltaket ikke medfører økt fare for skade på omkringliggende bebyggelse og infrastruktur ved flom.



Figur 8-3: Kartutsnitt med de søndre delene av NVEs flomkartlegging for Hemsedal i 2014, samt NVEs kartlag med aktsomhetssoner for flom.

8.2. Resipient og miljø-, natur- og brukerinteresser knyttet til denne

Resipient for renset avløpsvann til være Hemsil (vannforekomst «Hemsil Tuv-Eikredammen», med ID 012-2974-R), eller eventuelt grunnvannsforekomsten under Brendehaugane (vannforekomst «Hemsedalen», ID: 012-745-G) dersom renset avløpsvann kan tilleggsrenses i infiltrasjonsbasseng ved det nye renseanlegget (mer om dette i delkap. 9.4).

8.2.1. Vannmiljø

I Tabell 8-1 er informasjon fra Vann-Nett (Miljødirektoratet, 2024) om det som kan bli primærresipient for renset avløpsvann, grunnvannsforekomsten ved Brendehaugane

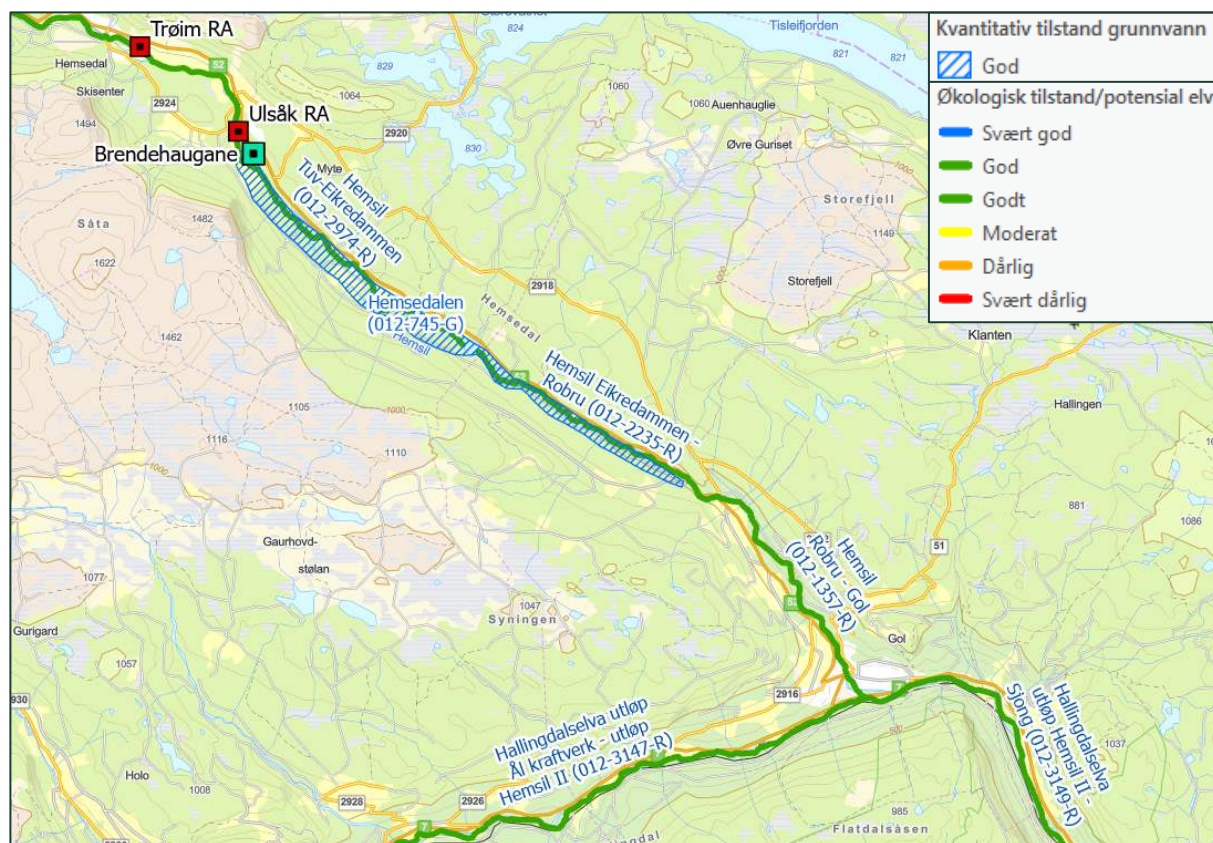
(«Hemsedalen»), ev. sekundærresipienten («Hemsil Tuv-Eikredammen») og nedstrøms vannforekomster oppsummert. I Figur 8-4 er vannforekomstene vist i kartutsnitt. Klassifiseringen er iht. klassegrenser for ulike vanntyper iht. veilederen «Klassifisering av miljøtilstand i vann - Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver», 02:2018.

Tabell 8-1: Oppsummering fra Vann-Nett om primærresipient, sekundærresipient og vannforekomster nedstrøms nytt RA.  = sterkt modifisert vannforekomst (Miljødirektoratet, 2024)

Vannforekomst (navn, vanntype og ID i Vann-Nett)	Økologisk tilstand	Tilstand biologiske, fysisk- kjemiske og ev. hydromorfologiske kvalitetslementer	Påvirkninger
«Hemsedalen» 012-745-G Grunnvann	God Kommentarer til tilstand: «Informasjon mangler»	Nivå: God Mengde: God Kjemisk tilstand: God (lav presisjon) Nitrat: God	• Diffus avrenning fra beite og eng: Liten grad • Diffus avrenning fra fulldyrket mark: Liten grad • Diffus avrenning fra sand og grustak: Liten grad • Diffus avrenning og utslipp fra transport/infrastruktur: Liten grad
«Hemsil Tuv-Eikredammen» R204 012-2974-R	God Kommentarer til tilstand: «Noe påvirket av Hemsilreguleringen. Settes ut fisk, god fiskeelv.»	<u>Biologiske</u> - Påvekstalger: Svært god - Fisk: Svært god <u>Fysisk-kjemiske</u> - Forsuringstilstand: God - Nitrogenforhold: Svært god - Fosforforhold: God	• Dammer, barrierer og sluser for flomsikring: Middels grad • Diffus avrenning fra annen kilde: Liten grad • Diffus avrenning fra fulldyrket mark: Liten grad • Diffus avrenning fra gjødsellager: Liten grad • Diffus avrenning fra spredt bebyggelse: Liten grad • Fysisk endring grunnet jordbrukstiltak: Middels grad • Hydrologiske endringer grunnet vannføringsendring - vannkraft: Liten grad • Punktutslipp fra annen kilde: Liten grad • Punktutslipp fra renseanlegg 15000 PE: Liten grad
«Hemsil Eikredammen - Robru» R205 012-2235-R	Godt økologisk potensial (GØP) Kommentarer til tilstand:	<u>Biologiske</u> - Påvekstalger: Svært god <u>Fysisk-kjemiske</u>	• Diffus avrenning fra skogbruk: Middels grad • Hydrologiske endringer med minstevannsføring - vannkraft: Stor grad

	«Minstevannføring innført ved reviderte konsesjonsvilkår i kgl.res. 23.06.2021. Det anses ikke å være flere realistiske gjennomførbare tiltak knyttet til reguleringen, og økosystemet vurderes som fungerende. For SMVF tilsier dette GØP.»	- Forsuringstilstand: Svært god - Nitrogenforhold: Svært god - Fosforforhold: God <u>Hydromorforlogiske</u> Dårlig	• Introduserte art - ørekyt: Liten grad • Punktutslipp fra annen kilde: Ukjent grad • Punktutslipp fra renseanlegg 2000 PE: Liten grad
«Hemsil Robru - Gol» R207 012-1357-R	Godt økologisk potensial (GØP) Kommentarer til tilstand: «Minstevannføring innført ved reviderte konsesjonsvilkår i kgl.res. 23.06.2021. Det anses ikke å være flere realistiske gjennomførbare tiltak knyttet til reguleringen, og økosystemet vurderes som fungerende. For SMVF tilsier dette GØP.»	<u>Biologiske</u> - Udefinert <u>Fysisk-kjemiske</u> - Nitrogenforhold: Svært god - Fosforforhold: Svært god <u>Hydromorforlogiske</u> Dårlig	• Diffus avrenning fra husdyrhold/ husdyrgjødsel: Liten grad • Diffus avrenning fra skogbruk: Liten grad • Hydrologiske endringer med minstevannsføring - vannkraft: Stor grad • Introduserte art - ørekyt: Middels grad • Punktutslipp fra annen kilde: Ukjent grad • Punktutslipp fra søppelfyllinger: Middels grad
«Hallingdalselva utløp Hemsil II - Sjong» R205 012-3149-R	Godt økologisk potensial (GØP) Kommentarer til tilstand: «Regulert, Minstevannføring, terskler, resipient for renseanlegg ved Gol, isproblem. Noe landbruk langs elva bl.a i Herad. Stor campingplass nedenfor Gol»	<u>Biologiske</u> - Påvekstalger: Svært god - Bunnfauna: Svært god - Fisk: Svært god <u>Fysisk-kjemiske</u> - Forsuringstilstand: Svært god - Nitrogenforhold: God - Fosforforhold: God	• Dammer, barrierer og sluser for flomsikring: Liten grad • Diffus avrenning fra fulldyrket mark: Liten grad • Diffus avrenning fra spredt bebyggelse Middels grad • Diffus avrenning og utslipp fra transport/infrastruktur: Liten grad • Fysisk endring grunnet annen ingeniørvirksomhet: Liten grad • Hydrologiske endringer med minstevannsføring - vannkraft: Stor grad • Introduserte art - gjedde: Liten grad

			• Introduserte art - ørekyt: Liten grad • Punktutslipp fra renseanlegg: 15000 PE: Liten grad
--	--	--	---



Figur 8-4: Vannforekomster nedstrøms nytt RA på Brendehaugane med økologisk eller kvalitativ tilstand iht. Vann-Nett (Miljødirektoratet, 2024).

8.2.2. Naturverdier og andre brukerinteresser

Hemsil er en sentral naturressurs og en av Norges mest anerkjente elver for sportsfiske etter ørret, særlig blant fluefiskere. Elva kjennetegnes av klart, næringsfattig vann og relativt lav sommertemperatur, noe som gir gode vekstvilkår for ørret og samtidig høy vannkvalitet. Fiskeaktiviteten er en viktig del av reiselivstilbudet i Hemsedal og tiltrekker seg både nasjonale og internasjonale sportsfiskere. Det er etablert egne fluesoner, og det praktiseres strenge reguleringer for å beskytte bestanden, blant annet fangstbegrensninger og minstemål.

Elva har også betydning som gyte- og oppvekstområde for naturlig ørretbestand. Særlig i rolige partier og sidebekker foregår det gyting om høsten. Vannkvalitet, bunnsubstrat og tilstrekkelig vannføring er avgjørende for gytesuksessen.

Det er ingen tilrettelagte badeplasser de første kilometerne nedstrøms Brendehaugane.

Ved etablering av nytt renseanlegg med utslipp til Hemsil bør det først og fremst tas hensyn til både elvas økologiske funksjoner og de viktige brukerinteressene knyttet til sportsfiske. Hemsil har flere gyteområder for ørret, og vannkvalitet er avgjørende for gytesuksess og fiskens levevilkår. For å redusere eventuell negativ påvirkning på vannmiljø og brukeropplevelse bør det vurderes tilleggstiltak som f.eks. tilleggsrensing i for å oppnå ytterligere reduksjon av næringssalter, bakterier og andre forurensningskomponenter. Mer om dette i kap. 9.4.

8.2.3. Anbefalinger til resipientvurdering ifm. søknad om utslippstillatelse

I forbindelse med videre planlegging av nytt felles avløpsrenseanlegg må Hemsedal kommune søke om ny utslippstillatelse. Som del av søknaden krever Statsforvalteren en grundig resipientvurdering i tråd med vannforskriften. Vurderingen skal dokumentere dagens miljøtilstand i Hemsil og andre berørte resipienter, basert på biologiske undersøkelser (ikke eldre enn to år) og relevante vannkjemiske analyser. Videre skal det vurderes hvordan det planlagte utslippet, inkludert restutslipp fra renseanlegg og overløp fra avløpsnettet, vil påvirke vannforekomstenes evne til å oppnå eller opprettholde god økologisk og kjemisk tilstand. Vurderingen skal inkludere modellering eller beregning av konsentrasjonsendringer for næringssalter, organisk stoff og bakterier i et 30-årsperspektiv, med laveste vannføring som grunnlag. I tillegg skal forhold som brukerinteresser, biologisk mangfold, samlet belastning fra andre kilder, egnethet av utslippspunkt og spredning i vannmassene belyses. Eventuelle påvirkninger på nedstrøms resipienter, inkludert Oslofjorden, skal også (Statsforvalteren i Østfold, Buskerud, Oslo og Akershus, 2025).

Hemsedal kommune gjennomfører allerede regelmessig resipientovervåking ved Trøim og Ulsåk renseanlegg, med prøvetaking opp- og nedstrøms utslippspunktene. Dette gir verdifull dokumentasjon av dagens situasjon, som er påvirket av utslipp fra de eksisterende anleggene. Ved etablering av nytt renseanlegg på Brendehaugane vil utslippspunktet flyttes nedstrøms Ulsåk, noe som trolig vil forbedre vannkvaliteten ved dagens prøvepunkter. For å fange opp situasjonen ved nytt utslippspunkt, bør resipientovervåkingen utvides med et nytt prøvepunkt nedstrøms det planlagte utslippsstedet ved Brendehaugane.

Dersom det skal etableres tilleggsrensing i infiltrasjonsbasseng, må resipientvurderingen også inkludere en vurdering av påvirkningen av grunnvannet under Brendehaugane. For å kunne dokumentere tilstanden til grunnvannet før idriftsettelse av det nye renseanlegget,

bør det etableres prøvetakingsbrønner minst ett år før idriftsettelse (prøvedrift) og tas månedlige prøver av relevante grunnvannsparametere i ca. ett år.

8.3. Framskriving av tilknytninger

Nytt Hemsedal RA skal dimensjoneres for vann- og stoffmengder i 2060. Framskrivingen er to delt hvor den første delen er med utgangspunkt i pe-beregning frem til 2035 og resten frem til 2060 basert på SSB prognoser for Hemsedal kommune. Det er utarbeidet pe-beregning for Tuv, Trøim og Ulsåk i 2035 som viser at belastningen i maksuke tilsvarer ca. 11 325 pe. Pe-beregningen er gjennomført med å inkludere utbyggingsplaner. SSB har framskrevet innbyggere i Hemsedal kommune frem til 2050 som er vist i Tabell 8-2. Det finnes ikke framskriving data av SSB etter 2050, og derfor er det tatt utgangspunkt i samme årlig vekstrate mellom 2050 og 2060.

Tabell 8-2: SSB prognoser for framskriving av antall innbyggere i Hemsedal kommune

	2024	2050		
Hemsedal kommune	Registret 2024	Hovedalternativet (MMMM)	Lav nasjonal vekst (LLML)	Høy nasjonal vekst (HHMH)
	2 666	3 475	2 984	4 007

Årlig vekstrate er beregnet til 1,02 % med utgangspunkt i hovedalternativet (MMMM). Antall nye tilknytninger mellom 2035 og 2060 er beregnet til 866 personer.

Det er tatt høyde for en utbygging i Røggelia iht. gjeldene kommuneplan med en estimert belastning på 5 000 pe.

Tabell 8-3 viser framskriving av antall tilknytninger til det nye anlegget. Det nye anlegget dimensjoneres for 17 190 pe i 2060.

Tabell 8-3: Framskriving av antall tilknytninger i Hemsedal kommune frem til 2060

Anlegg	År	Antall	Kilde
Tuv-Trøim-Ulsåk	2035	11 325	pe-beregning
Ulsåk-Tuv-Trøim	2035 - 2060	866	SSB
Ev. utbygging Røggelia	2024 - 2060	5 000	Utbyggingsplaner
Sum	2060	17 190	-

8.4. Forventede renskrav

Det er tatt utgangspunkt i forventete renskrav etter forslag til det nye EU-avløpsdirektivet som er oppsummer under:

- BOF_5 -mengden i avløpsvannet reduseres med 70-90 % av det som blir tilført rensanlegget eller ikke overstiger 25 mg O_2/l ved utslipp.
- KOF_{CR} -mengden i avløpsvannet reduseres med minst 75 % av det som blir tilført rensanlegget eller ikke overstiger 125 mg O_2/l ved utslipp.
- Fosformengden til anlegget reduseres med minst 87,5 % som et snitt over året eller 0,7 mg P/l.
- Nitrogenmengden til anlegget reduseres med minst 80 % eller 10 mg N/l i utslipp.

Renskravene for nitrogen vil bli brukt for dimensjonering, men for fosfor vil de strengere eksisterende krav på 95 % legges til grunn.

I den nyeste revisjonen av EU-direktivet er det i tillegg lagt til følgende kommentar angående nitrogenrenskrav:

- Hvis temperaturen i utløp fra bioreaktor er under 12 °C kan resultat fra avløpsprøver ekskluderes fra beregningen av årlig snitt for nitrogenutslipp, dersom følgende kan demonstreres:
 - a) Ingen negativ effekt på miljøet kan bevises
 - b) For store kostnader og/eller for stort energiforbruk ville være nødvendig for å nå nitrogenkravene.
- Dersom temperaturen i avløpet fra den biologiske reaktoren er under 5 °C, kan resultatene av prøvene utelukkes fra beregningen av det årlige gjennomsnittet for nitrogen.

Siden Oslofjorden er overbelastet med hensyn på de fleste forurensingsparametere, kan det vurderes som usannsynlig at punkt a) kan demonstreres for et nytt anlegg i dette prosjektet, selv om det kan diskuteres hvorvidt en endring fra eksempelvis 8 mg/l til 15 mg N/l i utløpet i perioder vil ha noen vesentlig effekt. Det kan imidlertid være lettere å argumentere etter punkt b) hvis det viser seg at dette innebærer store kostnader og/eller for stort energiforbruk. Dette bør vurderes i senere fase av prosjektet.

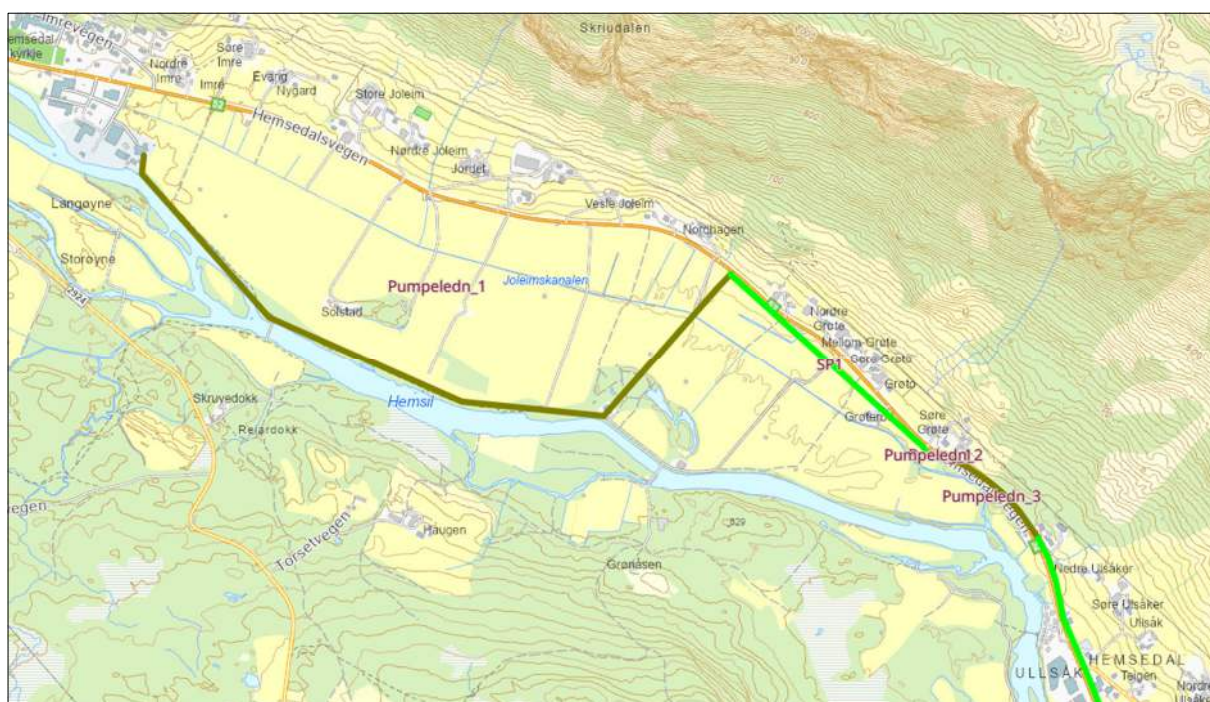
8.5. Overføringsanlegg

8.5.1. Foreslått trase for overføringsanlegg

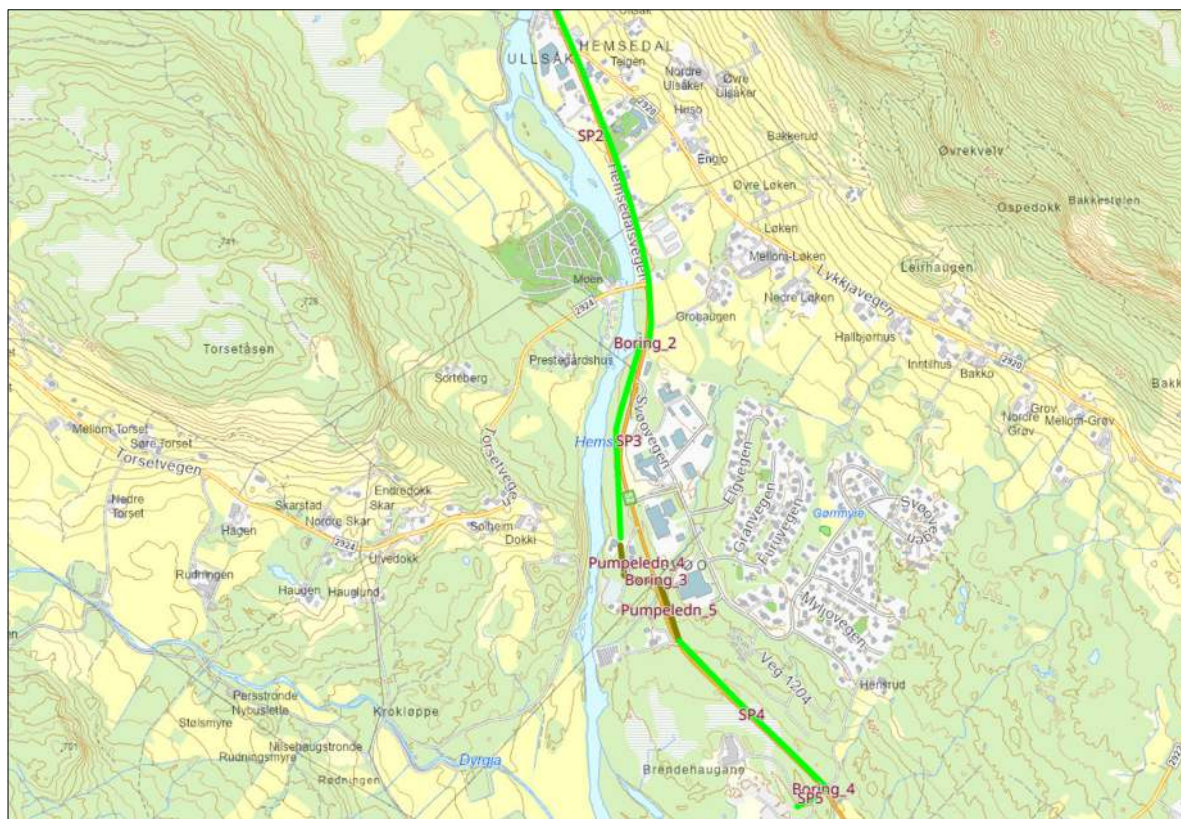
Dersom det skal bygges nytt renseanlegg ved Ulsåk må det bygges et overføringsanlegg for avløp. Det er laget en grovskisse for dette som går, se *Figur 8-5* og *Figur 8-6*. En del av traseen vil gå med selvfall, men det vil også være behov for pumping. I foreløpige estimater er det tatt med tre pumpestasjoner. Siden traseene ikke er kartlagt i detalj med tanke på fall, så er det noe usikkert hvor disse må plasseres.

Langs traseene for pumpeledninger kan det også være mulig å legge ved selvfallsledninger og/eller pumpeledninger for sanering av eksisterende bebyggelse som ikke er tilkoblet offentlig avløp.

Prinsippløsningen med lengder for ledningsstrek mv. er oppgitt i Tabell 8-4.



Figur 8-5: Overføringsledninger Hemsedal til Ulsåk



Figur 8-6: Overføringsledninger gjennom Ulsåk til nytt renseanlegg.

Tabell 8-4: Prinsippløsning for overføringsledning.

Tiltak	Løpemeteter (ca. lengde i m)	Beskrivelse
Pumpest. 1		Ved eksisterende renseanlegg i Hemsedal sentrum
Grøft	2000	Pumpeledning opp til nordre Grøte (graving/sprenging av grøft), med overgang til selvfallsledning. Grøftetraseen er forutsatt på dyrket mark, langs Hemsil, og langs eiendomsgrenser opp til Rv52.
Grøft	700	Selfallsledning langs Rv52 ned til Søre Grøte
Pumpest. 2		Søre Grøte
Boring 1	30	Pumpeledning. Boring under Rv52
Grøft	350	Pumpeledning mot Ulsåk
Grøft	1200	Selfallsledning langs Rv52 gjennom Ulsåk og ned til Grohaugvegen
Boring 2	30	Selfallsledning. Boring under Rv52
Grøft	550	Selfallsledning. Grøftetrase langs Fv52 ned til Svøo. Overføringsledninger og stikkledninger fra omkringliggende boligfelt må kunne kobles inn på ny ledning.
Pumpest. 3		Svøo
Boring 3	30	Pumpeledning. Boring under Rv52
Grøft	350	Pumpeledning fra Svøo og opp til Rv52
Grøft	1770	Selfallsledning til Brendehaugene.

- Traseene og prinsippløsning er en foreløpig vurdering. Dette kan endre seg i forprosjekt og ved evt. detaljprosjektering. Langs traseene er det registrert kulturminner, rødlistearter og naturtyper. Det vil derfor være nødvendig å gjøre prioriteringer og avveininger med hensyn på dette.
- Det er ikke avklart hvordan traseer og en eventuell pumpestasjon må tilpasses området ved Joleim – Grøte. Dette er et kulturmiljø og landskap av nasjonal interesse. Det vil derfor være nødvendig å involvere kulturstyresmaktene på et tidlig stadium for å avklare traseer og eventuelle tilpasninger.
- Kulturminneregistrering, vurdering av natur-/vannmiljø osv. kan medføre endring av løsning
- Det er ikke avklart med grunneiere vedr. kryssing av eiendommene.

8.5.2. Prinsipper for bygging av ledningsanlegg

VA-ledningsanlegg skal bygges etter kravene i VA-norm for Hemsedal. For dimensjoner er det tatt utgangspunkt i ledningsanlegg for overføring av avløpsvann for inntil 20 000 pe.

Det gir følgende mengder:

$$Q_{\text{maks time}} = 150 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{maks døgn}} = 70 \text{ l/s}$$

Basert på dette er det satt opp et utkast til type ledninger og dimensjoner i

Tabell 8-5. Det vil kunne være behov for å redusere eller øke dimensjon eller trykkklasse basert på forhold som utvendig vanntrykk, fall og løftehøyde. Dette er forhold som må avklares endelig i detaljprosjektering.

På ledningsstrekking med boring eller pumpeledning benyttes det PE-ledninger. For strekninger med selvfall er det mest aktuelt å benytte PP som er betydelig billigere enn PE. I ren materialkostnad er PE ca. 2 x prisen av PP pr. meter for et Ø250 rør.

Ledninger som skal trekkes gjennom boringer må ha utvendig kappe for å beskytte røret. SDR-verdien må også beregnes med tanke på ytre vanntrykk som kan oppstå som følge av vanninntrengning i borehullet. Dette kan gi et ytre trykk på ledning som i verste fall kan føre til at røret kollapser. Dette må planlegges nøye i senere faser dersom det skal gjennomføres boring med stor overhøyde. Foreløpig ser det ikke ut som om dette er en utfordring i foreløpige skisser.

Tabell 8-5: Materiell og dimensjoner for ledningsnett.

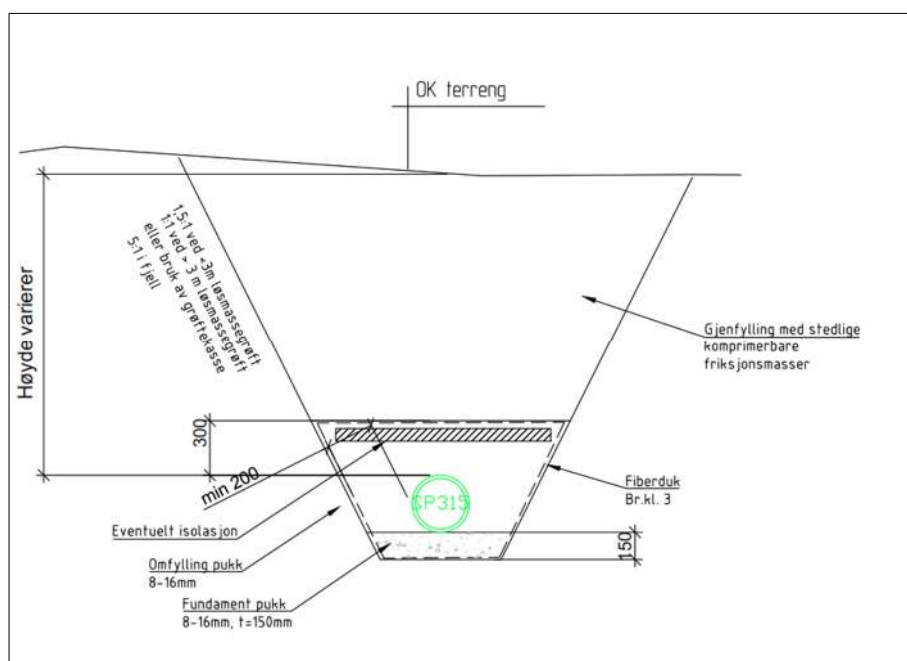
Type	Dimensjon	Materiale	Trykkklasse
Selvfallsledning	Ø400	PP	SN8
Ledning ved boring	Ø400	PE m/kappe	SDR11
Pumpeledning	Ø315	PE	SDR11

For typisk selvfallsledning graves en grøft etter prinsippet som vist i Figur 8-7. Grøftedybde har mye å si med tanke på inngrep i terrenget og kostnader. Nødvendig fjellsprenghing og behov for massetransport vil være avgjørende.

Nødvendig overdekning av ledningene er avhengig om ledningen ligger areal brøytet eller i terreng som er snødekt.

Aktuelle løsninger:

- Full dybde uten frostisolasjon, dvs. 2-3 meter overdekning
- Redusert dybde med bruk av plateisolasjon over ledning, dvs. 1,5-2,5 meter overdekning
- Pre-isolert ledning (kasseisolasjon), evt. med varmekabel, dvs. 1-1,5 meter overdekning.



Figur 8-7: Typisk grøftesnitt av spillvannsledning i grøft med plateisolasjon.

På strekninger med selvfallsledning må det etableres stake-spylekummer for drift og vedlikehold. I henhold til VA-normen for Hemsedal kommune er det krav til kummer for hver 80 meter.

9. Teknologivurdering og valg av renseløsning

For å kunne anbefale en rensesprosess er det gjort en vurdering av teknologier som passer for et nytt renseanlegg. Fokuset har vært på det biologiske rensetrinnet i vurderingen av ulike renseteknologier siden det kan være en strategisk og effektiv tilnærming av flere grunner. Primært skyldes dette at det biologiske trinnet er kjernen i nitrogenfjerningsprosessen og representerer den mest variable og energikrevende komponenten i et avløpsrenseanlegg. Mens andre deler av anlegget, som forbehandling, og primærrensing, ofte er relativt standardiserte og sammenlignbare på tvers av ulike teknologier, er det i det biologiske trinnet at de mest betydningsfulle forskjellene oppstår.

Dette trinnet står for hoveddelen av energiforbruket i et renseanlegg, og det er her potensialet for optimalisering og effektivisering er størst. Videre er det biologiske trinnet mest sensitivt for variasjoner i innløpsvannets kvalitet og mengde, samt endringer i miljøforhold som temperatur. Ved å fokusere på dette trinnet kan man derfor best vurdere teknologienes evne til å håndtere slike utfordringer. Dessuten, ettersom resten av anlegget forventes å være relativt likt uavhengig av valgt biologisk prosess, gir en sammenligning av kun det biologiske trinnet en mer presis og relevant vurdering av de faktiske forskjellene mellom teknologiene, uten å komplisere analysen med faktorer som vil være konstante på tvers av alternativene.

9.1. Teknologivurdering (BAT-analyse)

Det er definert flere nøkkelkriterier slik at man kan velge aktuelle rensesprosesser for nitrogenfjerning på nytt Hemsedal RA. De nøkkelkriteriene er presentert i Tabell 9-1.

Tabell 9-1: Nøkkelkriteriene for valg av aktuelle rensesprosesser i BAT-analyse

Nøkkelkriterier	Forklaring	Betydning
Effektivitet i kaldt klima	Hemsedal kalde klima og perioder med snøsmelting er en betydelig faktor ved valg av prosesser for nitrogenfjerning. De valgte teknologiene må være effektive ved lave temperaturer.	De valgte prosessene bør kunne opprettholde nitrifikasjons- og denitrifikasjonsrater ved temperaturer under 12°C, noe som ofte er utfordrende for biologisk nitrogenfjerning, altså temperaturtoleranse.
Plassbehov	Tilgjengelighet av land og plassbegrensninger er viktige hensyn for renseanlegg.	Kompakte prosesser med mindre fotavtrykk foretrekkes pga. kaldt klima og lavere

		energiforbruk for oppvarming av bygg, altså kompakt design.
Energieffektivitet	Energiforbruk er en avgjørende faktor både for driftskostnader og miljøpåvirkning.	Teknologier som krever mindre energi til lufting og omrøring skal foretrekkes, altså lavt energibehov.
Fleksibilitet og tilpasningsevne	Evnen til å håndtere varierende belastninger og forhold er essensielt for langsiktig effektivitet.	Prosesser som tilbyr god fleksibilitet i håndtering av varierende hydraulisk- og stoffbelastning.
Rensegrad	Hovedmålet er å oppnå høye nitrogenfjerningsrater konsekvent.	Det må være en kjent prosess for sin evne til å oppnå høye nivåer av nitrogenfjerning når de er riktig designet og driftet.
Driftsvennlighet	Enkel drift og vedlikehold er en viktig vurdering, spesielt for mindre og mellom store anlegg.	Teknologier som tillater enklere drift gjennom automatiserte sykluser.
Slamproduksjon og -slamegenskaper	Mengden og kvaliteten på overskuddsslam som produseres påvirker den generelle anleggsdriften og kostnadene.	Prosesser som produserer mindre overskuddsslam eller slam av høyere slamkvalitet skal foretrekkes.
Kostnadseffektivitet	Både investerings- og driftskostnader er avgjørende faktorer.	Selv om den innledende investeringen kan være høyere for noen teknologier kan lavere driftskostnader over tid rettferdiggjøre valget av disse, altså årskostnader.
Kompetansebehov og kompatibilitet med eksisterende infrastruktur	Prosesser som ikke er kompliserte fortrunkes. For oppgraderinger eller utvidelser er evnen til å integrere med eksisterende systemer viktig.	Teknologier som kan enklere implementeres og driftes foretrekkes.

9.2. Aktuelle renseteknologier for nitrogenfjerning

Ved å vurdere de nevnte kriteriene i en BAT-analyse, har vi komme frem til en kort liste over teknologier bestående av konvensjonelt Aktivslam, aktivslam med membranbioreaktor (MBR), Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR), Batch-vis (SBR), Integrated Fixed-film Activated Sludge (IFAS) og Aerobt granulært slam (AGS) som potensielle alternativer for nitrogenfjerning.

Biologiske prosesser spiller en sentral rolle i nitrogenfjerning ved å utnytte mikroorganismer for å bryte ned forurensninger. Disse prosessene kan klassifiseres basert på hvordan bakteriekulturen er organisert. Biomassen i bassengene vokser enten som frie suspenderte slamfnokker (aktivslam), som frie suspenderte slamgranuler (AGS), eller som biofilm fastsittende på bæremediet. Måten biomassen vokser på i reaktorene har en stor betydning for hvilke fordeler og svakheter de forskjellige teknologier har.

Her beskrives de aktuelle prosessene veldig kort.

9.2.1. Aktivslamprosess (tradisjonelt)

I et aktivslam-anlegg er bakteriekulturen frittsevendende i en luftet bioreaktor.

Aktivslambaserte prosesser benytter suspenderte slamfnokker til å bryte ned innkommende forurensninger. Slammet blandes med innkommende avløpsvann og holdes i reaktorer med ulike prosessmiljøer. Det må være skiftevis et oksygenrikt miljø (aerobt) for nitrifikasjon og nedbrytning av organisk materiale, eller et anoksiske miljø for denitrifikasjon.

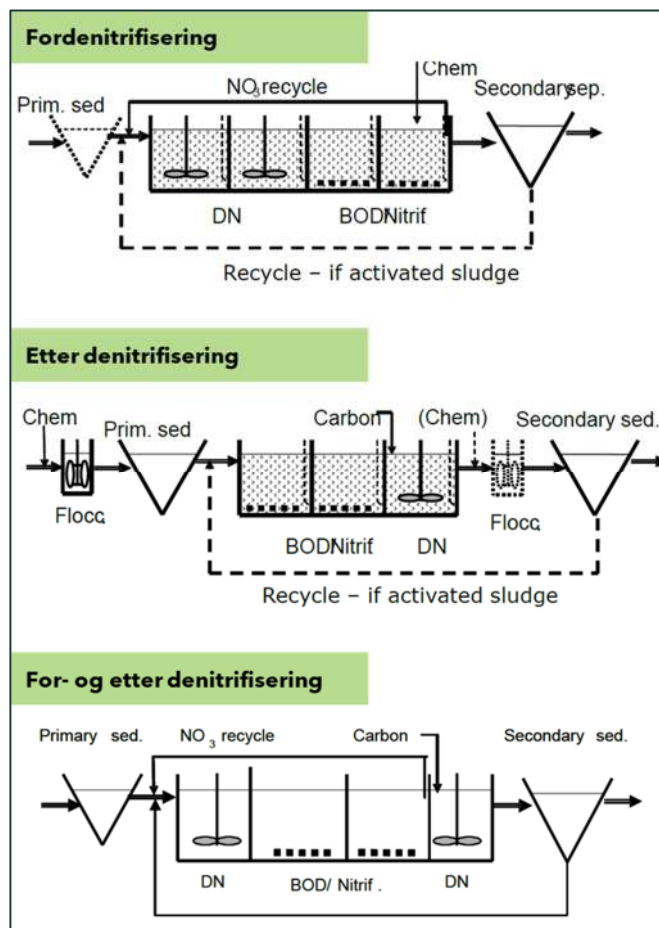
Den aktive biomassen inneholder både nitrifiserende og denitrifiserende bakterier, som føres gjennom vekselvis anoksiske og aerobe volum for å fjerne nitrogenet. Blandingen av slam og vann kan enten bevege seg gjennom forskjellige reaktorer med varierende miljøer, eller miljøet i en enkelt reaktor kan endres ved å starte eller stoppe luftingen.

I denne konfigurasjonen skjer denitrifikasjon i den anoksiske sonen, mens nitrifikasjon skjer i den aerobe sonen. Resirkulering av nitratholdig vann fra den aerobe sonen til den anoksiske sonen er nødvendig for effektiv nitrogenfjerning.

Biomassen i aktivslamprosesser er mindre beskyttet for stressende miljøer, som f.eks. ved tilførsel av inhiberende stoffer samt tilsvarende redusert tilvekst og derav fare for utvasking av spesialiserte bakterier (nitrifiserende) ved lave temperaturer. Sedimenteringsegenskaper er viktige for opprettholdelse av god funksjon da biomassen må tilbakeføres til reaktorene, dette gir en følsomhet for store variasjon i hydraulisk belastning eller man vil kunne få slamflukt (dårlig separasjon) og derav for lav slamalder i bioreaktorene.

Biomassen må som nevnt returneres til innløpet av det biologiske rensetrinnet for å opprettholde god og stabil drift. Det er en begrensning i hvor konsentrert biomasse som

kan returneres ved konvensjonell separasjon og dette begrenser hvor lite reaktorvolumet kan være. Dette kan derimot motvirkes ved bruk av separasjonsmetoder som gir en mer konsentrert biomasse ved avskilling, som f.eks. ved bruk av membraner.



Figur 9-1: Illustrasjon av nitrogenfjerning med fordenitrifisering, etterdenitrifisering og både for- og etterdenitrifisering.

9.2.2. Aktivslam med MBR (membran bioreaktor)

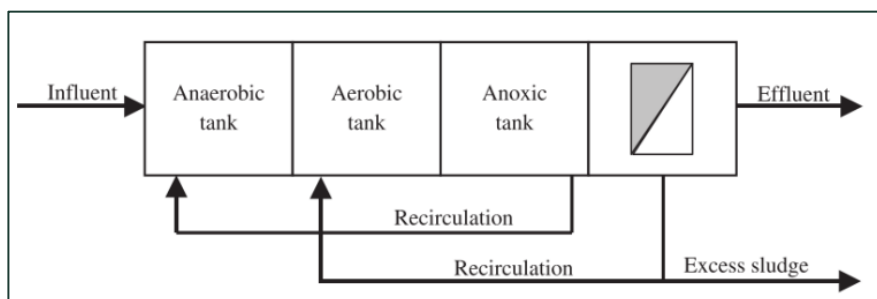
MBR-konfigurasjonen er lignende konvensjonell aktivslam, men erstatter sedimenteringstrinnet med en membranfiltrering, vanligvis ultrafiltreringsmembraner. Dette gir bedre separasjon av slam og vann, og muliggjør høyere slamkonsentrasjoner i bioreaktoren.

Det finnes to hovedtyper av MBR-anlegg: de med integrert slamseparasjon, hvor membranene er plassert direkte i bioreaktoren, og de med separat slamseparasjon, hvor membranene er plassert i en egen membranreaktor, tilsvarende sedimenteringsbasseng i konvensjonelle anlegg. I dag er det mindre vanlig å bruke integrerte anlegg.

Separasjonen i membraner avhenger blant annet av den hydrauliske mengden som tilføres og den laveste temperaturen på avløpsvannet. For å holde membranene rene, benyttes

lufting, hyppig tilbakespyling, kjemisk rens og periodisk inngående rens (hvor membranene tas ut av tanken). Membranene fungerer som en absolutt barriere mot suspendert stoff.

Det finnes hovedsakelig to typer membraner: flatsheet-membraner (for eksempel Kubota) og hollow fibre-membraner (for eksempel Zeeweed fra SUEZ). I tillegg finnes det en hybridtype kalt Hollow Sheet (fra Alfa Laval). Det finnes også en kombiløsning med både flatsheet-membraner og hollow fibre-membraner.



Figur 9-2: Aktivslam for nitrogenfjerning med MBR som partikkelseparasjonstrinn

9.2.3. Biofilm (MBBR: moving bed bioreaktor)

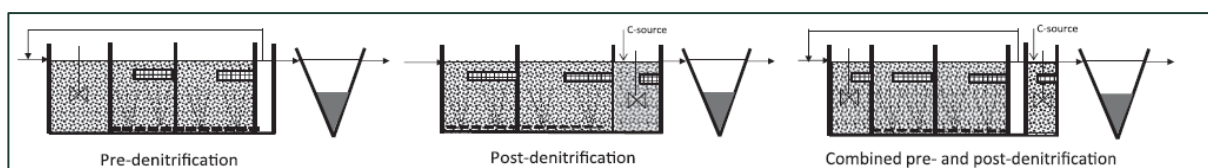
En Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) er en biofilmprosess hvor mikroorganismene vokser på faste overflater inne i reaktorene. Bakteriene vokser på et bæremedium som holdes suspendert i reaktoren ved hjelp av lufting eller mekanisk omrøring. På grunn av konkurransen mellom ulike mikroorganismer og deres forskjellige veksthastigheter, søkes det å utvikle ulike mikroorganismer og delprosesser i de enkelte reaktortrinn. For eksempel er nitrifikasjonen søkt oppnådd i luftede reaktorer med god tilgang på oksygen, eventuelt redusert oksygennivå i reaktorer der ammoniumnivået er begrensende. Denitrifikasjon søkes i anoksiske reaktorer der oksygen ikke foreligger. Derav søkes en reduksjon av oksygen i forkant av denitrifikasjonsreaktorene.

MBBR benytter en serie reaktorer med fritt sirkulerende bæremedier. Det vil oppstå et behov for ekstern karbon ved bruk av etter-denitrifikasjon.

Siden biofilmen er festet til faste overflater i separate reaktorer, blir det enklere å dyrke spesialiserte biofilmer som tåler stressende miljøer bedre, for eksempel tilstedeværelsen av hemmende stoffer eller lave temperaturer. En ulempe med MBBR prosessene er begrensning av vannmengde som kan føres gjennom reaktorene, definert som fluks. Dette skyldes at man må unngå at biogemene presses mot sluttdelen av reaktoren. Dette medfører at resirkuleringsmengdene normalt er begrenset til 1-2x innløpsmengden. Derav oppstår et behov for etter-denitrifikasjon for å oppnå høye reduksjoner av nitrogen. En ulempe med biofilmprosesser er at det kreves høyere oksygenkonsentrasjoner for å opprettholde en effektiv prosess.

Siden biologisk nitrogenfjerning krever flere biologiske prosesser med ulike prosessmiljøer, brukes vanligvis flere serielt koblede reaktorer med forskjellige funksjoner og prosessmiljøer i et MBBR-anlegg. Bæremediet holdes tilbake i hver reaktor for å sikre at de nødvendige bakteriegruppene forblir i hver sin reaktor, ved hjelp av en silanordning på utløpet fra hver reaktor.

Prosessten er robust mot store variasjoner i belastning da bakteriene sitter «beskyttet» på bæremediet, og ikke lett vaskes ut eller inhiberes av f.eks. pH.



Figur 9-3: Forskjellige MBBR-konsignasjoner for nitrogenfjerning (kilde: H. Ødegård).

9.2.4. IFAS (Integrated Fixed-Film Activated Sludge)

IFAS (Integrated Fixed-film Activated Sludge) er en variant av aktivslamprosessen som kombinerer fordelene ved aktivslam med fordelene ved MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor). I denne prosessen tilsettes MBBR-bæremedier til et luftet prosessbasseng i aktivslamsystemet, noe som forbedrer effektiviteten og stabiliteten i rensingen.

Nitrifikanter kan både vokse i suspendert kultur og på bæremediet, noe som gir økt nitrifikasjonskapasitet ved lavere temperaturer da den fastsittende kulturen i større grad forblir i reaktoren og ivaretar nitrifikasjonen. Slamalderen som i rene aktivslam-prosesser søkes tilstrekkelig for å kunne kompensere for lav omsetning i perioder med lave temperaturer, kan i IFAS utførelse reduseres da effekt av biofilmen vil kunne kompensere for en høyere slamalder. Dette medfører at slamalder alene ikke blir dimensjonerende for størrelsen på luftet reaktorer.

Ulempene med prosessen inkluderer økt energiforbruk på grunn av behovet for kraftigere lufting i trinnet med bæremedium. I tillegg krever prosessen en mer kompleks oppbygging av anlegget, noe som kan føre til begrensninger i fluks gjennom reaktorene.

IFAS-systemer (Integrated Fixed-film Activated Sludge) kan konfigureres for å oppnå både biologisk nitrogenfjerning og biologisk fosforfjerning. En typisk konfigurering for IFAS-systemer med både nitrogen- og fosforfjerning kan se slik ut:

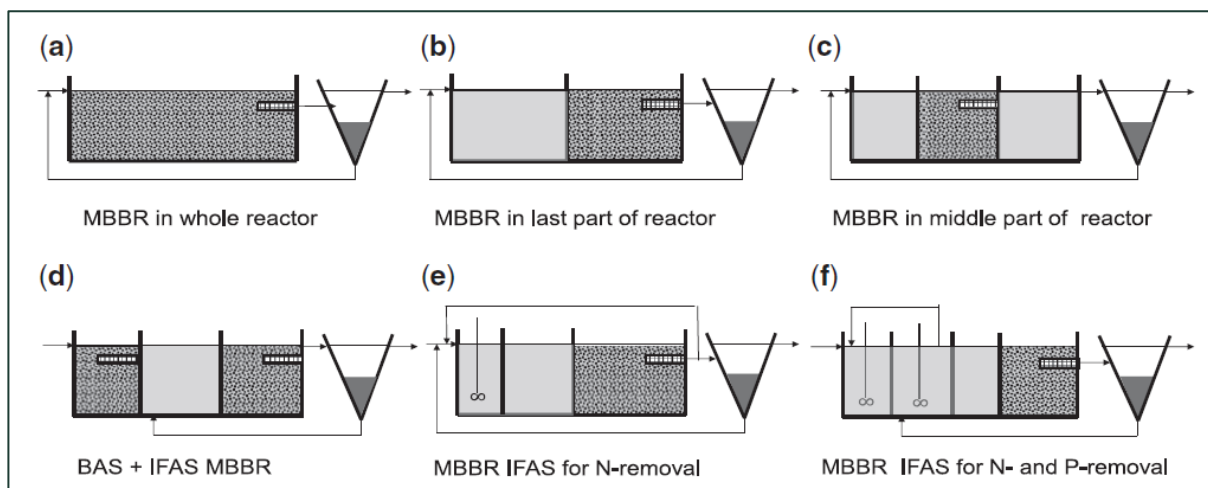
Anaerob sone: Prosessen starter med en anaerob sone uten bæremedium. Her skjer frigjøring av fosfor fra fosforakkumulerende organismer (PAO) og opptak av lett nedbrytbart organisk materiale.

Anoksisk sone: Deretter følger en anoksisk sone, ofte uten bæremedier. Her skjer denitrifikasjon, hvor nitrat omdannes til nitrogen.

Aerob sone: Den største delen av reaktoren er vanligvis aerob, og vil også inkludere med bæremedier. Ved flere aerobe reaktortrinn kan bæremedium velges bare i de siste trinnene. Her skjer fjerning av rest karbon, nitrifikasjon (ammoniakk omdannes til nitrat) og opptak av fosfor av PAO-bakterier.

Sekundær anoksisk sone: En ytterligere anoksisk sone kan inkluderes for å øke denitrifikasjonen. I denne sonen søkes en begrenset lufting som muliggjør en eventuell simultan rest nitrifikasjon sammen med en denitrifikasjon avhengig av tilgang på karbon.

I IFAS-systemer sirkuleres aktivslammet gjennom disse sonene, mens bæremediene forblir i sine respektive soner. Dette gir en kombinasjon av fastsittende biofilm på bæremediene og suspendert biomasse i væskefasen.

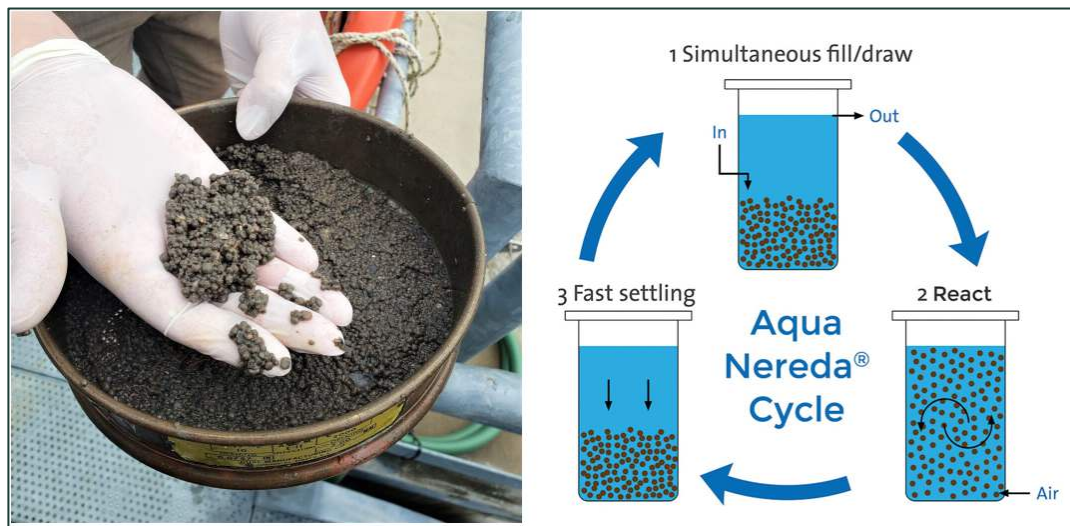


Figur 9-4: Ulike konfigurasjoner med IFAS (kilde: H. Ødegård).

9.2.5. AGS (Aerobic Granular Sludge)

I AGS-reaktorer vokser slam som granuler og kan dermed oppfattes som en mellomting mellom aktivslamprosesser og biofilmprosesser. Biomassen i AGS-prosesser (Aerob Granulær Slam) inneholder alle nødvendige mikroorganismer, likt som i aktivslamprosesser. Imidlertid gir granulstrukturen slammet en funksjon som ligner mer på biofilm. I en AGS-prosess skjer nedbrytning av organisk materiale, nitrifikasjon og denitrifikasjon vanligvis i samme fase. Dette er mulig fordi ulike prosessmiljøer kan opprettholdes i forskjellige lag i granulen. Hovedfasen i en AGS-prosess er derfor en lang luftet fase hvor oksygenkonsentrasjonen kontrolleres for å optimalisere samtidig nedbrytning.

Siden granulene er blandet med avløpsvannet, må slammet separeres fra vannfasen. Dette gjøres ved hjelp av tidsstyring, ettersom AGS-prosessen opererer som en sekvensiell batch-reaktor (SBR).



Figur 9-5: Aerobt granulært slam for avløpsrensing (kilde: Nereda®).

9.2.6. SBR (Sequence Batch Reactor)

Sekvensiell batch-reaktor (SBR) teknologi opererer ved å gjennomføre alle rensefaser i én og samme reaktor, inkludert fylling, lufting, separasjon og dekantering. Denne teknologien er ofte brukt i mindre anlegg i Norge som slipper ut til ferskvann (<3000 pe), samt i større anlegg i utlandet hvor anleggene vanligvis bygges uten overbygg, noe som gjør volumkrevende prosesser mer konkurransedyktige.

Fordelene med SBR inkluderer fravær av kortslutningsstrømmer, siden det er en batch-prosess. Syklustiden kan varieres, og det er mulig å ta ut en reaktor ved redusert belastning.

På den annen side er SBR en mer volumkrevende prosess enn aktivslam og sedimentering. Det kan også oppstå problemer med slamflukt, som kan påvirke renseeffektiviteten og krever nøye vurdering. For å sikre optimal separasjon kan et etterfølgende separasjonstrinn være nødvendig.

Teknologien er i stadig utvikling, og det finnes nå SBR-løsninger med bæremateriale i form av granuler eller biofilmbærere som nevnt. Selv om disse løsningene ennå ikke er introdusert i Norge, kan det være interessant å undersøke resultatene fra anlegg i lignende klima, som i Finland og Canada.

9.3. Sammenligning av aktuelle renseteknologier for nitrogenfjerning

Hver av disse teknologiene tilbyr spesifikke fordeler og ulemper som er oppsummert i Tabell 9-2.

De fleste av de teknologiene har vist seg kapable til å håndtere de utfordrende forholdene i Norge, spesielt med tanke på drift i kaldt klima, energieffektivitet og høy ytelse innen nitrogenfjerning. Valget mellom dem vil avhenge av spesifikke lokale forhold, eksisterende infrastruktur, budsjettbegrensninger og langsiktige mål for anlegget.

Tabell 9-2: Oppsummering av fordeler og ulemper av forskjellige renseprosesser for nitrogenfjerning

Nøkkelkriterier	Fordeler	Ulemper
Aktivslam/MBR	1) En velkjent og utprøvd teknologi. Referanser i alle type klima og avløps sammensetninger. 2) En robust prosess som godt tilpasses lokale avløpsforhold. 3) I MBR-utførelse, dvs. med membran som avskillingstrinn, vil avskilling av biomasse i liten grad være påvirket av slamegenskapene og biomassen økes i reaktorvolumene sammenlignet med konvensjonell løsning. Derav vil areal for biotrinnet kunne reduseres. Membrantrinnet vil avhengig av valg av teknikk fortsatt kreve tilleggsareal.	1) Effektivitet mht. Nitrogenomsetning, påvirkes av omsetningshastighet som reduseres ved lave temperaturer, krever kompensering av volumer og biomasse. 2) Krever noe større bassengvolum, spesielt mht. nitrogenfjerning og lave temperaturer. 3) Suspendert biokultur som må skilles av fra rensed avløp og returneres til reaktoren. Avskilling påvirkes av slamkvaliteten. Slamkvaliteten kan variere og påvirkes av blant annet prosessstilstanden (lufting/omrøring/biomasse/etc.) og inhiberende stoffer i tilløpet. 4) Ved redusert slamkvalitet kan gi problemer med i sedimentasjonstrinnet, dette kan medføre slamtap og redusert renseseffekt. Dette kan opptre ved gunstige forhold for biotrinnet sammen med store hydrauliske belastninger. 5) Overskuddslam vil normalt holde lav konsentrasjon.

		6) Biomasse i reaktorene må tilpasses belastningene og krever kontroll av slamuttak og konsentrasjon i reaktorene 7) I MBR konfigurasjon vil membrantrinnet være hydraulisk begrensende, samt kreve rengjøring med kjemikalier.
MBBR	1) Tilbyr mer kompakt design og krever mindre plass enn konvensjonelle aktivslamanlegg. 2) Biofilmen opprettholder bedre stabil funksjon ved lave temperaturer. 3) Biofilmen er festet til faste overflater som holdes tilbake i reaktoren. Prosessen er derfor ikke avhengig av å skille av biomassen og føre denne tilbake til reaktoren. 4) Robust mht. store variasjoner i hydraulisk belastning. Noe mer varierende i forhold til store variasjoner i organisk belastning. 5) Prosessen er uavhengig av funksjon på avskillingstrinnet. En lav slambelastning er godt tilpasset bruk av flotasjon.	1) Krever en minimumlufttilførsel for å sikre god omblending i reaktor samt en noe høyere oksygenkonsentrasjon i N trinnet for effektiv omsetning. 2) Kan kreve et høyere kjemikalieforbruk ved felling, men generelt tilsvarende som andre prosesser ved lavere belastning. 3) Optimal reaktorgeometri begrenser ofte størrelse på resirkuleringsstrømmer i prosessen. 4) Viser kortvarig noe mer varierende effekt ved større økning i organisk belastning.
SBR	1) Generelt antas et noe lavere energiforbruk til lufting sammenlignet med kontinuerlige systemer. 2) Kan kombineres med Biologis fosforfjerning som for AGS.	1) Håndterer varierende belastninger godt, men forutsetter i større anlegg buffervolum før og etter reaktortrinnet. 2) Biomassekonsentrasjon som konvensjonell aktivslam. Påvirkes av avskillingsegenskapene til biomassen.

	3) Fravær av kortslutningsstrømmer, siden det er en batch-prosess	3) Risiko for slamflukt.
IFAS	1) Kombinerer fordelene med både aktivslam og biofilmprosesser mht. til stabilitet ved varierende temperatur. Biofilmen kompenserer potensiell utvasking av suspendert kultur ved lave vekstforhold; temperatur 2) Biofilmen kan øke stabilitet i nitrifikasjonsprosessen ved tilførsel av inhiberende forbindelser	1) Økt energiforbruk ift. aktivslam på grunn av behovet for kraftigere lufting i trinnet med bæremedium (N-trinnet). 2) Prosessen krever tilpasning for MBBR i del av anlegget, noe som også krever hensyn mht. hydrauliske belastning (returstrømmer).
AGS	1) Kan oppnå god nitrogenfjerning selv ved lave temperaturer. 2) Granulene tilbyr en høyere biomasse konsentrasjon uten bruk av annet enn konvensjonell gravitasjonsavskilling. Dette reduserer reaktortvolum og potensielt areal behov. 3) Potensial for lavere energiforbruk på grunn av mer effektiv utnyttelse av tilført luft. 4) Kan bygges med til Biologisk fosforfjerning gitt at total syklustid tillater og drift tilpasses utvikling av bakteriekulturen.	1) En nyere teknologi som fra Sverige dokumenterer gode driftsresultater. Prosessen foreligger ennå ikke i noe anlegg i Norge. Et anlegg i drift i Sverige med nitrogenfjerning. Et anlegg under etablering i Sverige. 2) Søker å oppnå høyere konsentrasjoner i reaktor (fylling) for selektering av biomassen. Ved lengre perioder med tynne avløp kan dette være en svakhet. 3) Lengre tid ved oppstart for utvikling av biomasse. Krever gjerne buffervolum foran og etter reaktortrinnet.

Det er definert noen viktige kriterier slik at man kan tallfeste dem og sammenligne dem i en tabell.

Tabell 9-3 viser sammenligning av definerte kriterier basert på definerte kriterier.

Tabell 9-3: Sammenligning av renseteknologier

Kriterium	MBBR	AGS	IFAS	SBR	Aktivslam
Effektivitet i kaldt klima	++	0	+	0	0
Plassbehov	+	+	0	0	-
Energieffektivitet	+	++	0	0	-
Fleksibilitet og tilpasningsevne	++	0	+	+	0
Rensegrad	++	+	+	+	+
Driftsvennlighet	++	0	+	0	0
Slamproduksjon og -egenskaper	+	++	+	0	0
Kostnadseffektivitet	+	+	0	0	0
Kompetansebehov og kompatibilitet	++	0	+	0	+
Rangering	1	2	3	4	5

Effektivitet i kaldt klima: Aktiv slam krever høyere slamalder under 10°C grunnet svekket mikrobiell aktivitet i suspendert vekst. Biofilmen i MBBR og IFAS tåler temperaturfluktuasjoner bedre (effektiv ned til 5 °C), og kombinasjonen av biofilm og suspendert biomasse gir redundans ved lavtemperatur. Aerobe granuler i AGS er selvisolierende og opprettholder nitrifisering ved lave temperaturer. SBR med varierende oksygenregime er utsatt for kinetisk nedgang i kulde.

Plassbehov: Aktiv slam krever stort volum for bassenger. MBBR og IFAS har noe mindre volum enn aktivslam pga. høy biofilmtetthet. Granulær biomasse i AGS tillater kortere oppholdstid i reaktoren. SBR krever buffervolumer for batch-behandling, som øker fotavtrykk.

Energieffektivitet: MBBR og IFAS reduserer luftingsbehov, men krever strøm for mediebevegelse, og bedre oksygenoverføringseffektivitet enn aktivslam. AGS har lavt luftingskrav grunnet diffusjonskontroll i granuler.

Fleksibilitet og tilpasningsevne: MBBR tåler hydraulisk overbelastning via høyere fyllingsgrad av bæremedium . IFAS har dobbelt biomassesystem som tillater gradvis tilpasning til belastningsendringer. AGS har selvregulerende granultetthet håndterer belastningsvariasjoner. SBR med fast batch-tidsplan begrenser respons på plutselige endringer.

Rensegrad for nitrogen: AGS gir bra N/P-fjerning ved simultane aerobe/anaerobe soner i granuler. MBBR gir konsistent høyere N-fjerning grunnet stabil biofilm. IFAS oppnår tilstrekkelig N-fjerning via synergi mellom biofilm og suspendert biomasse. Renseeffekten for aktivslam og SBR varierer mellom batch-sykluser.

Driftsvennighet: Aktiv slam hyppig MLSS-justering og slamalderkontroll. MBBR og IFAS har enklere skallingstilrettelegging, samt kombinerer fordeler fra både MBBR og aktivslam. AGS er selvbalanserende uten mekanisk separering eller returpumping. SBR krever kompleks sekvenskontroll for batch-sykluser.

Slamproduksjon og -egenskaper: Aktiv slam har høy slamproduksjon med lav metanpotensiale. MBBR har redusert slamproduksjon. IFAS har blandet slamkvalitet som gir bedre avvanningspotensiale. AGS har minimal slamdannelse. Slamkvaliteten for SBR svinger med batch-intervaller.

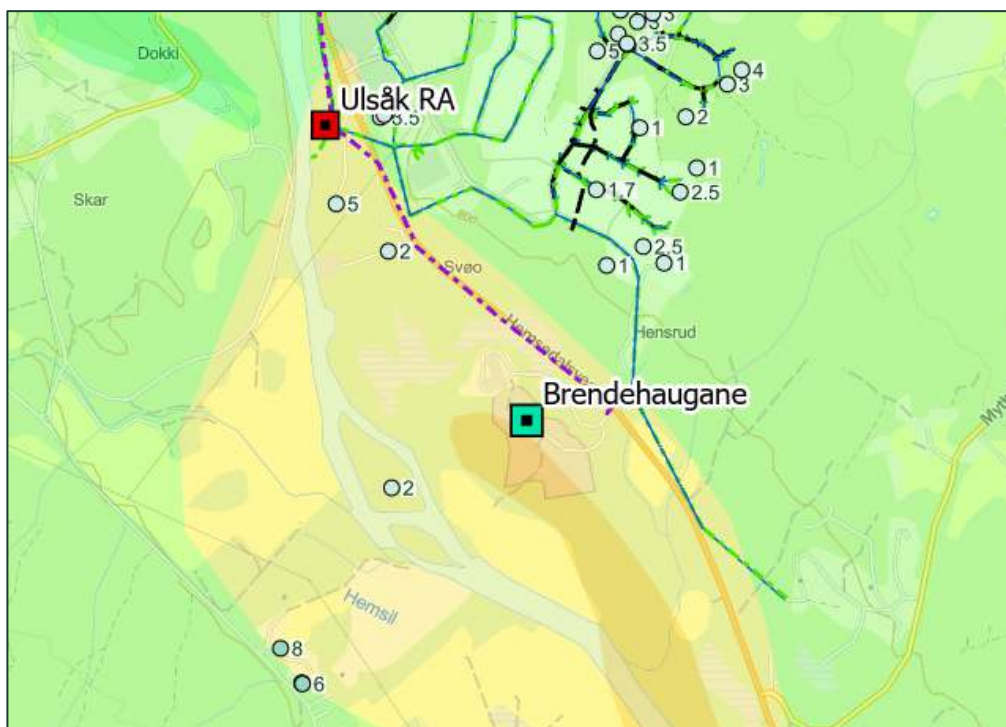
Kostnadseffektivitet: Aktiv slam har høy investeringskostnader. MBBR og IFAS har høyere kostnader for medier, men noe lavere driftskostnader. AGS har lavere livsløpskostnad grunnet energibesparelser. SBR har høy automasjonskostnad for avansert styring.

Kompetansebehov og kompatibilitet: Aktiv slam krever avanserte kontrollsystemer. MBBR har standardiserte designs som reduserer implementeringsrisiko. IFAS krever kunnskap om både biofilm- og suspenderte systemer. AGS er selvregulerende og minimerer manuell innblanding. SBR krever spesialisert kunnskap om batch-kontrollstrategier.

9.4. Infiltrasjonsanlegg for tilleggsrensing av rensed avløpsvann og overløp

Grunnet brukerinteresser for resipienten nedstrøms nytt RA, bør det vurderes om det kan etableres tilleggsrensing av rensed avløpsvann, og ev. også overløp fra RA og innløpsspumpestasjon, ved å etablere et infiltrasjonsanlegg etter selve renseanlegget. En Dette vil både ytterligere begrense utslipp av stoffer mv. som kan forringe vannkvaliteten, og gjøre at man unngår punktutslipp til elva helt. Et slikt infiltrasjonsanlegg vil medføre svært god tilleggsrensing for fosfor, organisk materiale, tarmbakterier og smittestoff, samt noe rensing for nitrogen.

Kvartærgeologiske kart gir en god oversikt over muligheter for å anvende infiltrasjonsanlegg. Grunnundersøkelser må imidlertid alltid gjennomføres i tillegg, for å dokumentere løsmassenes egnethet til formålet, og for å kunne dimensjonere infiltrasjonsanleggene. Figur 9-6 viser kartutsnitt med foreslått plassering av nytt renseanlegg med løsmasseforekomster, og eksisterende grunnvannsbrønner i området.



Figur 9-6: Kartutsnitt med foreslått plassering av nytt renseanlegg på Brendehaugane og løsmasseforekomster. De nummererte sirklene indikerer eksisterende grunnvannsbrønner.

I Figur 9-7 vises utformingen av slike infiltrasjonsbasseng for Langmoen RA som nå er under bygging i Nissedal kommune. Langmoen RA skal ha kjemisk-biologisk rensing «innomhus» og tilleggsrensing «utomhus» i infiltrasjonsbasseng. Renseanlegget er dimensjonert for ca. 22 500 pe med mulighet for utvidelse. Det er ca. 2000 fastboende og ca. 900 hytter tilknyttet (og det er planlagt ca. 1000 nye hytter), så dette renseanlegget er, i likhet med hva et nytt RA i Hemsedal vil være, dimensjonert for å tåle stor variasjon i tilrenning.



Figur 9-7: Utsnitt av tegning som viser omriset av nye Langmoen RA i Nissedal kommune med infiltrasjonsanlegg.

Det pågår arbeid for å dokumentere at det er mulig å ta representative prøver fra infiltrasjonsanlegg, blant annet gjennom Norsk Vann-prosjekt 14/2024 (Norsk Vann, 2024). Dersom dette blir godkjent for kap. 14-renseanlegg, vil man kunne medregne renseseffekten i infiltrasjonsanlegget i renskravene som skal oppfylles for rensanlegget.

9.5. Oppsummering og anbefaling

Det er vurdert et utvalgt av renseløsninger for nitrogenfjerning på nytt Hemsedal RA hvor MBBR kommer best ut basert på definerte kriterier. Det foreligger ingen kjente forhold, på dette tidspunkt, på tilgjengelig tomt som begrenser valg av prosess. Det er flere løsninger som kan møte renskravene, og vi kan ikke si uten videre prosessmodellering hvilken løsning som samlet sett kommer best ut. Likevel er det anbefalt en prosessløsning basert på vurdering av utvalgte rensprosesser og skjønnsmessig forståelse av behov, kompetanse og

kapasitet i Hemsedal kommune anbefales det at det nye renseanlegget for nitrogenfjerning bygges med MBBR. MBBR er en utbredt prosess i Norge og har vært den dominerende biofilmprosessen for behandling av avløpsvann i løpet av de siste 10-20 årene. Det er mange leverandører som kan prosjektere og bygge anlegg av denne typen i Norge og flere miljøer med god kunnskap om drift av slike prosesser. Prosessen er robust mot store variasjoner i belastning da bakteriene sitter «beskyttet» på bæremediet og ikke lett vaskes ut eller inhiberes av f.eks. pH. Prosessen finnes på flere norske renseanlegg med nitrogenrensing, f.eks. Lillehammer RA, NRA RA2 i Lillestrøm, Gardermoen RA og Nordre Follo RA.

På grunn av brukerinteressene for resipienten Hemsil, og for å begrense utslippene til Hemsil mest mulig, anbefales det å utrede videre muligheten for å etablere tilleggsrensing i infiltrasjonsanlegg.

En grundig analyse av lokale forhold, regulatoriske krav, og en detaljert kost-nytte-vurdering anbefales fortsatt før man tar en endelig beslutning om valg av renseteknologi.

10. Dimensjoneringsgrunnlag

10.1. Dimensjonerende temperatur

Temperaturen på avløpsvannet er en kritisk faktor for dimensjoneringen av anlegget. Den valgte dimensjonerende temperaturen har stor innvirkning på bassengvolumene i de biologiske rensetrinnene. De laveste temperaturene i innløpsvannet til renseanleggene forekommer vanligvis under snøsmeltingsperioden (mai-juni). Det anbefales å innhente temperaturdata fra alle anlegg gjennom hele året før neste prosjektfase.

Kommunen har begynt med temperaturmålinger fra 1 oktober 2024. Det foreløpig foreligger data for periode 1 okt. – 17. des. 2024. Det er observert at Ulsåk RA har langt større variasjoner i innløpstemp sammenlignet med Trøim RA og de siste ukene i desember 2024 går temperaturen under 6 grader om natta grunnet lite forbruk og mye fremmedvann. Tabell 10-1 viser målte temperaturdata, inkludert gjennomsnittlige, maksimale og minimale temperaturer. Vektet gjennomsnitt er beregnet med utgangspunkt i eksisterende tilrenning (Q_{middel}). Det er viktig å merke seg at disse ikke må forveksles med de dimensjonerende temperaturene for anleggene.

Bassengvolumene dimensjoneres etter en dimensjonerende temperatur på 8 °C for beregning av prosessvolum. Det er tatt utgangspunkt i at anlegget dimensjoneres for å møte nitrogenkravet, uten at det gis noen unntak i perioder med lav temperatur. Når vi dimensjonerer til 8 °C, vil prøvene med lavere temperaturer også telle med i årsgjennomsnittet. Men ettersom det også er et konsentrasjonskrav og vannmengdene vil være høye i perioder med snøsmeltning og høyt belegg fra hyttebesøk, så vil konsentrasjonskravet antakelig kunne overholdes. Da det er tale om årsgjennomsnitt, vil renseseffekten være høy i lavsesong og dette vil kompensere for lavere reduksjon i vinterhalvåret.

Tabell 10-1: Oppsummering av vanntemperatur i periode 1 okt. – 17. des. 2024

	Snitt	Maks	Min
Trøim RA	9	12,7	6,9
Ulsåk RA	8,4	11,2	5,7
Vektet gj. snitt	9	12	7

10.2. Dimensjonerende vannmengder

Dimensjonerende vannmengder beregnes med utgangspunkt i tilrenningsdata i årene 2022-2023 fra hvert renseanlegg med påslag fra nye tilknytninger frem til 2060. Fremtidige vannmengder for Trøim og Ulsåk RA frem til 2035 er hentet fra tidligere kapitler i denne rapporten (kap. 5.1 og kap. 6.1). Tuv RA er lagt ned og overført til Trøim RA i mars 2024. Vannmengder for Tuv RA er hentet fra hovedplan for avløp og vannmiljø 2018 - 2030.

Det er lagt inn 5000 pe som tar høyde for eventuelle fremtidige utbyggingsplaner som ikke er medtatt, for eksempel utbygging i Røggelia.

Fremtidige vannmengder er beregnet med utgangspunkt i spillvannsmengder på 150 l/p·d og fremmedvannmengder på 20 l/ p·d. Maks timefaktor er satt er $k_{maks}=1,42$ etter Norsk vann rapport 256. Det er tatt utgangspunkt i gjennomsnitt av eksisterende forholdstall mellom $Q_{maksdim}/Q_{dim}$ og $Q_{maks}/Q_{maksdim}$ for beregning av fremtidige vannmengder.

Det er forutsatt at den reserve kapasiteten ikke særlig bidrar til økning av Q_{maks} fordi dette er stort sett påvirket av snøsmelting og fremmedvann til anlegget og det er satt til 150 m³/h basert på skjønnsmessige vurderinger.

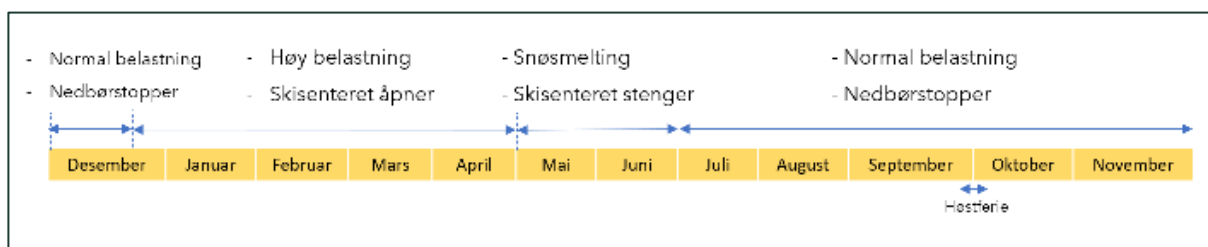
Tabell 10-2: Dimensjonerende vannmengder for eksisterende tilrenning (2022-2023)

	År	Q_{min} (m ³ /h)	$Q_{midlere}$ (m ³ /h)	Q_{dim} (m ³ /h)	$Q_{maksdim}$ (m ³ /h)	Q_{maks} (m ³ /h)
Eksisterende						
Trøim RA	2023	13	24	33	78	234
Ulsåk RA	2023	2	7	8	16	45
Tuv RA	2023	2	3	3,4	6	17
Sum	2023	17	34	45	100	296
Fremtidig						
Trøim RA	2035	20	40	56	130	234
Ulsåk RA	2035	2	8,3	9	19	45
Tuv RA	2035	5	10	18	30	-
Nye tilknytninger (866 pe)	2035-2060	2	6	8	19	54
5000 pe (fremtidige utbyggingsplaner)	2060	12	35	49	107	150
Sum	2060	41	100	140	304	570

10.3. Analyse av variasjon i belastning på Trøim RA

Trøim RA er valgt for analyse av variasjon i belastning i Hemsedal kommune siden det er det største anlegget i kommunen og det foreligger tilstrekkelig data for dette anlegget.

Belastningen på renseanleggene i turistområder som Hemsedal varierer betydelig gjennom året på grunn av turisme. Det er store døgnvariasjoner i høysesongen, med påsken som den uken med absolutt høyest belastning. Figur 10-1 viser fordeling av belastning i løpet av et år basert på utslippsprøver i årene 2016-2024.



Figur 10-1: fordeling av belastning basert på utslippsprøver i årene 2016-2024 for Trøim RA

Mønsteret basert på observasjoner er at høysesong for belastning er:

Påsken: Dette er perioden med maksimal belastning på renseanleggene (ca. 14 dager)

Juleferie: Det er også økt belastning i denne perioden (ca. 14 dager)

Vintersesongen: Januar til og med april er generelt høysesong. (ca. 76 dager)

Helgetopper: Det er betydelig høyere belastning i helgene under høysesongen sammenlignet med ukedagene (ca. 34 dager i vintersesong)

Andre perioder med økt belastning er:

Vinterferie: Dette er en periode med høyere belastning enn normalt (uke 8-9, ca. 7 dager).

Høstferie: Også i denne perioden ser man økt belastning (uke 40-41 ca. 7 dager).

Stoffbelastningen på nytt Hemsedal RA vil variere i løpet av et år. Vi har gjennomført en analyse av utslippsdata fra Trøim renseanlegg i periode 2016-2024, som er det største anlegget i Hemsedal kommune. For å skille mellom fastboende og turistbesøk, har vi satt en terskelverdi på $Q = 500 \text{ m}^3/\text{d}$, $\text{BOF}_5 = 200 \text{ kg/d}$ og $\text{Tot-N} = 35 \text{ kg/d}$ med utgangspunkt i ca. 3500 fastboende personer. Denne terskelen hjelper oss med å identifisere perioder med økt aktivitet som kan tilskrives turisme, i motsetning til den jevne belastningen fra fastboende.

Resultatene viser at belastningen i januar til og med april er høyere enn resten av året. Tabell 10-3 viser at 80-persentil av nitrogenbelastningen i januar-april er ca. 4 høyere enn resten av året og vannmengdene i samme periode er ca. 2,7 ganger høyere enn resten av året. Snøsmelting i Hemsedal kommune er ofte i periode mai-juni.

Tabell 10-3: Analyse av kontrollprøver i periode 2016-2024 for Trøim RA.

Dato	Antall datapunkter med Tot-N > 35 kg/d		Antall data med vannmengde > 500 m ³ /d	
Januar	5	80-persentil i den perioden = 95 kg Tot-N/d	6	95-persentil i den perioden = ca. 1 330 m ³ /d
Februar	4		7	
Mars	7		7	
April	3		25	
Mai	0	80-persentil i den perioden = 24 kg Tot-N/d	3	95-persentil i den perioden = ca. 490 m ³ /d
Juni	0		2	
Juli	0		2	
August	0		1	
September	0		1	
Oktober	0		3	
November	0		0	
Desember	0		3	

Dimensjonering av et nitrogenrensetrinn for Hemsedal RA i et hytte- og turistområde med sesongmessige variasjoner kan være en utfordring fordi belastningen varierer betydelig mellom høysesong og lavsesong.

Total belastning på nytt Hemsedal vil komme fra Ulsåk RA og Tuv RA i tillegg til Trøim RA. Ulsåk RA og Tuv RA er i mindre grad påvirket av sesongvariasjonene som skyldes turismen, men er mer påvirket av fremmedvann. Tabell 10-4 oppsummerer dagens stoffbelastning for Trøim RA.

Tabell 10-4: Stoffblanding i perioder med høy belastning og lav belastning for Trøim RA

Parameter	85-persentil	80-persentil	70-persentil	Belastning
Tot-N (kg/d)	99	95	89	Høy
	28	24	21	Lav
BOF ₅ (kg/d)	628	558	501	Høy
	156	146	128	Lav

10.4. Dimensjonerende stoffbelastning

Stoffbelastningen på det nye anlegget er beregnet på grunnlag av kontrollprøver for BOF_5 fra perioden 2021-2023, og for Tot-N fra perioden 2016-2020. Det er valgt å utvide perioden for nitrogenprøver siden det foreligger 6 nitrogenprøver per år, og alle er inkludert i våre beregninger for å inkludere nitrogenbelastningen i perioder med maksbelastning på anlegget i hvert år.

For BOF_5 -belastning er det tatt utgangspunkt i 80 %-fraktil. Et renseanlegg som dimensjoneres for nitrogenfjerning vil klare å oppfylle kravet til BOF_5 som skal overholdes i minimum 21 av 24 prøver/år, hvilket svarer til at 87,5 % av tiden.

Det foreligger ikke kontrollprøver for Tuv RA, og derfor er stoffmengden fra Tuv RA estimert med proporsjonalt med antall tilknytninger (490 personer) med utgangspunkt i stoffbelastningen til Ulså RA.

Stoffbelastningen fra fremtidige tilknytninger er lagt til og beregnet etter spesifikk dimensjonerende forurensningsmengder, iht. Norsk Vann-rapport 256/2020.

Analyse av variasjon i stoffbelastning som er presentert i tidligere kapitler viser at nytt Hemsedal RA vil ha høy belastning i ca. 150 dager av året (ca. 41 % av året). Det kommer for øvrig andre helgetopper i løpet av et år og derfor høysesong perioden er estimert til 50 % av tiden i løpet av et år. Resten av året vil være normal belastning på anlegget, altså 50 % av året.

Tabell 10-5 viser dimensjonerende stoffbelastning for nytt Hemsedal RA. De ulike trinnene er definert som:

- **Startsfase:** dagens belastning i lav sesong uten nye tilknytninger (2050) og uten 5000 pe (bl.a. Røggelia)
- **Lavsesong:** dagens belastning med lavsesong belastning fra Trøim RA + nye tilknytninger (2050) + 5000 pe (bl.a. Røggelia)
- **Høysesong:** dagens belastning med høysesong belastning fra Trøim RA + nye tilknytninger (2050) + 5000 pe (bl.a. Røggelia)
- **Snitt:** Høysesong: dagens belastning med snitt belastning fra Trøim RA som $(50 \% \times \text{høy belastning}) + (50 \% \times \text{lav belastning}) + \text{nye tilknytninger (2050) + 5000 pe (bl.a. Røggelia)}$

Tabell 10-5: Dimensjonerende stoffbelastning for nytt Hemsedal RA

Trinn	BOF ₅ (kg/d) 85-persentil	Tot-N (kg/d) 85-persentil	BOF ₅ (kg/d) 80-persentil	Tot-N (kg/d) 80-persentil	BOF ₅ (kg/d) 70-persentil	Tot-N (kg/d) 70-persentil
Startsfase	424	51	380	47	328	41
Lavsesong	776	121	732	117	680	112
Snitt	1 012	156	938	152	867	146
Høysesong	1 248	192	1 144	188	1 053	180

10.5. Konklusjon om hydraulisk- og stoffbelastning

Dimensjonerende hydraulisk belastning er vist i Tabell 10-2 og dimensjonerende stoffbelastning er vist i Tabell 10-4 og Tabell 10-5. Resultatene for både hydraulisk- og stoffbelastning viser at belastningen i høysesong er ca. 3 ganger større enn normal belastning.

På grunn av variasjon i stoffbelastning har vi vurdert ulike strategier, blant annet bruk av flere linjer og utjevningsvolum. Det kan være utfordrende å sette i gang ekstra linjer rett før høysesongperioden på grunn av lav vekst av bakterier, særlig nitrifikanter. Imidlertid er et utjevningsvolum gunstig både med tanke på drift av anlegget og for å unngå overdimensjonering av renseanlegget. Overdimensjonering er ugunstig med hensyn til investeringskostnader, driftskostnader og oppvarming av bygget i et kaldt klima som Hemsedal.

For å oppnå optimal drift og kostnadseffektivitet, er det viktig å ha en jevn belastning på anlegget. Ved å implementere utjevningsvolum kan vi jevne ut belastningstopper og sikre en mer stabil drift. Dette vil også bidra til å redusere risikoen for overbelastning og sikre at renseanlegget fungerer effektivt selv under høysesong.

Hydraulisk og stoffbelastning er kritiske faktorer i utformingen og driften av et effektivt renseanlegg. Utjevningsvolumet spiller en nøkkelrolle i å håndtere disse utfordringene, særlig under høysesongen. Figur 10-2 viser et forslag til linjefordeling med utjevningsvolum for håndtering av variasjon i hydraulisk- og stoffblanding som er beskrevet nærmere i delkapittel 11.1.3.

Når det gjelder hydraulisk belastning, spiller utjevningsvolumet en nøkkelrolle i å utjevne belastningen på det biologiske trinnet, spesielt i høysesongen. Dette volumet bidrar til å holde tilbake en del av stoffbelastningen, noe som gjør at anlegget kan tilfredsstille rensekravene uten å måtte overdimensjonere det biologiske rensetrinnet. I normal drift kan anlegget opereres med én linje, men det er fordelaktig å veksle mellom linje 1 og 2 i forkant av høysesongen. Denne strategien sikrer at den biologiske aktiviteten er godt etablert i

begge linjer når behovet for maksimal kapasitet inntreffer. Dette gir en fleksibilitet som er essensiell for å håndtere sesongmessige variasjoner i belastning

Nitrogenrensekravet beregnes som en årsmiddelverdi. Total nitrogenbelastning på nytt Hemsedal RA er estimert til ca. 55,75 tonn Tot-N/år som er vist i Tabell 10-6.

Dimensjonerende nitrogenbelastning på nytt Hemsedal RA er satt til ca. 62 tonn Tot-N/år med utgangspunkt i 10% sikkerhetsmargin.

Når det gjelder stoffbelastning, særlig med hensyn til nitrogen, viser beregninger i Tabell 10-5 at anlegget kan drives effektivt med én linje i startfasen. Ved drift av begge linjer kan anlegget håndtere den gjennomsnittlige nitrogenbelastningen tilfredsstillende.

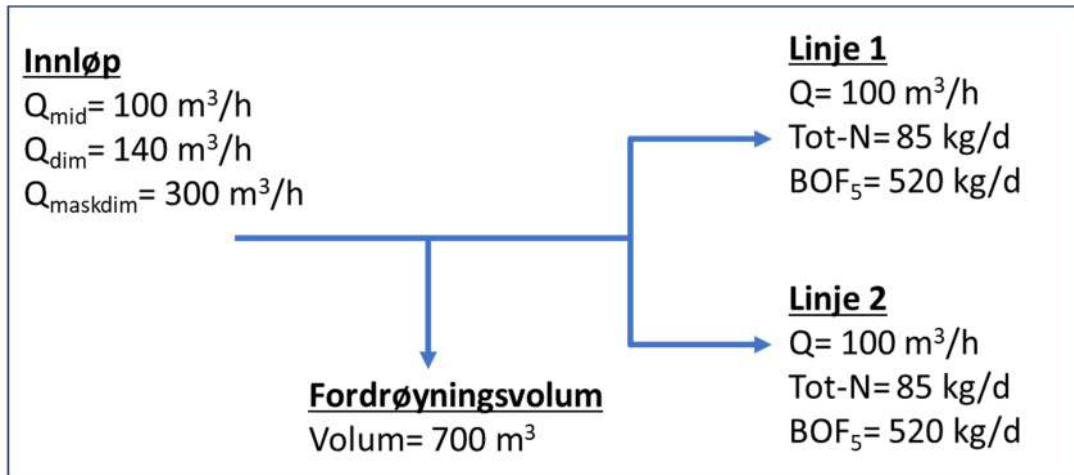
Tabell 10-6: Total nitrogenbelastning på nytt Hemsedal RA

Måned	Sesong	Tot-N (kg/d)	Antall dager	Tot-N (kg/mnd.)
januar	Høy	188	31	5 828
februar	Høy	188	29	5 452
mars	Høy	188	31	5 828
april	Høy	188	30	5 640
mai	Snitt	152	31	4 712
juni	Snitt	152	30	4 560
juli	Lav	117	31	3 627
august	Lav	117	31	3 627
september	Lav	117	30	3 510
oktober	Lav	117	31	3 627
november	Lav	117	30	3 510
desember	Høy	188	31	5 828
Totalt pr. år	-	-	365	55 750

Selv om den totale rensekapasiteten for nitrogen i begge linjene er noe lavere enn toppbelastningen i høysesongen (170 kg N/d vs. 188 kg N/d), forventes dette ikke å kompromittere den overordnede rensegraden for nitrogen. Denne tilsynelatende diskrepansen mellom kapasitet og toppbelastning utjevnes av flere faktorer:

- Høysesongens korte varighet i forhold til hele året.
- Utjevningsvolumets evne til å holde tilbake og utjevne en del av belastningsforskjellen.
- Innebygde sikkerhetsfaktorer i dimensjoneringen av det biologiske rensetrinnet.

Disse elementene samvirker for å sikre at anlegget kan opprettholde en akseptabel nitrogenrensing selv under perioder med maksimal belastning.



Figur 10-2: Forslag til linjefordeling med utjevningsvolum for håndtering av variasjon i hydraulisk- og stoffblanding.

11. Utforming av nytt anlegg

Belastningen til det nye anlegget vil, som i dag, variere en del som følge av turisme, særlig i periodene med høy aktivitet i skianleggene. For å håndtere disse variasjonene er det valgt å legge inn et utjevningsvolum etter forbehandlingstrinnet.

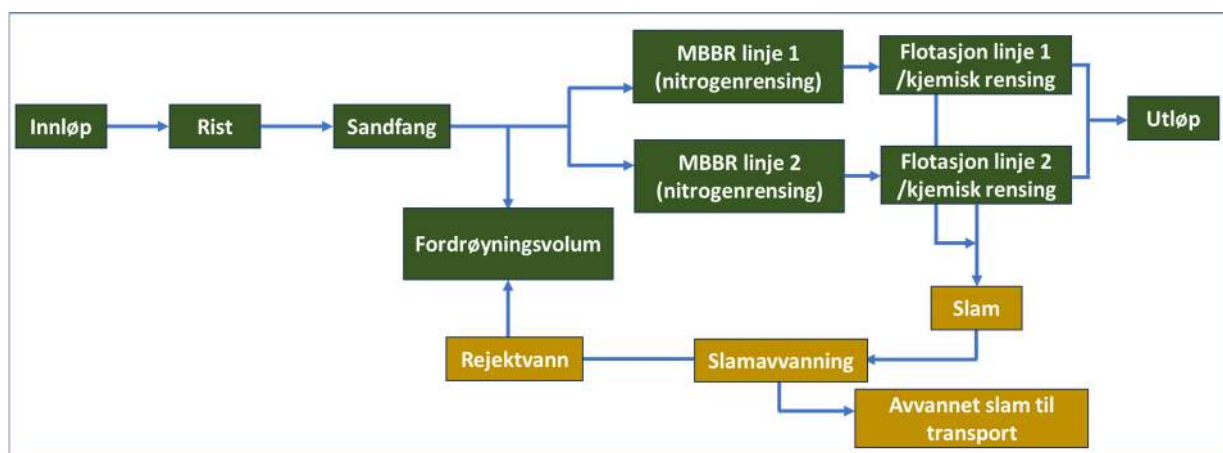
Avløpsvannet går først gjennom forbehandling, som inkluderer rist og sandfang for å fjerne større partikler og sand. Deretter ledes avløpsvannet til et utjevningsvolum som vil bidra til å jevne ut belastningen, og sikre en mer stabil drift av anlegget. Utjevningsvolumet brukes i høysesong og avløpsvannet kan gå forbi utjevningsvolumet i normal drift av anlegget for å redusere pumpekostnader. Vannet ledes til et biologisk rensetrinn med MBBR. Etter den biologiske rensingen gjennomgår avløpsvannet kjemisk felling og flokkulering for å fjerne fosfor og eventuelle gjenværende partikler, i et flotasjonstrinn. Se forenklet flytskjema i Figur 11-1, og forslag til plantegninger i Figur 11-2 og Figur 11-3.

Det legges som hovedprinsipp opp til to linjer i anlegget for redundans.

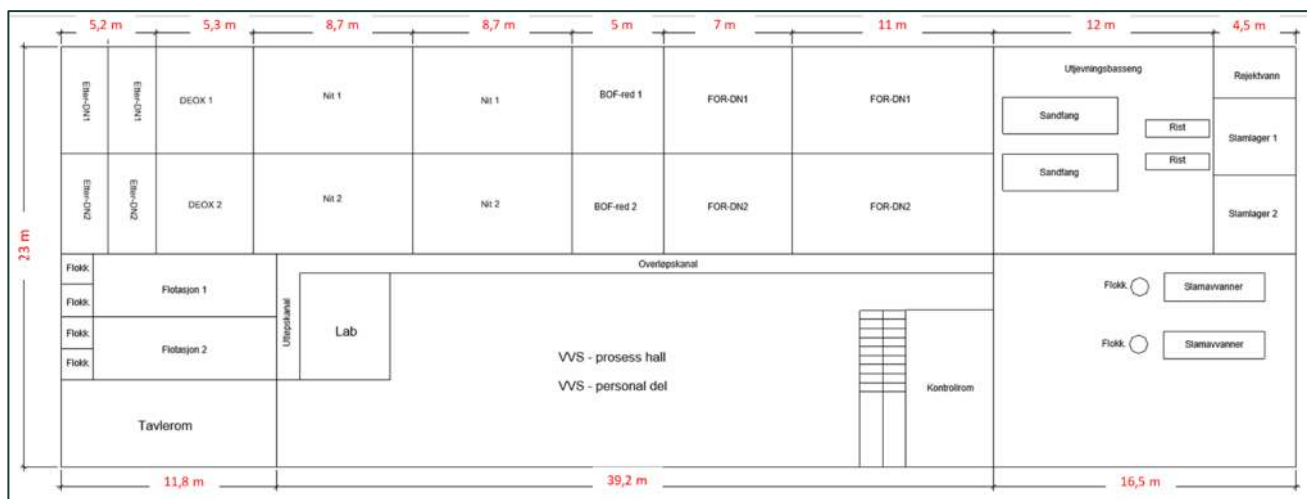
Hver linje utformes slik at den kan hydraulisk håndtere $Q = 1/3 \times Q_{\text{maksdim}} = 100 \text{ m}^3/\text{h}$, dvs. ei linje kan tas ut av drift for vedlikehold i lavsesong. I en slik situasjon kan renseseffekten da bli noe redusert. Normalt er det meget sjelden man trenger å tømme ned et basseng eller stenge ned en hel linje.

Det rensede avløpsvannet slippes deretter ut i resipienten, eller alternativt til tilleggsrensing i et infiltrasjonsanlegg (se delkap. 9.4).

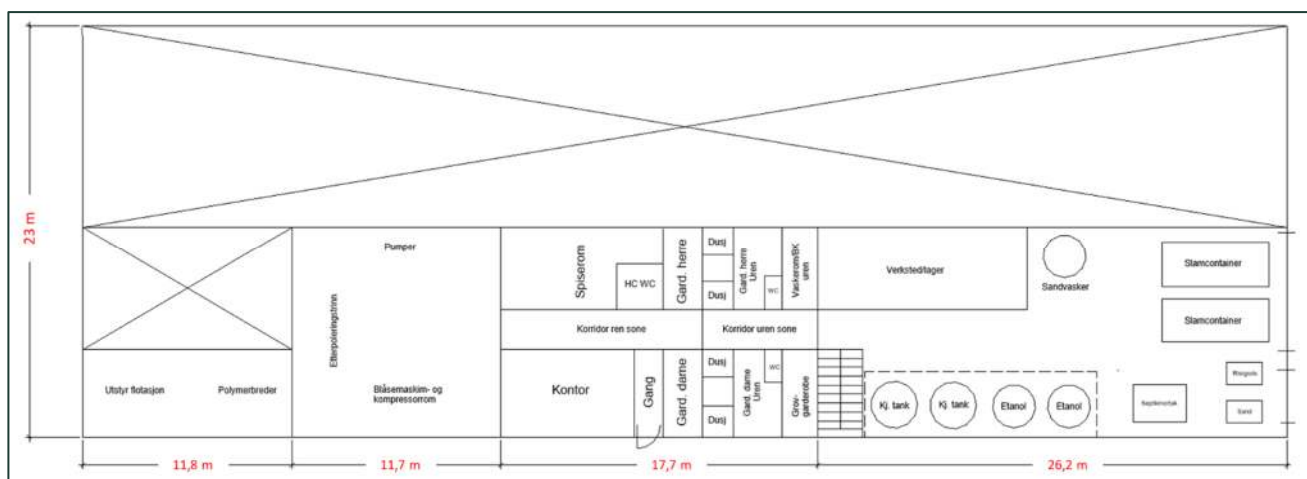
Slammet som samles opp i flotasjonstrinnet lagres i et slamlager, hvor det avvannes før det leveres til en ekstern slambehandler for videre behandling.



Figur 11-1: Forenklet skisse av renseløsningen for det nye rensenanlegget.



Figur 11-2: Plantegning for nytt Hemsedal RA, 1 et. som består av personaldel, prosesshall og nederste del av bassengene.



Figur 11-3: Plantegning for nytt Hemsedal RA, 2 et. som består av forbehandling, bassengene og VVS-rom

11.1. Dimensjonering av nytt anlegg

I etterfølgende kapitler har vi vurdert et nytt renseanlegg med biologisk og kjemisk rensing.

11.1.1. Innløpsrister

Formålet med innløpsristene er å fjerne avløpssjøppel fra avløpsvannet for å unngå driftsforstyrrelser og slitasje i resten av anlegget, og å unngå at søppel havner i avløpsslammet. Ristgods samles i containere og leveres til godkjent mottak.

Erfaringen er at overdimensjonerte rister fungerer bedre i en normal situasjon, og merkostnaden ved overdimensjonerte rister er relativt lav. Det installeres derfor 2 stk.

parallelle rister, og hver rist dimensjoneres for $Q_{\text{maksdim}} = 300 \text{ m}^3/\text{h}$. Til sammen vil de ristene håndtere $2 \times Q_{\text{maksdim}}$ slik at de da vil ha noe overkapasitet som ev. kan vurderes utnyttet i en framtidig utvidelse av renseanlegget, men da med redusert redundans.

11.1.2. Sandfang

Hensikten med sandfang er å holde tilbake sand slik at ikke dette skaper driftsproblemer og slitasje i etterfølgende rensetrinn og slambehandling. To linjer dimensjoneres for Q_{maksdim} ved begge linjer i drift samtidig. Det dimensjoneres hydraulisk for at én linje skal kunne ta Q_{maksdim} slik at en linje kan tas ut av drift i kortere perioder.

Det er ikke spesielle problemer med fett på eksisterende avløpsnett/renseanlegg. Det er ikke noen grunn til å tro at dette skal endre seg. Det er derfor i samarbeid med kommunen vurdert det slik at det ikke er behov for å etablere fettfang ved anlegget. Det aller meste av det lille fettet som er i avløpet vil bli brutt ned i MBBR-trinnet.

Norsk vann rapport 256 anbefaler at Tilrenning opp til Q_{maksdim} skal kunne behandles i alle behandlingstrinn. Tilrenning til renseanlegget utover Q_{maksdim} bør i det minste gjennomgå forbehandling (dvs. t.o.m. sand- og fettfang). Forskjell mellom Q_{maks} , Q_{maksdim} og Q_{dim} gjør det litt utfordrende å dimensjonere et sandfang som fungerer optimalt både for lave og høye vannmengder. Dette bør vurderes i senere fase av prosjektet.

Tabell 11-1: Nøkkeltall sandfang

Sandfang	Verdi	Enhet
Antall	2	stk.
Kapasitet pr. sandfang	300	m^3/h
Kapasitet totalt	300	m^3/h
Lengde pr. stk.	6	m
Bredde pr. stk.	2	m
Dybde pr. stk.	2	m

11.1.3. Utjevningsvolum

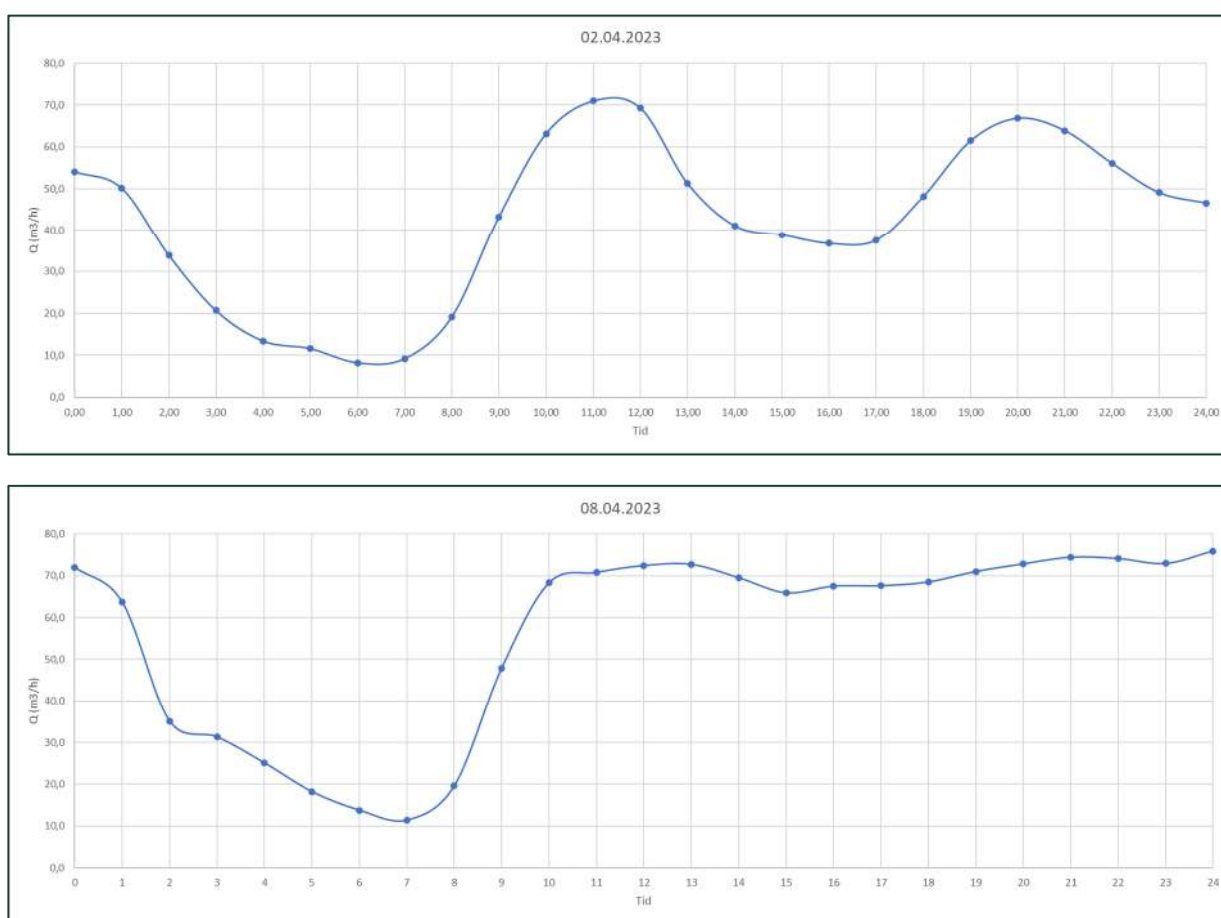
Utjevningsvolumet tar imot forbehandlet avløpsvann, dvs. avløpsvann som har gått gjennom rist og sand- og fettfang. Det er gjennomført en analyse av belastningsmønster på Trøim RA i påskeperioden i 2023 (2 april-10 april). Figur 11-4 viser at de toppene oppstår enten midt på dagen kl. 10:00 – kl. 13:00 og på kvelden kl. 18:00 – kl. 22:00 eller en jevn høy belastning i periode kl. 10:00 – kl. 23:00, dvs. høybelastning mellom 7 - 15 timer i løpet av et døgn i høysesong.

Anlegget dimensjoneres med to linjer med $100 \text{ m}^3/\text{h}$ i hver linje med utgangspunkt i eksisterende $Q_{\text{maksdim}} = 100 \text{ m}^3/\text{h}$ (Figur 10-1) slik at anlegget kan håndtere normal belastning med 1 linje i drift. Forskjellen mellom total hydraulisk kapasitet på $200 \text{ m}^3/\text{h}$ og en fremtidig $Q_{\text{maksdim}} = \text{ca. } 300 \text{ m}^3/\text{h}$ utjevnes i et utjevningsvolum. Utjevningsvolumet dimensjoneres for 7 timers oppholdstid, dvs. 700 m^3 .

Etter utjevningsbassenget reguleres tilførselen til prosessen med en reguleringsventil, da begrenses tilførselen videre i anlegget til $Q = 200 \text{ m}^3/\text{h}$ fordelt likt de mellom linjene. Mengdemålere på hver linje styrer reguleringsventilene.

Etter utjevningsbassenget reguleres tilførselen til prosessen med en reguleringsventil eller pumpe, da begrenses tilførselen videre i anlegget til Q_{maksdim} fordelt likt de mellom linjene. Mengdemålere på hver linje styrer reguleringsventilene.

Vannmengder over Q_{maksdim} vil gå i overløp etter sandfang, og føres i omløpsledningen til utløpskassen.

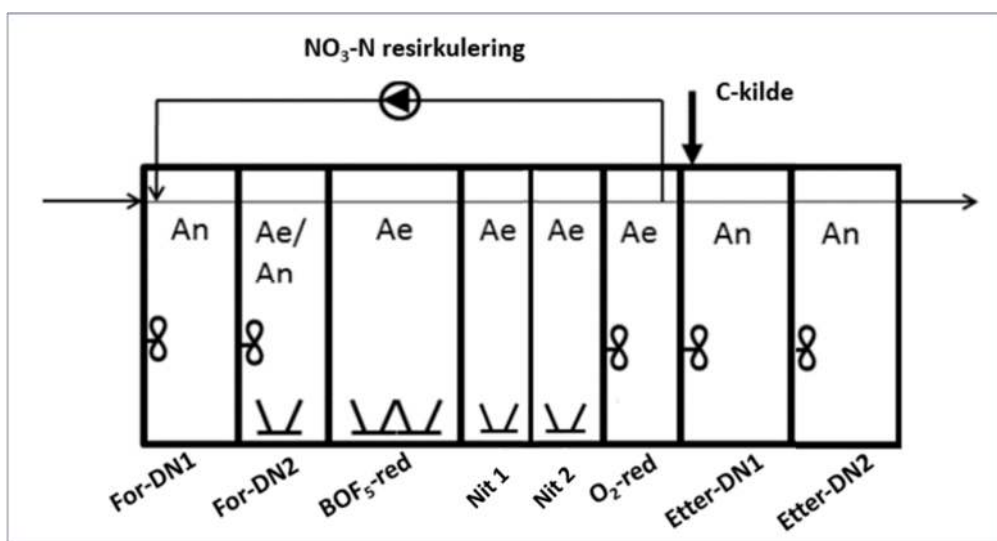


Figur 11-4: Variasjon i vannmengder i 2 dager i løpet av påskeuken 2023

11.1.4. Biologisk rensing (MBBR)

Avløpet renner med selvfall fra sandfangene til to linjer med biologiske reaktorer. Reaktorvolumet for MBBR bestemmes på grunnlag av dimensjonerende arealbelastning i $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$, fyllingsgraden av bæremedium (%) og effektivt spesifikt biofilmareal på bæremediet (m^2/m^3). Det bygges to linjer også her som sammen kan håndtere Q_{maksdim} . De dimensjoneres hydraulisk slik at en linje kan ta unna Q_{maksdim} i tilfelle én er ute av drift. Flytskjema for én linje er vist i Figur 11-5, og nøkkeltall for bioreaktorene er oppgitt i Tabell 11-2.

Det er forslått 'sving-reaktorer' for fordenitrifisering og etterdenitrifisering for å øke driftsflexibiliteten. Sving-reaktor er et basseng som har muligheter for både lufting og omrøring. Det andre bassenget i fordenitrifisering (For-DN2) opereres ofte anoksisk om sommeren (ved høy temp.) og aerobt om vinteren (ved lav temp.) da man trenger større nitrifikasjonskapasitet. Den reduserte fordenitrifikasjonskapasiteten kompenseres det da for ved å dosere mer karbonkilde i etterdenitrifikasjonen ved lav temp. Det første bassenget i etterdenitrifisering (Etter-DN1) er ikke luftet, men likevel aerobt. Av-oksygenering ved fortsatt nitrifikasjon for å redusere oppløst oksygen til for- og etter-DN.



Figur 11-5: Flytskjema for biologisk rensetrinn (per linje).

Tabell 11-2: Nøkkeltall bioreaktorer

Bioreaktorer	Verdi	Enhet
Antall parallelle linjer	2	stk.
Vanndyp i alle reaktorer	5,5	m
Fyllingsgrad	50 %	%
Biofilmbærer	650	m^2/m^3
For-DN1	410	m^3 samlet volum
For-DN2	270	m^3 samlet volum

BOF ₅ -reduksjon	600	m ³ samlet volum
Nit-1	400	m ³ samlet volum
Nit-2	300	
Oksygenreduksjon	310	m ³ samlet volum
Etter-DN-1	65	m ³ samlet volum
Etter-DN-2	65	m ³ samlet volum
Totalt bioreaktorvolum	ca. 2 500	m ³ samlet volum

11.1.5. Innblanding og flokkulering

Det biologiske trinnet etterfølges av kjemisk felling. Fellingskjemikaliet tilsettes i en 'inline' statisk innblandingsenhet før flokkuleringen, mens polymeren som hjelpekoagulant tilsettes rett i ledningen.

Oppholdstiden i flokkulering settes til minimum 10 minutter ved Q_{dim} i henhold til anbefaling til Norsk vannrapport 256 for flokkulering med Al/Fe-polymer med 2 kammer for flotasjon. Flokkuleringstanker utformes med omrørere.

Nøkkeltakk for flokkuleringen er presentert i Tabell 11-3.

Tabell 11-3: Nøkkeltall flokkulering

Flokkulering	Verdi	Enhet
Antall linjer	2	stk.
Antall kammer i hver linje	2	stk.
Lengde pr. kammer	1,5	m
Bredde pr. kammer	1,5	m
Dybde pr. kammer	3	m
Totalt volum	ca. 27	m ³

11.1.6. Flotasjon

Det legges opp til plassbygd flotasjonen med to linjer. Flotasjonstrinnet dimensjoneres for overflatebelastning på 7 m³/m² ved Q_{dim} og 12 m³/m² ved $Q_{maksdim}$, det vil si kjemisk felling og med polymer tilsatt som hjelpekoagulant. Nøkkeltall for flotasjonstrinnet er presentert i Tabell 11-5.

Tabell 11-5: Nøkkeltall flotasjon

Flotasjonsenheter	Verdi	Enhet
Antall	2	Stk.
Kapasitet pr. enhet	120	m ³ /h
Kapasitet totalt	240	m ³ /h
Lengde pr. linje	9	m
Bredde pr. linje	3	m

11.1.7. Etterpoleringstrinn

Det er lagt til rette for et etterpoleringstrinn i diskfilter etter partikkelseparasjon i flotasjonsprosessen for å oppfylle fosforrensekrav på 95%. Dette trinnet sikrer effektiv fjerning av gjenværende partikler og bidrar til å møte strenge utslippskrav til sårbare resipienter. Hvis en får godkjent et infiltrasjonsanlegg som en del av renseprosessen, kan en klare seg uten dette trinnet.

11.1.8. Slamlager for internt slam

Slam fra flotasjonen pumpes via mengde- og tørrstoffmåler til slamlager for internt slam.

Slamlager for internt slam dimensjoneres ut fra verdier i tabell 4.2.1 i Norsk vann rapport 256.

Maksimal slammengde er beregnet til ca. 2050 kg SS/d tilsvarende 40 m³/d (med 3 % TS) med utgangspunkt i en fremtidig tilknytning på 17 200 pe i fremtiden.

Disse slammengdene er dimensjonerende for slambehandlingsprosessen videre og angir slamproduksjon når anlegget er fullt belastet. Døgnproduksjonen av slam vil være langt lavere enn dette i store deler av tiden, siden anlegget ikke vil være fullt belastet i starten og også vil ha svært varierende stoffbelastning over året. Slamlageret etableres som to tanker for å ivareta drift av anlegget ved vedlikehold av et slamlager. I lavsesong kan man vurdere å kun benytte det ene slamlageret og la det andre stå tomt.

Slamlageret dimensjoneres for 2,5 døgns oppholdstid inkludert septikslam (200 m³).

11.1.9. Septikmottak/ekstern slam

Per i dag mottas eksternt slam hovedsakelig fra tette tanker, minirenseanlegg og septikslam ved nød- og ekstratømming av anlegg. Tømming av septiktanker skjer ved bruk av mobil avvanning, hvor rejektivannet slippes tilbake til septiktanken. I fremtiden vil det legges til rette for å ta imot noe mer septikslam fra større private anlegg. Det er registrert ca. 1000

m³/år septikslam i 2024. Dimensjonerende mengde per døgn er estimert til 11 m³/d for lav mengde og 20 m³/d for høy mengde.

Septikslam tas imot i lavsesong og sendes til slamlageret. Rejektvannet fra slamavvanning sendes til fordrøyningsvolumet og utjevnes.

11.1.10. Slamavvanning

Slammet pumpes fra slamlager for internslam til avvanningsmaskin som oppkonsentrerer slammet fra ca. 3 % TS til ca. 23 % TS. Det er forutsatt to skrueavvannere der hver maskin dimensjoneres for 75% av maksimal belastning.

Ved avvanning til 23 % TS vil man i en dimensjonerende situasjon ha en slamproduksjon på ca. 9 m³/d. Det forslås å installeres to krokløftcontainere på 20 m³ etter at slamproduksjon i løpet av året og før anlegget blir full-belastet er lavere enn dette.

I en normal situasjon vil behovet for å tømme være mye lavere. I en slik situasjon kan det være hensiktsmessig å bare bruke én container.

11.1.11. Rejektvann

Returvannet fra slambehandlingsprosessene vil bestå av rejekt fra slamavvanning og ev. dekanteringsvann fra slamlager.

I en dimensjonerende situasjon vil mengde rejektvann være ca. 60 m³/d.

Rejektvann føres til rejektvannbasseng for utjevning før det pumpes inn i vannlinja etter prøvetaking. Utjevning av rejektvann kan også brukes for å magasinere rejektvann i perioder med høy belastning på anlegget og så tilbakeføre dette i perioder på døgnet med lavere stoffbelastning.

Volum på rejektvannbasseng settes til ca. 1 døgn produksjon i dimensjonerende situasjon, altså ca. 60 m³.

11.2. Anbefalinger for videre planlegging av nytt renseanlegg

Måling av nøkkelparametere er avgjørende for å planlegge et effektivt nitrogenrensingsanlegg, da hver parameter gir kritisk informasjon om vannkvalitet, behandlingsbehov og miljøpåvirkning. Her er en oversikt over hvorfor de opplistede parameterne er viktige (i tillegg til krav om akkrediterte prøvetakingsmetoder).

Generelle anbefalinger for prøvetaking:

1. **Hyppighet:** disse målingene bør utføres over en lengre periode, gjerne flere måneder, for å få et representativt bilde av vannkvaliteten og dens variasjoner.
2. **Hyppig prøvetaking i perioder med høy belastning:** I perioder med høy turistaktivitet, snøsmelting eller kraftig regn som kan føre til økt fremmedvann, bør prøvetakingen intensiveres. Dette kan innebære daglige eller flere ganger daglig prøvetaking for kritiske parametere som BOF_5 , Tot-N, NH_4^+ , NO_3^- og NO_2^- .
3. **Sesongbasert prøvetaking:** Prøvetakingsfrekvensen bør justeres basert på sesong. I høysesong (påske, jul e.l.) bør prøvetakingen være hyppigere, mens i lavsesong kan frekvensen reduseres.

Spesifikke anbefalinger for hver parameter

1. Temperatur i innløpsvann

- Påvirker mikrobiell aktivitet og nitrifikasjonshastighet.
- Lav temperatur reduserer behandlingseffektiviteten.
- Temperatur bør måles kontinuerlig eller minst daglig, da den har stor innvirkning på biologiske prosesser og kjemiske reaksjoner i renseanlegget.

2. pH i innløpsvann

- Optimal nitrifikasjon krever pH 6,5-8,5.
- Høy pH (>9) hemmer nitrifiserende bakterier.
- pH-verdien bør også måles kontinuerlig eller daglig

3. Alkalinitet

- Nødvendig for å motvirke surhetsdannelse under nitrifikasjon.
- For lite alkalinitet gir pH-krasj og prosessvikt.
- Alkalinitet kan måles ukentlig eller månedlig, avhengig av variasjonen i vannkvaliteten. Det er viktig å sikre at alkaliniteten er tilstrekkelig for å støtte nitrifikasjons- og denitrifikasjonsprosesser.

4. BOF_5 (biokjemisk oksygenforbruk over 5 dager)

- På innløpsvann med å måle både oppløst og partikulært som er nyttig for dimensjonering av fordenitrifiseringstrinn.
- BOF_5 bør måles ukentlig.

5. Tot-N (Total nitrogen)

- Fastsetter total nitrogenbelastning som anlegget må håndtere.

- Tot-N bør måles ukentlig.

6. **NH_4^+ (ammonium) og $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ (nitrat + nitritt)**

- Bestemmer forholdet mellom oksiderte og reduserte nitrogenformer.
- Ulike nitrogenforbindelser bør måles ukentlig.

12. Grovt kostnadsestimat for nytt renseanlegg

12.1. Investeringskostnader RA

Det er utarbeidet et foreløpig kostnadsestimat for etablering av et nytt, felles renseanlegg ved Brendehaugane med utgangspunkt i 80 % nitrogenrensegrad. Dette er vist i Tabell 12-1. Estimateret er på et overordnet nivå og bygger på grove vurderinger av tekniske løsninger, arealbehov og anleggets fotavtrykk. Usikkerheten i både dimensjonering og kostnadsberegning er betydelig, og overslaget kan derfor ikke benyttes som beslutningsgrunnlag for investering før det er gjennomført mer detaljerte utredninger og prosjektering. Følgende arbeider og kostnader er ikke omfattet av kostnadsoverslaget:

- Utomhusarbeider, adkomstvei, internveier ol.
- Fremføring av strøm, vann og fiberkabler ol.

Tabell 12-1: Kostnadsoverslag for nytt, felles renseanlegg for Tuv, Trøim og Ulsåk

		Oppdragsgiver Hemsedal kommune				
		Oppdrag Nytt Hemsedal RA				
KOSTNADER		-				
Anlegg		Enhet	Mengde	Pris	Usikkerhet	Kostnad kr
Bygg og grunn		RS	1,0	93 840 000		93 840 000
Maskin_og_Process		RS	1,0	54 339 553		54 339 553
VVS		RS	1,0	14 076 000		14 076 000
Elektro_og_Automasjon		RS	1,0	19 018 844		19 018 844
Sum						181 274 397
Diverse	5%					9 063 720
Rigg og drift	15%					27 191 160
Anbudssum						217 529 277
Pristigning før byggestart	2%					4 350 586
Pristigning i byggetida						
Uforutsett	20%					43 505 855
Entreprisekostnad						265 385 717
Prosjektering, bygg- og prosj. ledelse, byggherrekostnad	10%					26 538 572
Delsum						291 924 289
BUDSJETTKOSTNAD						291 924 289

Entreprisekostnader

Kostnadsberegningene er basert på grove prosessberegninger for å få frem dimensjoner på enhetsprosessene i renseanlegget. Kostnader for maskin- og prosessutstyr er basert på erfaringer fra anlegg med tilsvarende størrelse. Byggekostnader med grunnarbeider er beregnet ut fra erfaringsverdier pr m² bygg fra tilsvarende anlegg. Øvrige fag som VVS,

elektro og automasjon er også basert på erfaringspriser. Entreprisekostnadene er pr vinter 2025.

Tilrigging og drift

Dette er entreprenørenes kostnader til rigg og drift av byggeplassen. Dette er en kostnad som har vært økende de siste årene. Kostnadene for rigg og drift varierer typisk fra 10-15 % avhengig av type arbeider og er inkludert i entreprisekostnad.

Generelle kostnader

Generelle kostnader omfatter prosjektledelse, prosjektering, oppfølging og byggeledelse, samt byggherrekostnader. Er samlet satt til 10 %.

Uforutsatt (usikkerhetsavsetning)

I store og kompliserte byggprosjekter vil det oppstå forhold som en ikke har oversikt over på dette stadium. Entreprisekostnadene vil være avhengig av konkurransesituasjonen i byggemarkedet og utforutsette forhold som oppstår i forbindelse med byggearbeidene. Det anbefales derfor at det i tillegg til beregnet projektkostnad legges til en usikkerhetsavsetning, her 20-25 % av projektkostnaden.

Prisendring

Alle kostnader er pr. januar 2025. I kostnadsberegningene er det lagt inn prisstigning på 2 % før byggestart.

12.2. Årskostnader RA

Årskostnader inkluderer investerings-, drift- og vedlikeholdskostnader. Finanskostnader er beregnet med utgangspunkt i 4 % rente, 20 års levetid for beregning av maskin, elektro og VVS og 40 år levetid for bygg. Driftskostnader inkluderer strømforbruk, kjemikalier, luktreduksjon, analysekostnader og rammeavtaler og avsetning av restfraksjoner som ristgods, sand og slam. Vedlikeholdskostnader er beregnet basert på erfaringstall for bygg, maskin, VVS og elektro.

Tabell 12-2: Årskostnader for nytt, felles renseanlegg for Tuv, Trøim og Ulså

Post	Mill. NOK/år
Driftskostnader	12,5
Vedlikeholdskostnader	2,3
Finanskostnader	11,2
Årskostnader	26

12.3. Vurdering av tilleggskostnader for ulike rensegrader for nitrogen

Det er satt opp vurdering for renseeffekt av nitrogen på 70, 80 og 85 % som årlig middelerdi som er vist i Tabell 12-3.

Tabell 12-3: Vurdering av ulike renseeffekt for nitrogen

Rensegrad (%)	Renset nitrogen (tonn/år)	Utløpskons. (mg Tot-N/l)	Bassengvolum (m ³)	Luftbehov (m ³ /h)	Ekstern karbon (tonn/år)
70	ca. 41	10	ca. 2 150	3 100	ca. 26
80	ca. 49	7	ca. 3 100	3 450	ca. 31
85	ca. 54	5,5	ca. 3 500	3 700	ca. 45

For beregning av investeringskostnader er det tatt utgangspunkt i kostnadsestimatet for 80% nitrogen rensegrad.

Tabell 12-4 kostnadsoverslag for de ulike rensegradene, rundet av til nærmeste million NOK. Det er ikke gjennomført usikkerhetsanalyse, men for å illustrere en «P85» budsjettkostnad er det inkludert en usikkerhet på 35 % som legges til basiskalkylen. P85 innebærer at kostnadsrammen som blir satt med 85 % sannsynlighet ikke overskrides.

Tabell 12-4: Kostnadsoverslag for ulike rensegrader for nitrogen, avrundet til nærmeste million NOK.

	70 %-rensing	80 %-rensing	85 %-rensing
Bygg og grunn	83	94	98
Tomt	2	2	2
Maskin	48	54	57
VVS	12	14	15
Elektro og automasjon	17	19	20
Rigg og drift	19	22	23
Entreprisekostnad - RA	182	205	215
prosjekteringskostnader	9,1	10,3	10,7
prosjektadministrative kostnader	1,1	1,2	1,3
Basiskalkylen	192	217	227
Usikkerhet	67	76	79
Budsjettkostnad - P85	259	292	306

Tabell 12-5 viser årskostnader som påvirkes av de ulike rensegradene, dvs. årskostnader som er upåvirket av rensegrad for nitrogen er ikke inkludert. Det er tatt utgangspunkt i minimumsrensekravet for nitrogen i forurensningsforskriften, 70 %, for å beregne ekstrakostnader for høyere renseeffekt. Ekstra investeringskostnader knyttet til høyere renseeffekt for nitrogen er estimert med utgangspunkt i behov for større biobasseng. Ekstra

driftskostnader er beregnet med utgangspunkt i høyere luftbehov, økt behov for ekstern karbonkilde, slamhåndtering samt mer oppvarmingsbehov og økte vedlikeholdskostnader for bygg.

Tabell 12-5: Årskostnader for ulike rensegrader for nitrogen, avrundet til nærmeste million NOK.

	70 %-rensing	80 %-rensing	85 %-rensing
Driftskostnader	11,7	12,5	13
Vedlikeholdskostnader	2	2,2	2,4
Kapitalkostnader	9,9	11,1	11,7
Årskostnader	23,6	25,8	27,1
Økning ift. 70%-rensing	-	+ 9,3 %	+ 15 %

Jf. kap. 9.4, så pågår det et arbeid for å få godkjent renseeffekten i infiltrasjonsanlegg for kap. 14-renseanlegg. Dersom dette lykkes, og Hemsedal kommune kan medregne tilleggsrenseeffekten i et etterfølgende infiltrasjonsanlegg, så kan det være en løsning at minst 70 % av nitrogenet fjernes i selve renseanleggsbygget, mens noen ytterligere prosentpoeng kan fjernes i infiltrasjonsanlegget. Hvor mye nitrogen som kan fjernes i et infiltrasjonsanlegg er avhengig av flere faktorer som vi ikke har grunnlag for å si noe om i denne fasen. Det vil blant annet være avhengig av om nitrogenet i utløpet fra renseanlegget i hovedsak foreligger som partikulært nitrogen, nitrat, ammonium osv. Det vil være mulig å fjerne mer ammonium og partikulært nitrogen enn nitrat f.eks. rensegraden for nitrogen i infiltrasjonsanlegg er også avhengig av oppholdstid mv. Det finnes lite data på rensegraden for nitrogen i infiltrasjonsanlegg, spesielt ved lave temperaturer.

12.4. Kostnader overføringsanlegg

Det er satt opp en kostnadsberegning for overføringsanlegg i

Tabell 12-6. Dette er basert på traseen beskrevet i kapittel 8.5. Beregning inkluderer 3 stk. pumpestasjoner med tilhørende overføringsanlegg med pumpeledninger og selvfallsledninger.

Ved eventuelt bygging av en trase må man vurdere å legge vannledning i tillegg. Dette er ikke inkludert i kostnadsestimatet.

Tabell 12-6: Kostnadsestimat overføringsledning

Beskrivelse overføring	Mengde	Enh.	Enh. pris	Kostnad (ekskl. mva)
Grøfter	5 600	m	2 000	11 200 000
Boringer	120	m	6 000	720 000
Borerigg	1	rs	500 000	500 000

Boregroper	8	stk	20 000	160 000
SP400 PP SN8	3 000	m	3 150	9 450 000
PSP315 PE SDR17	2 600	m	1 300	3 380 000
PSP315 PE SDR17 m/kappe	120	m	2 024	242 880
OV/DR200 PP SN8	750		490	367 500
Pumpestasjoner	3		2 500 000	7 500 000
Stake-spylekummer OV/SP	50	stk	25 000	1 250 000
Sum				34 770 380
Rigg og drift	10	%	0,10	3 477 038
For-/etterarbeid og oppussing	5	%	0,05	1 738 519
Grunnundersøkelser og prosjektering	7	%	0,10	3 477 038
Byggeledelse	5	%	0,05	1 738 519
Uforutsett/Usikkerhet	15	%	0,15	5 215 557
Totalsum ekskl. mva.				50 417 051
Avrundet sum ekskl. mva.				50 400 000

13. Muligheter for å bidra til energinøytralitet på landsbasis

13.1. Energinøytralitetskrav i EU-avløpsdirektivet

Hemsedal kommune ønsker vurderingene av energiforbruk og -produksjon, og derigjennom få frem i hvilken grad energinøytralitet kan oppnås.

Det nye EU-avløpsdirektivet har tråd i kraft 1. januar 2025 i EU-landene og stiller krav (i artikkel 11, para 1 og 2) om energirevisjon og energinøytralitet ([Directive - EU - 2024/3019 - EN - EUR-Lex](#)).

EU-direktivet blir ikke direkte gjeldende i Norge og må gjennom EØS-prosess før det innlemmes i norsk lov.

Det er likevel gjort en vurdering av energinøytralitet for Hemsedal renseanlegg iht. vedtatt EU-avløpsdirektivet i dette avsnittet som forberedelse til fremtidige endring.

I EU-avløpsdirektivet kapittel 11: energinøytralitet stilles det krav til at:

- a. Medlemsland skal sikre at energirevisjon av renseanleggene og avløpsnettene er gjennomført hvert fjerde år. Det stilles krav til at energirevisjon skal identifisere lønnsomme energiltak og økt fornybar energiproduksjon med spesielt fokus på økt utnyttelse av biogassproduksjon eller overskuddsvarme (lokalt eller ved fjernvarme) med hensikten om å redusere klimagassutslipp.

I Norge er det allerede innført krav om energirevisjon (evt. energiledelse) inn i [Forskrift om begrensning av forurensning \(forurensningsforskriften\) - Lovdata](#).

- b. Medlemsland skal sikre at årlig produsert fornybarenergi fra avløpsrenseanlegg³ med belastning på 10 000 pe og over på nasjonalt nivå tilsvarer minst:
 - 20 % av årlig energiforbruk innen 31. desember 2030
 - 40 % innen 31. desember 2035
 - 70 % innen 31. desember 2040
 - 100 % innen 31. desember 2045

Denne energien skal ikke omfatte innkjøpt fornybar energi. Videre beskriver direktivet en del unntak i tilfeller det er ikke mulig å oppnå prosentvise krav.

³ Fornybarenergi produsert lokalt eller et annet sted av eller på vegne av eier/forvalter av renseanlegg.

Hemsedal renseanlegg planlegges for 17 200 pe og dermed kan falle inn under kravet til energinøytralitet. Prosjektet ligger under tidligfase. Vi har derfor gjort en vurdering av energibruk og energinøytralitet med tidligfase estimater som følge:

13.1.1. Beregnet energibruk for renseanlegg

Forventet energibehov

Hemsedal renseanlegg dimensjoneres for befolkningsvekt prognoser frem mot 2060 med forbehandling, MBBR for biologisk rensing, flotasjon og etterpolering. Videre er det estimert behov for å bygge et bygg for å huse renseanlegg og arbeidsplass til personal med bruksareal på ca. 2500 m² og fotavtrykk på 1560 m². Deler av arealer vil inneholde basseng og vil kun være delvis oppvarmet. Prosjektet ligger i tidligfase, uten detaljering av komponenter. Vi har derfor brukt energibruksestimater fra Norsk vann rapport 256, 2020 og egne erfaringstall for å estimere totalenergi bruk for Hemsedal renseanlegg. Tabell 13-1 viser energibruk estimater for Hemsedals renseanlegg. Post 1-7 viser energiestimater for maskin og prosess, mens post 8 viser energiestimater for varme, ventilasjon og belysning. Total estimeres det at renseanleg vil ha årlig energibehov på ca. 849 000 kWh.

Tabell 13-1: Tidligfase estimater for energibehov for Hemsedal renseanlegg for 2060 som driftsår.

Nr.	Energiforbruk	Enhet	Verdi	kWh/år
1	Rist + ristgodsbehandling (<50 000 pe)	kWh/m ³	0,002	1749
2	Sand/fettfang	kWh/m ³	0,0065	5685
3	Omrøring i kjemisk rensing	kW/vått reaktorvolum	0,0125	2957
4	Flotasjon (både til trykksetting og til returpumping)	kWh/m ³	0,04	34987
5	MBBR for nitrogenfjerning med fordenitrifikasjon (omrøring, lufting og returpumping)	kWh/m ³	0,25	262400
6	Slamavvanning (skruetpress)	kWh/tonn TS	12	8958
7	Slampumping + polymerdosering	kWh/tonn TS	4,5	3359
8	Oppvarming, ventilasjon, luktreduksjon, lys etc.	kWh/m ² /år	215	529 000
	Sum (avrundet)			849 000

Tiltak for reduksjon i energibruk

Valg av energieffektive utstyr (pumper, kompressorer mm), bedre isolert- og tettbygg, og energieffektive tekniske installasjoner (luftaggregater og belysning) kan bidra til redusert energibehov for renseanlegg.

Videre er det mulig å dekke varmebehov til bygget ved bruk av varmepumpe. Varmepumpe vil kunne benytte overskuddsvarme fra prosessutstyr og avløpsvann i renseanlegg eventuelt

grunnvarme som energikilde. Dette vil føre til ytterligere redusert energibruk til renseanlegg. Noen tidligfase estimater blir vist i tabell 13-2 og anbefales å følge opp i videreutvikling av prosjektet.

13.1.2. Mulighet for fornybar energiproduksjon

Overskuddsvarme

Avløpsvannet i flere steder i Norge ligger godt over 5 °C og har dermed potensial for å utnyttelse av overskuddsvarme. Hemsedal renseanlegg vil imidlertid har meget varierende belastning som kan være utfordrende for å dimensjonere en velfungerende varmesentral for å utnytte overskuddsvarme i avløpsvannet. Det er også uklart om hvor denne varmen kan utnyttes utenom renseanlegg. Videre finnes det også muligheter for å hente overskudd fra kompressor og blåsemaskiner og IKT-utstyr, som kan utnyttes til å dekke varme til selve bygget evt. nærliggende bygg. Det er ikke gjort nærmere vurdering rundt det og anbefales å følge denne opp videre.

Biogass

EU-avløpsdirektivet legger spesielt vekt på produksjon av biogass fra avløp som tiltak for økt fornybar energiproduksjon enten lokalt eller på et annet sted. Det er imidlertid vurdert at store variasjoner i belastning er en dårlig forutsetning for mulighet for produksjon av biogass på Hemsedal renseanlegg. Slam planlegges å bli levert til Hallingdal renovasjon for kompostering.

Solcelleanlegg

Det er mulighet for å etablere solcelleanlegg på tak og fasader til Hemsedal renseanlegg. Bygget har takareal på ca. 1500 m². Ved en god takutnyttelse har bygget potensial for å etablere et solcelleanlegg på ca. 240 kW_p og få årlig strømproduksjon på 170 000 kWh. Etablering av solcelleanlegg på fasader kan bidra ytterligere. Det er verdt å nevne at det er tidligfase estimater uten hensyn til takutforming og lokale skyggeforhold.

13.1.3. Tidligfasevurdering av energinøytralitet

I punkt 1 og 2 har det blitt gjort vurdering av forventet energibruk for Hemsedal renseanlegg for driftsår 2060, mulige energieffektiviseringstiltak og forventet energiproduksjon for Hemsedal renseanlegg. EU-avløpsdirektivet stiller gradvis strengere krav til energinøytralitet fra 2030 til 2045. I dette notatet har vi skalert ned prosess-relatert energibruk for renseanlegg til en viss grad basert på lineær interpolering for avløpsvannmengder mellom driftsår 2023 og 2060. Energibruk til oppvarming, ventilasjon

og lys er behold uendret. Disse er forenklete estimerer og bør oppdateres ved videreutvikling av prosjektet. Tabell 13-2 viser vurdering av energinøytralitet for Hemsedal renseanlegg fra 2030 til 2045. Resultater i tabellen nedenfor viser at

- Renseanlegg klarer å nå energinøytralitetskrav i 2030, forutsatt foreslåtte tiltak (varmepumpe og solcelle) gjennomføres.
- Renseanlegg klarer ikke å nå energinøytralitetskrav fra 2035 og videre, og vil dermed ha behov for ytterligere tiltak.

Ytterligere tiltak inkluderer energieffektiviseringstiltak, utnyttelse av overskuddsvarme, biogass produksjon og ev. offsite fornybar energi.

Tabell 13-2: Oversikt over beregnet energibruk, fornybar energiproduksjon og energinøytralitet for Hemsedal RA

	Beskrivelse	Enhet	Driftsår				
			2030	2035	2040	2045	2060
1	Avløpsvannmengde (årlig gjennomsnitt) ^{note 1}	[m³/h]	50	58	67	75	100
2a	Energibehov maskin og prosess ^{note 1}	[kWh/år]	273000	280000	289000	297000	320 095
2b	Energibehov varme, ventilasjon og belysning	[kWh/år]	529 000	529 000	529 000	529 000	529 000
2c	Energireduksjon ved varmepumpeanlegg ^{note 2}	[kWh/år]	-160000	-160000	-160000	-160000	-160000
3	Total energibruk	[kWh/år]	642 000	649 000	658 000	666 000	690 000
4	Fornybar energiproduksjon ^{note 3}	[kWh/år]					
4a	Utnyttet overskuddsvarme	[kWh/år]	0	0	0	0	0
4b	Solcelleanlegg	[kWh/år]	170 000	170 000	170 000	170 000	170 000
4c	Biogass	[kWh/år]	0	0	0	0	0
5	Netto energibruk	[kWh/år]	472 000	479 000	488 000	496 000	520 000
6	Energinøytralitet Hemsedal RA		26,5 %	26,2 %	25,8 %	25,5 %	
	Krav EU-avløpsdirektivet		20 %	40 %	70 %	100 %	
Note 1: Anslått basert på lineær økning mellom 2028 og 2060. Energibruk er antatt påvirket til begrenset grad. Antatt 15 % lavere energibruk til prosess og maskin utstyr med 50 % lavere årlige avløpsmengder.							
Note 2: Forutsetter sentralisert oppvarming og varmeforsyning ved bruk av varmepumpeanlegg							
Note 3: Fornybar energi i form av gjenvunnet varme eller grunnvarme som benyttes til å dekke varmebehov (føre til redusert energibruk) telles ikke i fornybar energiproduksjon i dette regnskapet.							

13.1.4. Mulige støtteordninger

Det finns ulike muligheter tilknyttet tilskudd og støtteordninger. Noen relevante er nevnt herunder.

- ENOVA støtte:
 - [Støtte til varmesentraler for bygg og eiendom | Enova](#), for etablering av varmesentral basert på varmepumpe eller annet fornybar energi, forutsatt at anlegg ligger ikke innenfor konsesjonsområde for fjernvarme.
 - [Store klima- og energisatsinger i industrien | Enova](#) for utredning, og investering i utnyttelse av overskuddsvarme i industri. Enova vurderer renseanlegg som industriprosess.

14. Konklusjon og anbefalinger for videre arbeid

I skisseprosjektet for avløpsløsninger for i Hemsedal kommune er det gjort vurderinger av fremtidige alternativer for avløpshåndtering i tettbebyggelsene Tuv-Trøim og Ulsåk. Prosjektet har identifisert behovet for å på kort sikt rehabilitere eksisterende renseanlegg, og på lengre sikt (2035) etablere et nytt felles renseanlegg med forbedret renseteknologi, spesielt med tanke på nitrogenfjerning.

Tilstandsvurderingene viser at både Trøim RA og Ulsåk RA har behov for oppgraderinger. Trøim RA har heller ikke tilfredsstillende garderobefasiliteter, og plasseringen er ikke hensiktsmessig. Tuv RA ble nedlagt i mars 2024, og avløpet fra Tuv renses nå ved Trøim RA.

Brendehaugane, litt sør for Ulsåk RA, er vurdert som en mulig lokasjon for et nytt, felles renseanlegg for Tuv-Trøim og Ulsåk. Det er gjort en vurdering av aktuelle renseteknologier (BAT-analyse) med hensyn til rensegrad, kostnader og energiforbruk, samt potensialet for energinøytralitet.

Basert på analysene anbefales videre utredning av etablering av et nytt felles renseanlegg ved Brendehaugane med moderne renseteknologi, og det bør vurderes tilleggsrensing i infiltrasjonsanlegg pga. natur- og brukerinteresser i resipienten, dersom de stedlige massene på området er egnet for dette.

I det etterfølgende ramses det opp anbefalt videre arbeid:

- Utføre flomsonekartlegging for 1000-årsflom iht. 8.1.2
- Iverksette arbeid med reguleringsplan iht. 8.1.1
- Datainnsamling:
 - Vurdere om resipientovervåkingen skal utvides med et punkt nedstrøms Brendehaugane for framtidig resipientvurdering i forbindelse med søknad om utslippstillatelse for det nye renseanlegget og den sammenslåtte tettbebyggelsen, jf. 8.2.3, og eventuelt etablering av grunnvannsprøvebrønner dersom det skal etableres infiltrasjonsanlegg.
 - For å vurdere om massene ved Brendehaugane er egnet for et tilleggsrensetrinn i infiltrasjonsanlegg, må det gjennomføres grunnundersøkelser for å dokumentere løsmassenes egnethet til formålet, og for å kunne dimensjonere infiltrasjonsanlegget. Dette iht. 9.4.
 - Prøvetaking og målinger iht. 11.2 for bedre datagrunnlag for endelig prosessvalg og dimensjonering for nytt renseanlegg

Referanser

Hemsedal kommune. (2021). *Årsrapport for Ulsåk renseanlegg 2021*.

Hemsedal kommune. (2024). *Klage på vedtak om pålegg om utgreiing av kommunens handlingsrom for å få på plass nitrogenrensing - Hemsedal kommune*.
doi:2021/4695-21

Hemsedal kommune. (2024). *Årsrapport for Trøim RA 2023*.

KS. (2025). *KS setter i gang 22 nye FoU-prosjekter i 2025*. Hentet fra
<https://www.ks.no/fagomrader/forskning-og-utvikling-fou/forskning-og-utvikling/22-fou-prosjekter-i-2025/>

Miljødirektoratet. (2018). *Klassifisering av miljøtilstand i vann*.

Miljødirektoratet. (2023, 11 22). Hentet fra Vann-nett: <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/012-2974-R>

Miljødirektoratet. (2024, 08 23). Hentet fra VAnn-Nett: <https://vann-nett-klient.miljodirektoratet.no/waterbodies/map>

Miljødirektratet. (2018). *Klassifisering av miljøtilstand i vann*.

Norsk Vann. (2020). *Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg*.

Norsk Vann. (2023). *8-2024 Tettbebyggelsens størrelse, avløpsrenseanleggets størrelse og dimensjonerende størrelse*. Hentet fra Norsk Vann: <https://va-kompetanse.no/wp-content/uploads/8-2024.pdf>

Norsk Vann. (2024). *14-2024 Representativ prøvetaking av infiltrasjonsanlegg*. Hentet fra
<https://va-kompetanse.no/wp-content/uploads/14-2024.pdf>

Norsk Vann. (2025, 08 05). *Revidert avløpsdirektiv*. Hentet fra Norsk Vann:
<https://norsk vann.no/avlopsrensing-og-miljo/revidert-avlopsdirektiv/>

Norsk vann rapport 256. (2020). *Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg*.

Rambøll. (2024). *Årsrapport - Resipientoverkåving, Trøim renseanlegg 2023*.

Statsforvalteren i Østfold, Buskerud, Oslo og Akershus. (2024, 11 27). *Vedtak om pålegg om utgreiing av kommunens handlingsrom for å få på plass nitrogenreinsing - Hemsedal kommune*.

Statsforvalteren i Østfold, Buskerud, Oslo og Akershus. (2025, 03 25). *Søknad om tillatelse - Opplysninger som skal være med i en søknad om tillatelse til utslipp av kommunalt*

avløpsvann fra tettbebyggelse. Hentet fra Statsforvalteren i Østfold, Buskerud, Oslo og Akershus: <https://www.statsforvalteren.no/ostfold-buskerud-oslo-og-akershus/miljo-og-klima/avlop/soknad-om-tillatelse/>

