

Oppdragsgiver: Fredensborg Fritid Kragerø AS
Oppdragsnavn: Stabbestad renseanlegg
Oppdragsnummer: 638539-01
Utarbeidet av: Øystein Tranvåg, Sina Shaddel, Anne Margrethe Mosland og Lena Solli Sal
Oppdragsleder: Lena Solli Sal
Dato: 15.08.2023
Tilgjengelighet: Åpent

Stabbestad RA – Forslag til tiltak for økt tilknytning

Innhold

Stabbestad RA – Forslag til tiltak for økt tilknytning.....	1
1. Vurderinger for Stabbestad RA	2
1.1. Tidligere vurderinger og grunnlag	2
1.2. Kartlegging av dagens belastning	2
1.2.1. Målte vannmengder inn på renseanlegget	3
1.2.2. Mengdemåler	5
1.2.3. Kontroll av mengdemåler mot mobil mengdemåler	7
1.2.4. Kontroll av mengdedata mot pumpedata	8
1.3. Kapasitetsvurdering dagens anlegg	9
1.3.1. Innløpspumper	9
1.3.2. Innløpsrist	11
1.3.3. Sandfang	11
1.3.4. Flokkulering og flotasjon	11
1.3.5. Rørsystem fra sandfang til utløp	12
1.3.6. Slamlager og -tømming	12
1.4. Prøvetaking	12
1.4.1. Prøvetaking	12
1.4.2. Målinger av både ortofosfat (oppløst fosfor) og total fosfor (Tot-P)	13
2. Aktuelle tiltak for økt tilknytning til anlegget.....	14
2.1. Tiltak for å bedre rensningen	14
2.1.1. Utjevning av tilrenning	14
2.1.2. Utbedre sandfang	16
2.1.3. Montere buffertank mellom forbehandling og flokkulering.....	16
2.1.4. Ny flokkuleringstank	16

2.1.5. Optimalisering av fellings-pH (pH-overstyring) utført	17
3. Oppsummering, anbefalte tiltak	18
3.1. Anbefalte tiltak	18
3.2. Kostnadsoverslag for tiltak	18

1. Vurderinger for Stabbestad RA

Dette notatet oppsummerer omforente forslag til løsninger for oppgradering av Stabbestad renseanlegg basert på tidligere notater og kommentarer og innspill til dette diskutert med Kragerø kommune i eget møte den 8. august 2023.

1.1. Tidligere vurderinger og grunnlag

Tidligere vurderinger for Stabbestad RA:

- Tilrenning, kapasitet og veien videre mai 2023
- Skisseprosjekt - Stabbestad RA - endelig versjon
- Endring av premisser, og nytt forslag for Stabbestad RA

Vurderingene i dette notatet er gjort med basis i følgende grunnlagsdata:

- Informasjon fra personell i Kragerø kommunes VA-avd. Møte med Kragerø kommune 8. august 2023.
- Årsrapport fra 2020 til 2022
- Vannmengder 2020 til 2022
- Resultater fra mobil «clamp-on»-måler
- Beregninger og vurderinger basert på befaring og registreringer på renseanlegget den 29.03.2023.

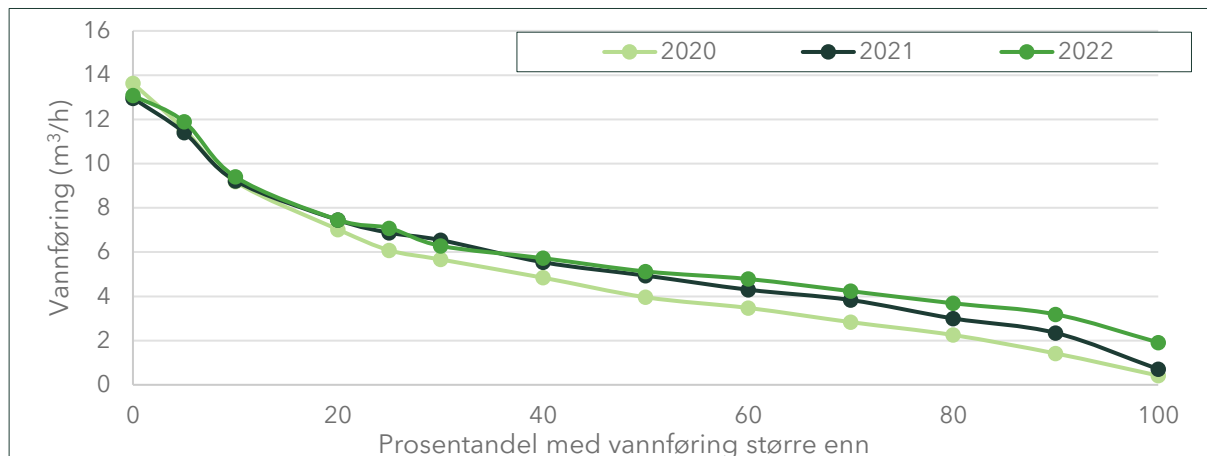
1.2. Kartlegging av dagens belastning

For å kunne sette opp varighetskurver for tilrenningen til Stabbestad RA, har Kragerø kommune sendt oss som forespurt:

- Timebaserte vannmengder for hele 2022
- Døgnbaserte vannmengder for 2020 til 2022
- Minuttverdier i døgn hvor det har gått i overløp foran renseanlegget (skjermbilde)

1.2.1. Målte vannmengder inn på renseanlegget

I Figur 1 vises en varighetskurve for midlere tilrenning til Stabbestad RA på døgnbasis for samtlige døgn i år 2020, 2021 og 2022.



Figur 1: Varighetskurve for midlere tilrenning til Stabbestad RA på døgnbasis for samtlige døgn i år 2020, 2021 og 2022.

Iht. Norsk Vann rapport 256 kan Q_{dim} (den maksimale timetilrenning som overskrides i halvparten av årets døgn) i praksis settes til den midlere timevannføring på døgnbasis som overskrides i 20-30 % av årets timer. Dersom man ikke har grunnlag for noe annet skal Q_{dim} bestemmes som den vannføring som overskrides i 25 % av årets døgn.

$Q_{maksdim}$ kan bestemmes som den vannføring som overskrides i 5 % av årets døgn. Dette gir verdier for Q_{dim} og $Q_{maksdim}$ for år 2020, 2021 og 2022 som vist i Tabell 1.

Tabell 1: Q_{dim} og $Q_{maksdim}$ basert på midlere timetilrenning for alle timer i hvert døgn i måleperioden år 2020-2022.

	År 2020	År 2021	År 2022*
Q_{dim} (m³/h)	6	7	12
$Q_{maksdim}$ (m³/h)	12	11	21

*Basert på timebaserte vannmengder

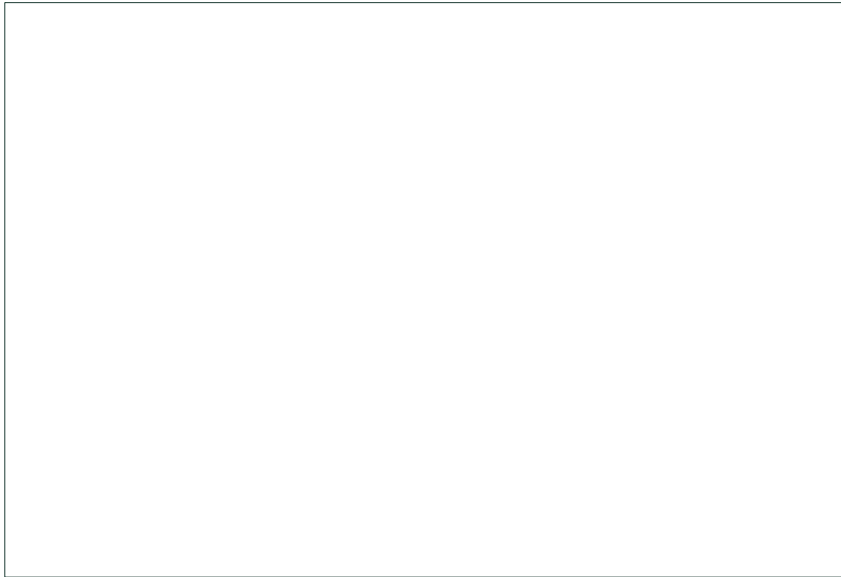
De dimensjonerende vannmengdene angitt i opprinnelig «Prosessbeskrivelse» fra JOWater Tehcnology fra da renseanlegget ble bygget (antar RA ble bygget i 2002, ref. dato på tegninger) er Q_{dim} og $Q_{maksdim}$:

- 1200 pe: Q_{dim} 19,3 m³/h og $Q_{maksdim}$ 36,6 m³/h.
- 1800 pe (antall pe i fremtiden): Q_{dim} 27,2 m³/h og $Q_{maksdim}$ 54,4 m³/h.

Døgnvannmengdene fra 2020, 2021 og 2022 virker relativt lave sammenlignet med dimensjonerende vannmengder fra da anlegget ble bygget (for 20 år siden).

I Figur 2 er det plottet ukemengder gjennom ett år fra uke 37 2021 (september) til uke 37 2022. Dette for å få en oversikt over variasjon av tilrenningen over året til Stabbestad RA.

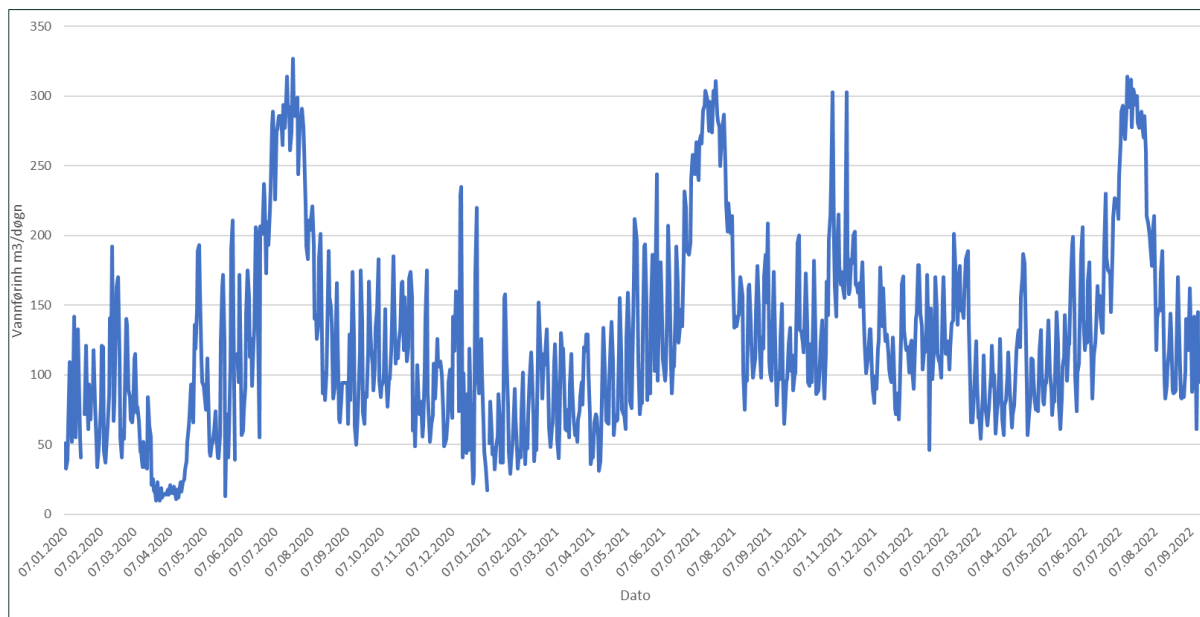
Dette er interessant siden det er både fastboende og hytter som er tilknyttet renseanlegget.



Figur 2: Ukemengder gjennom et år fra uke 37 2021 (september) til uke 37 2022.

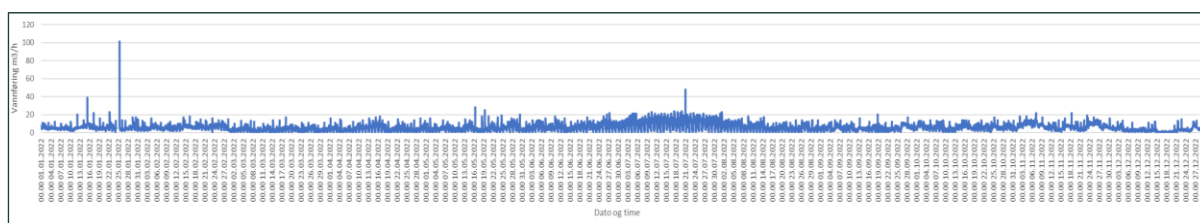
I den uken hvor det ble målt størst mengde avløpsvann på renseanlegget, maksuke, (fra høst 2021 til høst 2022) tilsvarer mengden avløpsvann fra ca. 2040 pe. Det er noen andre topper ifm. uke 15 (påske) og uke 7/8 (vinterferie) samt i uke 44/45 i 2021. Uke 44/45 er ikke tradisjonelle ferieuker så det kan spørres om denne økningen av tilrenningen kan komme fra mye nedbør. På det laveste er tilrenningen rett over 500 m³/uke og på det høyeste (i juli) er tilrenningen det firedoblete på litt over 2000 m³/uke.

I Figur 3 er vannføringen per døgn vist for perioden 07.01.2020 til 07.09.2022. Som en ser av figuren varierer vannføringen per døgn fra rundt 20-50 m³/døgn til opp mot ca. 320 m³/døgn. Toppene på opp mot 320 m³/døgn ser ut til å opptre i juli/juli hvert av de tre årene. Det er også et par topper på opp mot 300 m³/døgn i november/desember 2021.



Figur 3: Vannføring per døgn fra 07.01.20 til 07.09.2022.

Vannføring per time i perioden 01.01.22 til 31.12.22 er vist i Figur 4.



Figur 4: Vannføring for hver time fra 01.01.2022 til 31.12.2022.

Figur 4 viser at det er en enkel topp på 100 m³/h. Hvorvidt dette er en målefeil eller ikke er uklart. Ellers er vannføringen på det jevne under 20 m³/h frem til slutten av juni 2022. Gjennom hele juli 2022 ser en at timevannføringen øker for så å reduseres igjen i august og holder seg rimelig stabil gjennom året.

1.2.2. Mengdemåler

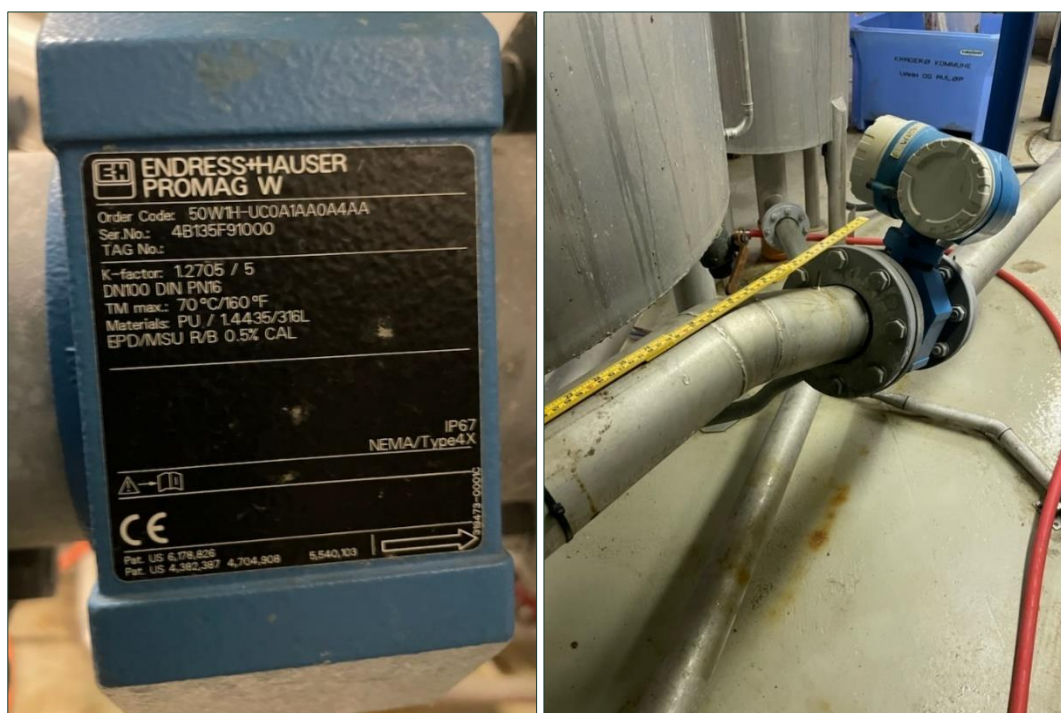
Det er for alle tallene og grafene presentert over antatt at målingene fra mengdemåleren på rensanlegget representerer virkelig mengde inn på anlegget. I og med at beregnet Q_{dim} og Q_{maksim} basert på virkelige vannføringsmålinger er såpass mye lavere enn hva anlegget opprinnelig ble dimensjonert for, har det blitt gjort et forsøk for å sjekke om måleren faktisk måler riktig (se for øvrig også 1.2.3).

Siden de målte vannmengdene gjennom anlegget synes å være lave i forhold til de mengdene anlegget er dimensjonert for, og forventede antall pe i rensedistriktet i høybelastningsperioder, er det valgt å ta en nærmere vurdering av plassering av måleren mht. angitte retningslinjer for plassering iht. operasjonsmanualen («Operating Instructions

Proline Promag 50 HART Electromagnetic flowmeter»). Mengdemåleren er plassert oppstrøms flokkuleringstanken.

Mengdemåleren er av type Endress+Hauser Promag 50W. Se Figur 5 for detaljer vedrørende skilt på mengdemåleren og bilde av den fysiske plasseringen i anlegget. Det har blitt informert om at rettstrekket foran måleren er 10 cm.

Det har også blitt opplyst om at det ikke er noen kjente utfordringer med denne måleren, men den har heller ikke vært kontrollert/tatt ut på lang tid.



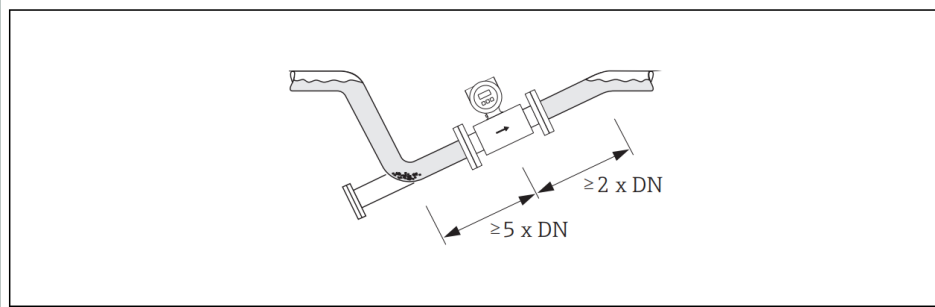
Figur 5: Mengdemåler: typeskilt og fysisk plassering.

Strømningsretning er fra høyre mot venstre på bildet, hvor måleren er plassert «med ryggen til». Typeskilt med riktig strømningsretning er på motsatt side av måleren. Måleren er plassert rett nedstrøms et lavpunkt. Det er en risiko for akkumulering av partikulært materiale i lavpunktet. Det er imidlertid plassert et påstikk med ventil for drenering/spyling i bend oppstrøms rettstrekk før måler.

Ved søk på nettet etter denne måleren kan det se ut som at den har gått ut fra sortimentet, men det ble funnet en operasjonsmanual for denne typen måler. Operasjonsmanualen sier noe om hvilken avstand måleren skal plasseres etter et lavt punkt. Denne avstanden er 5 x diameter. Det er ikke anbefalt å installere sensoren på det laveste punktet. I så fall er det anbefalt å legge til rette for å flushe/spyle eller tømme det lave punktet for det som ev. måtte akkumuleres der. Se Figur 6.

Caution!

Risk of solids accumulating. Do not install the sensor at the lowest point in the drain. It is advisable to install a cleaning valve.



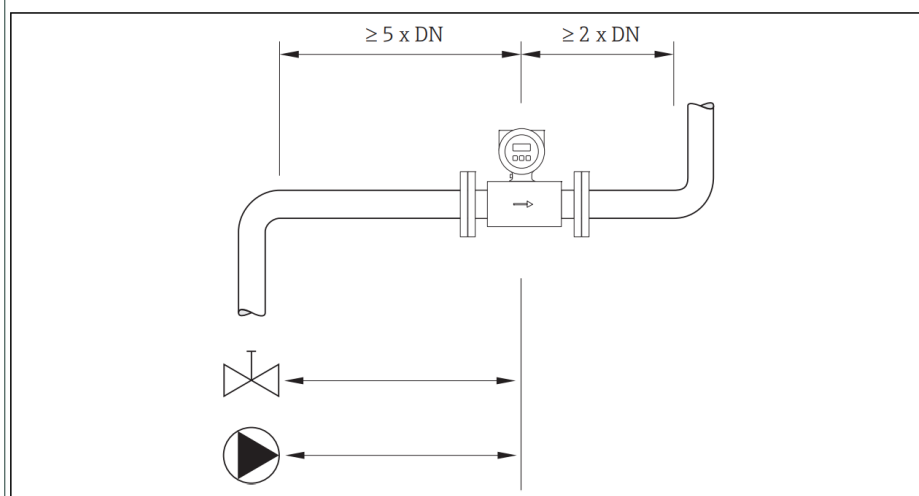
Figur 6: Utsnitt av operasjonsmanual for mengdemåleren (DN = Nominal Diameter).

Videre er det anbefalt 5 x DN rettstrekk oppstrøms måleren og 2 x DN rettstrekk nedstrøms måleren, se Figur 7.

Inlet and outlet run

If possible, install the sensor upstream from fittings such as valves, T-pieces, elbows, etc. The following inlet and outlet runs must be observed in order to meet accuracy specifications:

- Inlet run: $\geq 5 \times DN$
- Outlet run: $\geq 2 \times DN$



Figur 7: Utsnitt fra operasjonsmanual for mengdemåleren.

1.2.3. Kontroll av mengdemåler mot mobil mengdemåler

I perioden 29.03.2023 til 25.04.2023 er det utført kontrollmåling ved hjelp av en «clamp-on»-mengdemåler montert utenpå røret. Etter gjentatte forsøk viser det seg at denne mengdemåleren gir en god del avvikende verdier. Måleren viser en del verdier som er urealistiske høye sett i forhold til innløpspumpenes kapasitet. Den mobile måleren har også vist en del negative verdier i perioden som også fremstår som ulogiske. Det er også forsøkt å bedre måleverdiene med bruk av kontaktgel, for å få bedre kontakt og signal mellom rørvegg og sensorer på måleapparatet, men dette har ikke gitt noen forbedring.

Det er av denne årsak ikke brukt noe mer tid på å analysere dataene fra «clamp-on»-måleren i detalj, da disse anses som for usikre.

1.2.4. Kontroll av mengdedata mot pumpedata

Siden data fra «clamp-on»-måleren omtalt i forrige avsnitt er usikre, er det sett mer i detalj på pumpenes kapasitet og pumpedata. Under befaringen den 29.03.2023, ble det gjort registreringer av rørsystem for de to pumpene, slik at kapasitet for pumpesystem kunne beregnes. Beregnet maksimal kapasitet for pumpene, i det konkrete rørsystemet og med aktuell løftehøyde fra innløpskum til forbehandlingsenhet ved full pumpedrift, er omtalt i avsnitt 1.3.1.

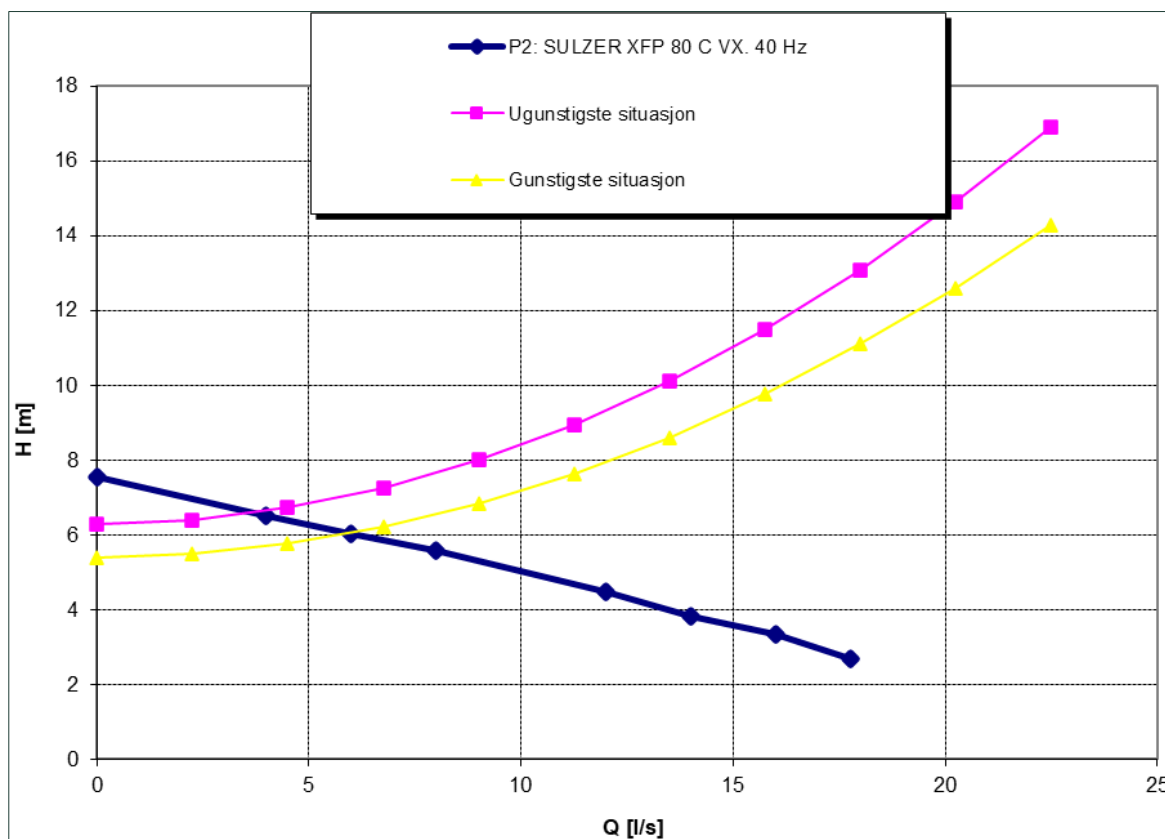
Vi har sett på mengdedata fra anleggets faste mengdemåler i perioden 7.-9.04.2023.

Figur 8 viser pumpekurve for den aktuelle pumpe med 80 % pådrag. I nevnte periode er det bare P2 som har vært i drift, med 80 % pådrag. Dette setter dermed den teoretiske begrensningen på mengde inn på renseanlegget.

Mengde som pumpa gir vil variere med nivå i pumpesumpen, samt hva som regnes av ruhet i rørene. Kurvene er satt opp for hhv. gunstig og ugunstig situasjon avhengig av nivå i pumpesump og ruhet.

Med 80 % pådrag vil P2 gi mellom 4 og 6 l/s (markert med gulmerking på pumpekurva). Dette tilsvarer 14,4 til 21,6 m³/h. Maksimum for perioden 07.04 til 09.04 er ifølge data fra driftskontrollsystemet på 18,7 m³/h.

Konklusjon: Målt verdi fra driftskontrollen er dermed innenfor aktuelt kapasitetsintervall for pumpesystemet. Basert på denne kontrollen anser vi at mengdedata fra kommunens driftskontrollsystem er tilstrekkelig nøyaktige til å bruke i videre vurdering for kapasitetsberegning av anlegget. Dette er også i henhold til kommunens driftsavdeling sin erfaring på anlegget, at tilført mengde er lav sett i forhold til antall hytter og abonnenter som er tilkoblet.



Figur 8: Pumpekurve (blå linje) for 80 % pådrag for P2 mot beregnet systemkurve (rosa og gul) for rørsystem.

1.3. Kapasitetsvurdering dagens anlegg

1.3.1. Innløpspumper

For innløpspumper med tilhørende pumpeledninger er det gjort en beregning av trykktap i systemet holdt opp mot pumpekurver for de aktuelle pumpene. Fra innløpssump er det 2 stk. pumper:

- P1: Sulzer AS 0530 D med DN50 pumperør
- P2: Sulzer XFP 80 C VX med DN80 pumperør.

Pumpene styres etter nivå i pumpe-sump som kan variere mellom 1, 2 og 3 m.

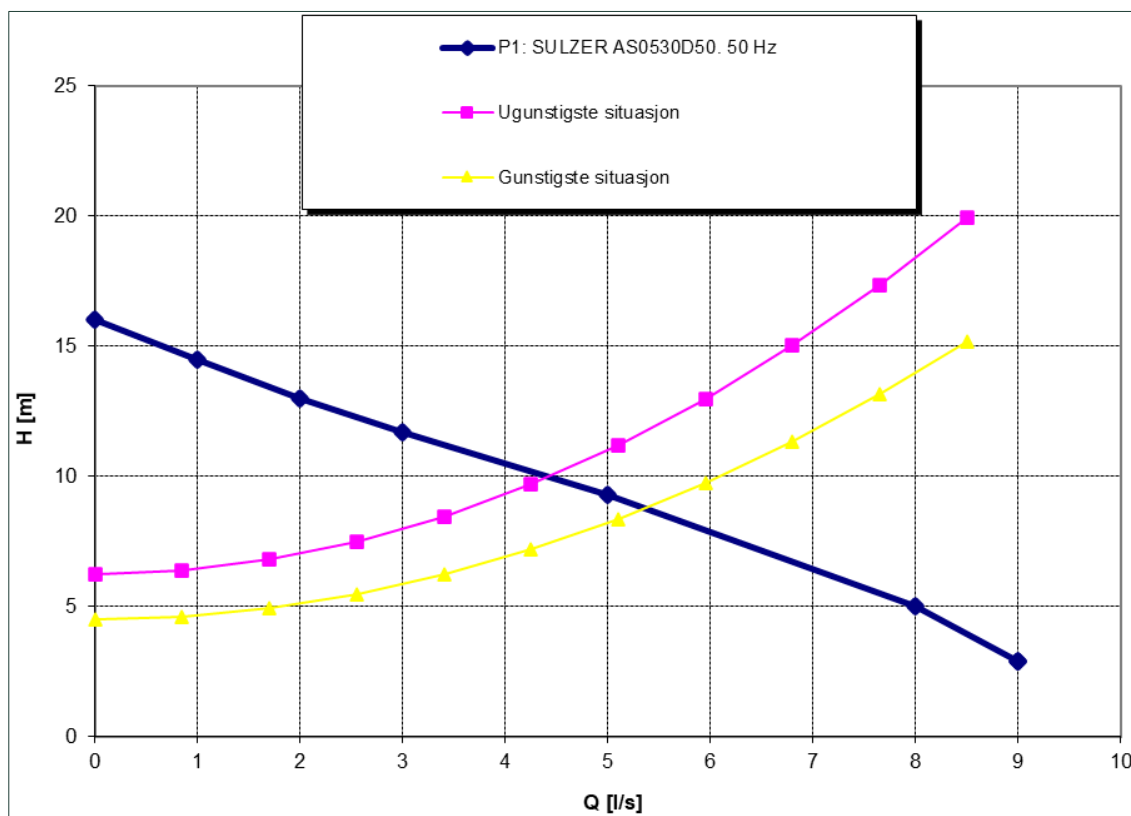
Beregninger er gjort ut fra lengde og antall bend med videre på pumpeledningene. Hver pumpe har separat rør som går fra pumpe i sump og opp til innløp på rist og sandfang i 2. etasje. Geodetisk løftehøyde varierer fra 4,5 m (ved høyt nivå i pumpe-sump) til ca. 6,3 m (ved lavt nivå i pumpe-sump). I tillegg kommer friksjonstap i rørsystemet. Figur 9 og Figur 10 viser systemkurve opp mot pumpekurve for hhv. P1 og P2.

Dette gir følgende makskapasitet for de aktuelle innløpspumpene:

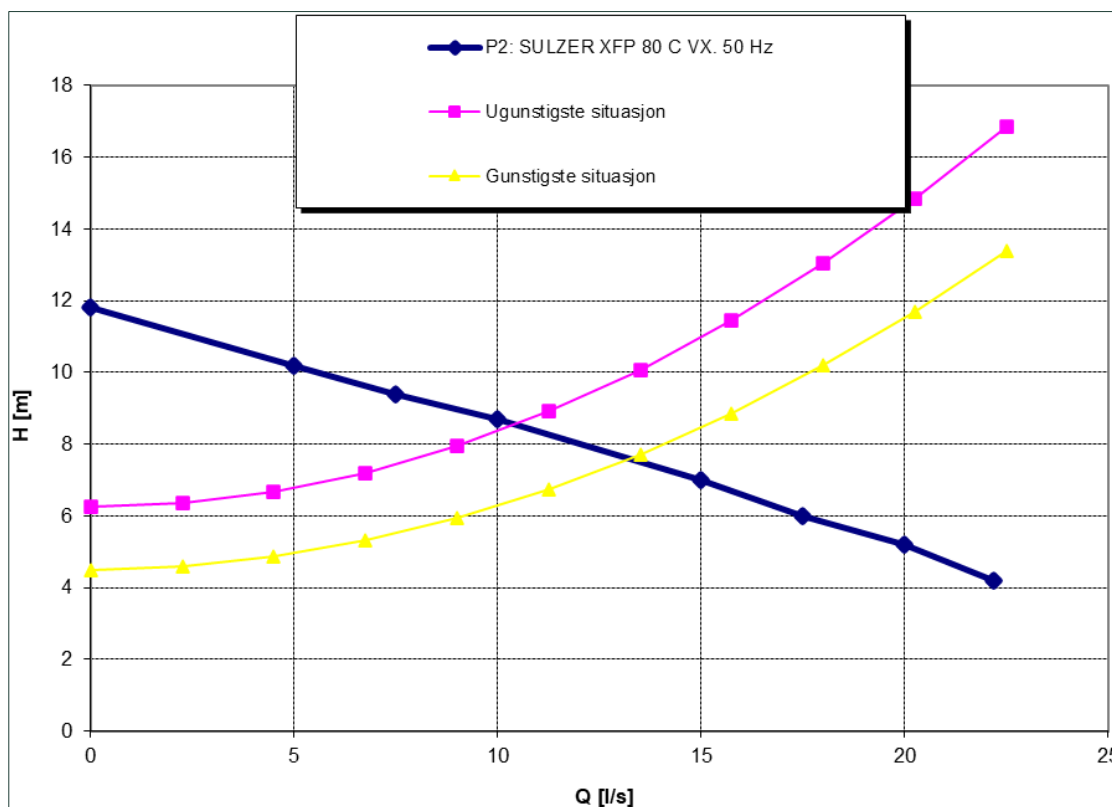
- P1: $Q_{maks} = 4,3 - 5,3$ l/s, tilsvarende ca. 15,5 til 19,1 m³/h (17,3)

- P1: $Q_{maks} = 10,5 - 13 \text{ l/s}$, tilsvarende ca. 38 til 47 m^3/h (43)

Dersom man regner et middel av ovennevnte kapasitetsområder vil **samlet kapasitet for de to pumpene være ca. 60 m^3/h** ved full drift på begge pumpene. Pumpene har dermed kapasitet til oppgitt fremtidig belastning oppgitt til 54 m^3/h i prosessbeskrivelsen fra JO Water.



Figur 9: Systemkurve for gunstigste og ugunstigste situasjon mot aktuell pumpekurve for P1.



Figur 10: Systemkurve for gunstigste og ugunstigste situasjon mot aktuell pumpekurve for P2

1.3.2. Innløpsrist

Kommunen satte inn ny innløpsrist i januar 2021. Kommunen opplyser om at det ikke ser ut til at det har gått i overløp siden ny innløpsrist ble installert (ref. Kragerø kommune sine kommentarer på skisseprosjektrapporten).

Innløpsristen er av type trapperist, Andersson Water Progressive Stair Screen PSS 900 x 200 x 2 mm. Q_{\max} er angitt til å være i området 36-72 m³/h ved vannivåer på henholdsvis H1=600 og H2=400. Anbefalt gjennomsnittsbetlastning er angitt til å være < 50 % av maksimum kapasitet.

1.3.3. Sandfang

I møte den 08.08.2023 oppgir kommunen at det er en del problemer med sandkrue og avvanningsfunksjonen på denne. Dette er spesielt synlig ved store belastninger, og det ønskes derfor å gjøre en utbedring av denne funksjonen.

1.3.4. Flokkulering og flotasjon

Flokkulering og flotasjon er oppgitt til en kapasitet på 58 m³/h.

1.3.5. Rørsystem fra sandfang til utløp

Det er gjort kontrollberegning av rørsystem for avløpsvann mellom hovedenhetene i renseanlegget fra forbehandling med innløpsrist/sandfang, via flokkuleringstank, musling og utløp. Kontrollen viser at systemet er dimensjonert for oppgitt kapasitet på 58 m³/h med de høydeforskjellene som er mellom enhetene.

1.3.6. Slamlager og -tømming

I prosessbeskrivelsen er slamproduksjonen ved 1200 pe belastning oppgitt til ca. 3 m³/d med antatt tørrstoff- (TS-) innhold på 3 %.

Det blir pr i dag ikke kjørt avvanning på anlegget, og vått slam må derfor hentes med bil og kjøres til avvanning.

Uavvannet slam fra «muslingen» går til et slamlager. Dette er en tank under gulvnivå i renseanlegget. Tanken har en diameter på 2 m volumet er 25 m³.

1.4. Prøvetaking

1.4.1. Prøvetaking

Man er avhengig av å kunne ta ut representative prøver av avløpsvannet på innløpet og utløpet for å kunne å kunne bestemme rensegraden (oppnådd renseseffekt).

På generelt grunnlag kan det være utfordrende å ta representative prøver av avløpsvannet på et mindre renseanlegg som Stabbestad RA, og særlig for renseanlegg i områder med mye turisme og hytter. Dette fordi tilførselen fra rensedistriktet varierer mye.

Det ble tatt 8 kontrollprøver i 2022, se resultater i Tabell 2. Det er mistanke om feil prøvetaking pga. urealistisk høy total fosfor (Tot.-P) i avløpsvannet (over 10 mg/l) og KOF på over 500 mg/l. Disse verdiene er langt høyere enn hva man normalt forventer å finne i sanitært avløpsvann, og det er grunn til å tro at disse målingene ikke er representative. Dette er sannsynligvis årsaken til at anlegget fremstår å ha en svært høy prosentvis renseseffekt. Dette til tross for enkelte relativt høye utløpskonsentrasjoner.

Tabell 2: Innløpskonsentrasjoner for Stabbestad RA i 2022 (fra årsrapporten).

Dato	Vannførin g [m ³ /d]	Overløp [m ³ /d]	Innløp		
			Tot-P [mg/l]	Tot-N [mg/l]	KOF [mg/l]
			11.03.2022	71	0
06.05.2022	128	0	9		2800
21.06.2022	165	0	7.3		760
08.07.2022	231	0	21		4600
15.07.2022	323	0	18		6600
27.07.2022	238	0	12		1100
19.08.2022	101	0	8.8		1200
09.11.2022	235	0	1.2		140
Gj.snitt	187	0	10.35		2225
Antall	8	8	8		8

Det kan være flere årsaker til de uvanlig høye innløpskonsentrasjonene målt i 2022. Det er mistanke om feil prøvetaking pga. total fosfor på over 10 mg/l, KOF på over 600 mg/l i et anlegg av den størrelsen. Disse verdiene er langt høyere enn hva man normalt forventer å finne i sanitært avløpsvann, og det er grunn til å tro at disse målingene ikke er representative. Dette er sannsynligvis årsaken til at anlegget fremstår å ha en svært høy prosentvis renseseffekt. Dette til tross for enkelte relativt høye utløpskonsentrasjoner.

Det kan også være andre årsaker for høye innløpskonsentrasjoner. Dette kan skyldes :

- Små pumpestasjoner som ikke pumper regelmessig. Da blir avløpsvannet stående i pumpeumpen, og så pumpes vann etter lang oppholdstid (septikforhold)
- Svært lite fremmedvann.

1.4.2. Målinger av både ortofosfat (oppløst fosfor) og total fosfor (Tot-P)

Det anbefales å måle både ortofosfat og totalfosfor i innløps- og utløpsprøver for å oppdage eventuelle feil ved prøvetaking og/eller evaluere slamavskilling i flotasjon.

Typisk er forholdet mellom ortofosfat og totalfosfor på ca. 0,6-0,7. Lavere forholdstall kan tyde på innsuging av partikler i innløpsprøver som gjør at det måles høyere Tot-P i prøvene.

I tillegg, hvis resultatene viser at rensesgraden for ortofosfat er tilfredsstillende, men renseresultatene for Tot-P ikke tilfredsstillende forventningene, så kan det være et tegn på dårlig partikkelseperasjon i flotasjonsenheten.

2. Aktuelle tiltak for økt tilknytning til anlegget

2.1. Tiltak for å bedre rensningen

Det er flere mulige tiltak for Stabbestad RA som både kan øke renskapasiteten og bidra til tilfredsstillelse av renskravet. Noen mulige tiltak er omtalt nærmere i det følgende.

2.1.1. Utjevning av tilrenning

Anlegget er dimensjonert for å ta imot dimensjonerende vannmengder på $Q_{dim}=27$ og $Q_{maksdim}=54$ m³/h. Det er registrert ca. 8 686 verdier for maks. tilrenning pr. time i 2022. Resultatene av analyser (Tabell 3) viser at anlegget tar imot betydelig mindre vann enn det som er dimensjonert for. Analysen viser at mengden inn på anlegget er lavere enn $Q_{maksdim}=21$ m³/h i 98 % av tiden, dvs. det kun er 2 % av tiden at vannmengden er høyere enn dette. Om mengdemålingene stemmer viser dette at anlegget har relativt stor restkapasitet.

Stabbestad RA har hatt problemer med driften på grunn av store variasjoner i tilrenningen siden oppstarten i 2003. I perioder er belastningen kun på en brøkdel av hva anlegget er dimensjonert for. Renseanlegget fungerer ikke etter hensikten på grunn av for lav belastning, og det burde derfor vurderes å utjevne avløpsvannet på innløpet for å jevne ut belastningen.

Teoretiske beregninger viser at anlegget kan ha kapasitet for fremtidig økt tilknytning på 2 740 pe med utgangspunkt i spillvannsmengde på 140 l/pe·d og minimal/ingen innlekking. Dette forutsetter imidlertid at nye tilknytninger har likt forbruk- og påslippsmønster som dagens abonnenter, og at det installeres en fordrøyningstank på innløpet til anlegget. *Det anbefales å gjøre en vurdering av tilrenning og effekt av fordrøyningstank etter hvert som nye områder/utbygginger tilknyttes.*

Toppbelastningen forekommer i korte perioder i høysesongen, og da er det hensiktsmessig å vurdere utjevning av vannmengdene i disse periodene, jf. Tabell 3. Dette for å både optimalisere driften og oppfylle rensresultatene med kontrollert drift av anlegget.

Tabell 3: Analyse av timebaserte vannmengder i 2022 for Stabbestad RA

Vannmengde (m ³ /h)	Prosentandel
< 5	46 %
< 10	85 %
< 14	95 %
< 21	98 %

En fordrøyningstank nedgravd i bakken eller stående på terreng kan benyttes for å jevne ut belastningen på anlegget. I tillegg muliggjør dette å håndtere de toppene i høysesongen når det er høyt belegg fra fritidsboliger. Tiltaket vil dermed både forbedre dagens drift av anlegget, samt bidra til økt kapasitet på sikt. Figur 11 viser eksempler på stående og utgravd fordrøyningstank.



Figur 11: Eksempler på fordrøyningstank, stående på bakkenivå (venstre) og utgravd under bakken (høyre)

Det er tatt utgangspunkt i påslag fra fremtidige tilknytninger for dimensjonering av fremtidige vannmengder og volum på fordrøyningstanken. Tilrenning til Stabbestad RA er veldig varierende, og derfor er det tatt utgangspunkt i forholdet mellom Q_{dim} , $Q_{maksdim}$ og Q_{middel} for å beregne døgnvariasjon og timevariasjon fra fremtidige tilknytninger.

Tabell 4 viser forholdstallene og gjennomsnittsverdier som er lagt til grunn for beregninger i Tabell 5.

Forskjellen mellom dagens $Q_{maksdim}$ på $54 \text{ m}^3/\text{h}$ og beregnet fremtidig Q_{mkas} på $67 \text{ m}^3/\text{h}$ er $13 \text{ m}^3/\text{h}$. Fordrøyningstanken kan dimensjoneres for 20 m^3 for snaue 2 timer fordrøyning av toppbelastning. Dette tilsvarer en stående tank med en diameter og høyde på 3 m. Alternativt en liggende tank for nedgraving med diameter 2 m og lengde ca. 7 m.

Tabell 4: Forholdet mellom dimensjonerende vannmengder i årene 2020-2022

	2020	2021	2022	Gjennomsnitt
$Q_{maksdim} / Q_{dim}$	2,2	1,9	1,8	2,0
$Q_{maks} / Q_{maksdim}$	1,2	1,1	1,1	1,1
Q_{dim} / Q_{middel}	1,29	1,27	1,23	1,3
$Q_{maksdim} / Q_{middel}$	2,9	2,4	2,3	2,5

Tabell 5: Dimensjonerende vannmengder

Nye tilknytninger (fremtidig)	2740	pe
Spesifikk spillvannmengde	140	l/pe·d
Vannmengde fra nye tilknytninger	16	m ³ /h
Q_{dim} (2022)	12	m ³ /h
$Q_{maksdim}$ (2022)	21	m ³ /h
Q_{dim} (fremtidig)	32	m ³ /h
$Q_{maksdim}$ (fremtidig)	61	m ³ /h
Q_{maks} (fremtidig)	67	m ³ /h

2.1.2. Utbedre sandfang

Dagens løsning med transportskrue for uttak og avanning av sand i sandfanget fungerer dårlig, spesielt ved høy vannføring. Sandfanggods kan fjernes med et rør med to pneumatisk styrte ventiler som monteres i bunn av sandfanget og styres på et regulerbart tidspunkt. Dimensjoner på rør bestemmes i forhold til tilgjengelig vanntrykk og rørlengde. Skruen kan da fjernes og sandfanggods kan samles i slamtanken.

2.1.3. Montere buffertank mellom forbehandling og flokkulering

Kommunen ønsker en buffertank for å få mer jevne forhold til flokkulering og kjemisk felling. Det foreslås å montere en buffertank i ledig garasje ved siden av anlegget. Volum kan være opp mot ca. 20 m³ ved å installere en stående tank med diameter på 3 m og høyde ca. 3-3,5 m. Effektiv bufferkapasitet mellom min.- og maks.-nivå blir da ca. 15 m³. Dette vil gi et buffervolum med avløpsvann som har gjennomgått forbehandling med fjerning av avløpsøppel og sand. Det installeres røreverk i tanken for å unngå sedimentering. Kragerø kommune ønsker toppmontert mikser. Dette må imidlertid vurderes nærmere opp mot tilgjengelig høyde over tank.

2.1.4. Ny flokkuleringstank

Flotasjonsanlegget («Muslingen») er opprinnelig bygd med luftomrøring i flokkulatoren, men det er ikke i bruk per i dag av hensyn til arbeidsmiljøet. Derfor har flokkuleringstanken ikke noe form for omrøring per i dag, og det er en svakhet mht. de lave vannmengdene som anlegget tar imot. Ombygging av eksisterende flokkuleringstank

anses som lite hensiktsmessig. Det anses som mest aktuelt å bytte ut eksisterende flokkuleringstank med en ny flokkuleringstank komplett med omrører, slik at man får en løsning som er mer lik flokkuleringstanken i den nye utgaven av Musling som er vist i Figur 12.



Figur 12: Flokkuleringstank på Stabbestad RA (venstre) og den nye utgaven av Musling (høyre)

2.1.5. Optimalisering av fellings-pH (pH-overstyring) utført

Ut fra tidligere data fra anlegget var det mistanke om overdosering av kjemikalier etter at det er registrert flere pH-verdier utenfor optimalt område for fellings-pH.

Aluminiumbaserte fellingskjemikalier har et optimalt fellingsområde mellom pH 6-7. Registrerte pH-verdier i flokkuleringstrinnet ligger utenfor de områdene over i 98 % av målte pH-verdier i 2022. Overdosering kan dermed være en sannsynlig medvirkende årsak til de dårlige renseresultatene med hensyn på fosfor, og dårlig slamavskilling i flotasjonstrinnet.

Optimal fellingsdose er avhengig av en rekke faktorer: vannmengde, pH, partikkel- og fosfatinnholdet er de mest kritiske. De aller fleste renseanlegg benytter kun mengdeproporsjonal dosering, men pH-overstyring er også nødvendig. Da er det mulig at dosen, og dermed også molforholdet, ikke blir høyere enn nødvendig slik at fellings-pH faller under det optimale verdien.

Det er i 2023 utført tiltak for å optimalisere kjemikaliedoseringen, og dette anses nå som løst.

3. Oppsummering, anbefalte tiltak

3.1. Anbefalte tiltak

Det er sett på aktuelle tiltak, både for å få bedre oversikt over anleggets belastning, samt tiltak for å bedre anleggets funksjon og kapasitet.

1. Installere en fordrøyningstank på innløpet. Dette vil jevne ut belastningen, og kunne redusere de høyeste toppene, slik at anlegget vil kunne ta imot større tilknytning enn i dag. Størrelse på tank bør være minimum 20 m³.
Størrelse/diameter og utforming utredes i videre prosjektering når man har sett på tilgjengelige dybder og plass hvor tank kan graves ned i bakken. Tank legges med fall mot pumpeump i renseanlegget, slik at tanken renner tom ved lav vannføring.
2. Bygge om sandfang etter forslag fra driftsassistansen. Erstatte eksisterende sandskrue med styrte ventiler for tømning av sand fra sandfanget til slamlager.
3. Buffertank plassert mellom forbehandling og ny flokkuleringstank. Maks vannnivå legges lavere enn utløp fra sandfang i forbehandling, slik at vann overføres på selvføll fra forbehandling til buffertank. *Kragerø kommune ønsker følgende løsning:* Tankvolum: 20-25 m³; dimensjon: d:3 m x h: 3-3,5 m; effektiv bufferkapasitet min/maks nivå ca.15 m³; rørverk av type toppmikser, eller det kan vurderes en standard horisontale GRP-tank. Det monteres nivåmåler i tank, slik at nivå kan styres opp mot aktuell belastning og mulighet for varierende buffervolum.
4. Nye pumper for pumping av avløpsvann fra buffertank til ny flokkuleringstank. Det legges opp til to tørroppstilte pumper montert på gulv ved buffertank. Disse legges opp med frekvensomformere for god styring av mengde til flokkulering og flotasjon.
5. Montere ny flokkuleringstank med røreverk.
6. Forbedret kjemikaliedosering og funksjon på flotasjonen antas å også gi høyere TS-% på slam fra Muslingen enn det man oppnår i dag. Dette vil dermed også forbedre slamlagringskapasiteten. Dersom det viser seg at det blir for hyppig tømning av slamtank, kan man vurdere å montere utstyr for dekantering i tank, for å få enda litt høyere TS.


3.2. Kostnadsoverslag for tiltak

Det er gjort en grov kostnadsberegning for aktuelle tiltak, oppsummert i oppstilling i Tabell 6.

Kostnadsestimat for fordrøyningstank er basert på budsjettpris for en 20 m³ glassfibertank for ned graving fra leverandør, tillagt estimat for gravearbeider og nødvendige rørtilkoblinger. Det understrekes at vi ikke har god oversikt over grunnforholdene, og at dette tallet er noe usikkert.

Basert på våre vurderinger vil disse tiltakene legge til rette for planlagt økning i tiknytning i flere år fremover.

Tabell 6: Kostnadsoverslag for aktuelle tiltak

	Oppdragsqiver Fredensborg Fritid				Oppdrag nr 638539		
	Oppdrag Stabbestad renseanlegg				Dato 15.08.2023		
KOSTNADER	Ombygging eksisterende renseanlegg				Utarbeidet av: ØTR		
Anlegg	Enhet	Mengde	Pris	Kostnad kr	% andel	Budsjett- kostnad	
Fordrøyningstank	RS	1.0	230 000	230 000	15 %	365 010	
Rørarbeider	RS	1.0	250 000	250 000	16 %	396 750	
Sandfang	RS	1.0	95 000	95 000	6 %	150 765	
Buffertank	RS	1.0	220 000	220 000	14 %	349 140	
Pumper	RS	1.0	150 000	150 000	10 %	238 050	
Flokkuleringstank	RS	1.0	215 000	215 000	14 %	341 205	
Elektroarbeider	RS	1.0	330 000	330 000	21 %	523 710	
Ventilasjon	RS	1.0	75 000	75 000	5 %	119 025	
Sum		8		1 565 000	100 %	2 483 655	
Diverse	10%			156 500	6 %		
Tilrigging	10%			156 500	6 %		
Anbudssum				1 878 000	76 %		
Uforutsett	15%			281 700	11 %		
Entreprenørkostnad				2 159 700	87 %		
Honorar, adm., gebyrer o.l.	15%			323 955	13 %		
BUDSJETTKOSTNAD				2 483 655	100 %		