

LILLEVIK RA – ENTREPRISE M4

PREMISSNOTAT VALG AV SLAMLAGRE OG MASKINER

ADRESSE COWI AS

Kobberslagerstredet 2

Kråkerøy

Postboks 123

1601 Fredrikstad

TLF +47 02694

WWW cowi.no

INNHOOLD

1	Innledning	2
2	Forutsetninger	2
3	Internslam	2
4	Eksternslam	2
5	Dimensjonering av fortykkermaskiner	6
6	Muligheter og løsninger for slamlagre	7
6.1	Valg av slamlagre for internslam	7
6.2	Valg av slamlager for septik	7
6.3	Dagens slamlager og oppsett	8
6.4	Bruk av fettikum for internslam	9
6.5	Nytt forslag til løsning	10
7	Driftsmønster og oppsett av fortykkermaskiner	12
7.1	Bruk av fettikum til å både lagre og blande septik og internslam	12
7.2	Driftsmønster og oppsett maskiner ved videreføring av dagens internslamlagerfunksjon	13
7.3	Forslag driftsmønster og oppsett maskiner for ombygd renseanlegg	14
8	Diskusjon	15

OPPDRAGSNR.

A227194

DOKUMENTNR.

VERSJON

0

UTGIVELSESDATO

13.10.2023

BESKRIVELSE

Utkast for byggherrens gjennomgang

UTARBEIDET

AJNI

KONTROLLERT

ERJO

GODKJENT

MOPE

1 Innledning

Dette notatet belyser ulike faktorer som er med på å påvirke valg av slamlage og dimensjoneringen av maskiner for fortykking og sluttavvannere for slam. Faktorer som har størst påvirkning og belyses i notatet er:

- > Tørrestoffinnhold og mengde av slam som skal avvannes (inn- og utgående)
- > Driftsmønster på maskiner
- > Ønsket buffervolum / lagringskapasitet i bassenger
- > Prosessvalg ved unormal drift på Lillevik RA
- > Utvikling av slammengder som følge av befolkningsvekst og renskrav

2 Forutsetninger

Det er i dag 3 ulike slamtyper som skal fortykkes og utråtnes på Lillevik RA. Mengdene vil endres frem mot dimensjonerende år i 2056, og det vil her gis en kort redegjørelse.

3 Internslam

Slam som tas ut av vannrensprosessen på Lillevik RA er definert som internslam. I år 2020 ble det rapportert en mengde internslam på 1225 tonn TS, med en gjennomsnittlig slamkonsentrasjon for året på 1,4 %. Dimensjonerende faktor er 1,3 av midlere. Fremtidig internslamproduksjon er beregnet til 1930 tonn TS for år 2058. Antas samme slamkonsentrasjon som dages, blir det følgende:

Tabell 1 Beregninger internslammengder

	2020		2058	
	Tonn TS/år	m ³ /dag	Tonn TS/år	m ³ /dag
Midlere mengde	1225	240	1930	378
Dimensjonerende		312		491

4 Eksternslam

Eksternslam defineres som mottatt slam fra eksterne renseanlegg. Kun Kvelde har fortykking i dag, og Larvik kommune bygger nå om Kvelde slik at alt eksternslam i Lågendalen sendes dit, for rensing og fortykking, før det sendes til Lillevik og da rett inn i fortykket slamlager. Ønsket TS er 5-5,5 %.

Lillevik RA har opplyst at slam fra Kvelde ligger i underkant av 6 % TS, og det hentes 70 m³ hver 5. uke. De øvrige renseanleggene leverer et slam med TS rundt 2 %.

Fra forprosjektet er tabell 2 hentet for slammengder:

Tabell 2 Slammengder for år 2020

Anlegg/septik	Mengde (tonn TS/år)
Septikslam	360
Kvelde	13,3
Hvarnes	6,4
Steinsholt	10
Svarstad	22,2
Lillevik	1225
Sum	1637

I tabellen fremkommer det at Kvelde leverte 13,3 tonn TS i 2020, mens de øvrige leverte til sammen 38,6 tonn TS.

Data fra årsrapportene 2022 for de mindre renseanleggene er innhentet, hvor det på Kvelde er benyttet 2 % TS. Basert på annen informasjon vi har mottatt om TS i slammet fra Kvelde (<6 %) er det så stor differanse mellom tallene, at vi har funnet det nødvendig å sjekke dette mot bransjetall for spesifikk slamproduksjon (gSS/pe*d). I tabell 3 er derfor teoretiske mengder og TS beregnet ut fra antall PE tilknyttet (benyttet omregning for Svarstad som har fritidsboliger tilknyttet). Basis for beregninger er at mengde tilkjørt slam, målt i m³ antas å være korrekt, og at andel slam til Lillevik antas 90 % av teoretisk produsert (90 % renseeffekt for SS på de lokale anleggene, resten havner i Lågen):

Tabell 3 Teoretisk mengde TS med tilhørende tørrstoff ut fra målt volum

	Eksterne RA				SUM
	Kvelde	Svarstad	Hvarnes	Steinsholt	
SS-produksjon [g SS/PE*d]	85	110	105	110	
Antall PE [-]	854	792	145	239	2030
Mengde TS teoretisk [Tonn/år]	26,5	31,8	5,6	9,6	73,4
Mengde TS til Lillevik [Tonn/år]	23,8	28,6	5,0	8,6	66,1
Volum 2021 [m ³]	794	1061	351	362	2568
Teoretisk TS [%]	3,0	2,7	1,4	2,4	
Volum 2022 [m ³]	700	1276	352	302	2630
Teoretisk TS [%]	3,4	2,2	1,4	2,9	

Teoretisk og virkelig mengde TS for eksternslam (avvik mellom tabell 2 og 3), antas å være variasjoner i slamkonsentrasjoner over året, da dette ikke analyseres rutinemessig. Dersom volumet fra Kvelde er korrekt, må slam fra Kvelde har lavere gjennomsnittlig TS enn målt ved stikkprøver. Benyttes tabell 3 og justerer TS for forventede mengder, blir tabellen:

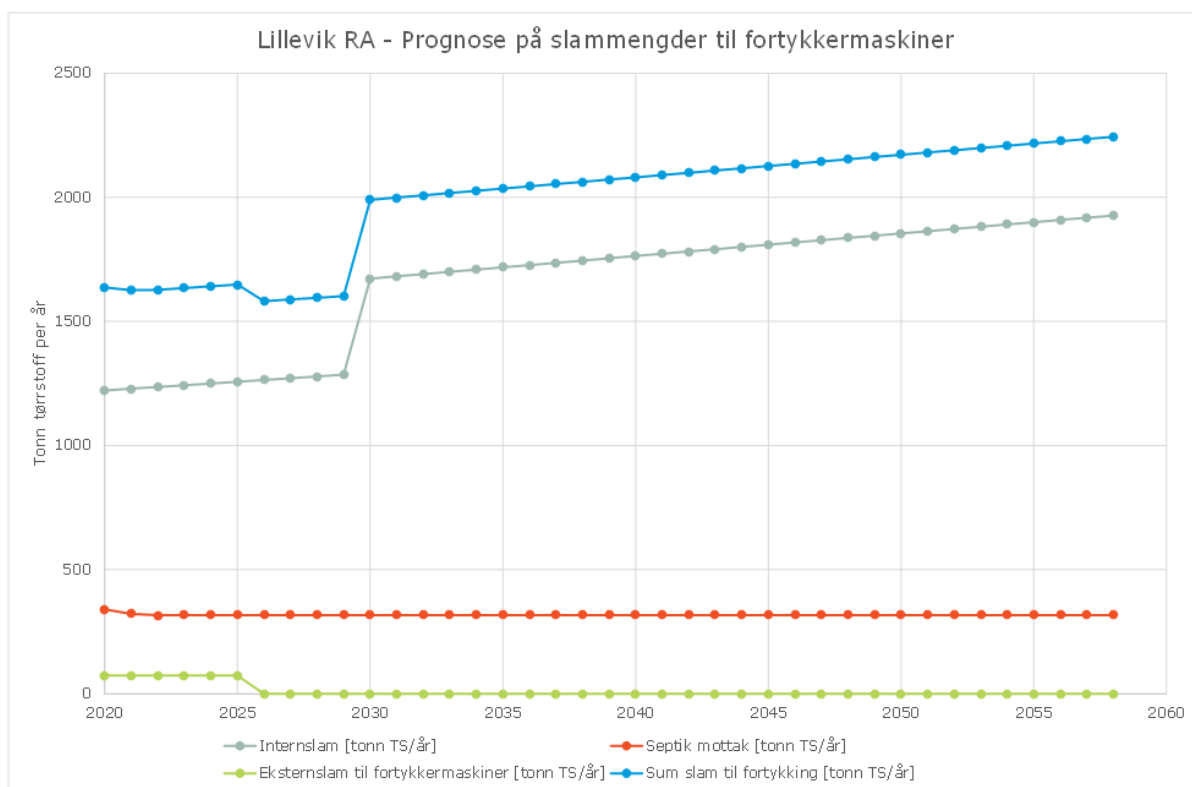
Tabell 4 Korrigering av slammengder for tilnærming

	2019	2020	2021	2022
Slam fra andre renseanlegg, m³/a	2395	2875	2566	2630
Septikslam, m³/a	17838	17041	16126	15842
Slam fra Kvelde, m³/a	728	728	728	728
Slam fra andre renseanlegg, m³/a	1667	2147	1838	1902
Septikslam, m³/a	17838	17041	16126	15842
TS Kvelde	3,5	%		
TS øvrig eksternslam	2	%		
TS septik	2	%		
Slam fra Kvelde, tonn TS/a	25	25	25	25
Slam fra andre renseanlegg, tonn TS/a	33	43	37	38
Septikslam, tonn TS/a	357	341	323	317

Prognose på fremtidig mengde slam som skal avvannes

Lillevik RA erfarer at mengden septik som leveres er årlig synkende. Dette bekreftes av data for registrert mengde levert per år (2019-2022). Selv om mengden synker i snitt med 3 % per år, er det valgt å forvente mengden konstant fra år 2022 og fremover. Årsaken er forventet ombygging hos abonnenter med septik til minirensanlegg, som vil produsere mer slam, kompensere bortfall av TS fra septik som kobles til kommunalt ledningsanlegg. Gjennomsnittet for året 2022 visert levert mengde septik på 305 m³/uke (61 m³/ukedag), ved 1,4 % TS.

Antas det ombyggingen på Kvelde skjer i 2025 og ombygd Lillevik RA settes i drift 2030, blir det følgende fordeling:



Figur 1 Mengde slam som må behandles i fortykkermaskinene

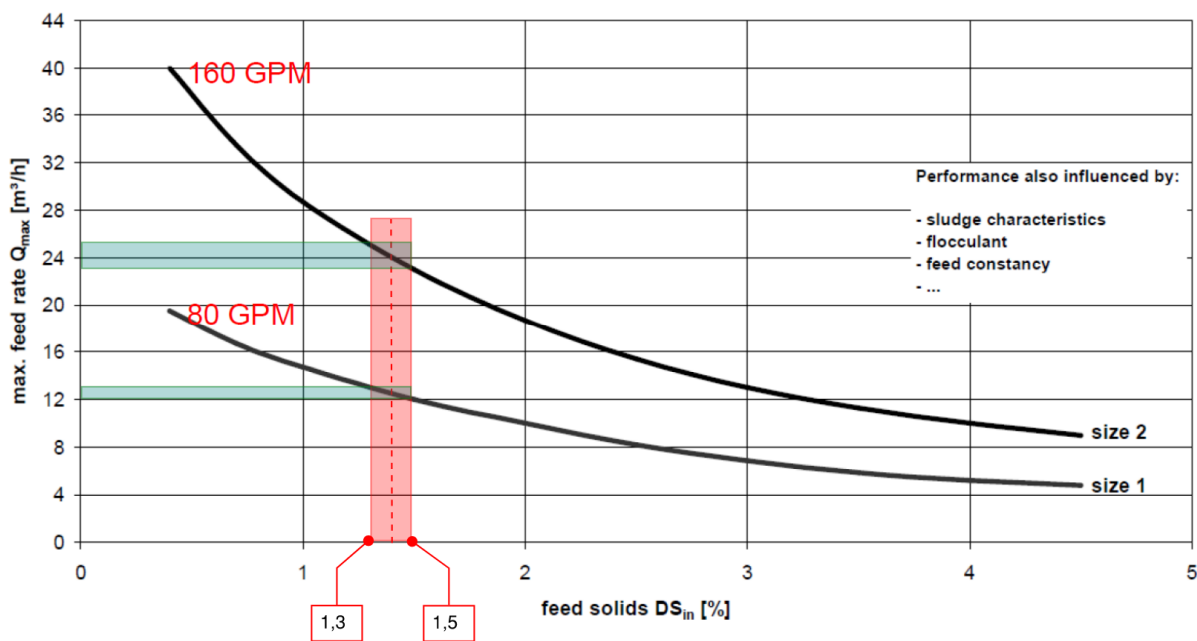
En mer detaljert oversikt for aktuelle år, kan sees i tabell 5. Her er det antatt 1,4 % TS for både internslam og septik. Dimensjonerende er 1,3 ganger høyere enn gjennomsnitt.

Tabell 5. Prognose på slammengder ved ulike tidsintervaller og år (septik inkl. eksternslam fra anleggene i Lågdalen)⁴⁰

		Tonn/år	Tonn/dag	Mengde slam [m ³ /dag]	Mengde slam DIM [m ³ /dag]	Mengde slam [m ³ /time]	Mengde slam DIM [m ³ /time]	Mengde slam 12 timers drift [m ³ /time]	Mengde slam 12 timers drift DIM [m ³ /time]	Andel septik
2020	Internslam	1222	3,3	239	311	10,0	13,0	19,9	25,9	25 %
	Septik	415	1,1	81	106	3,4	4,4	6,8	8,8	
	Sum	1637	4,5	320	416	13,3	17,4	26,7	34,7	
2030	Internslam	1673	4,6	327	426	13,6	17,7	27,3	35,5	16 %
	Septik	317	0,9	62	81	2,6	3,4	5,2	6,7	
	Sum	1990	5,5	389	506	16,2	21,1	32,5	42,2	
2045	Internslam	1809	5,0	354	460	14,8	19,2	29,5	38,4	15 %
	Septik	317	0,9	62	81	2,6	3,4	5,2	6,7	
	Sum	2126	5,8	416	541	17,3	22,5	34,7	45,1	
2058	Internslam	1927	5,3	377	490	15,7	20,4	31,4	40,9	14 %
	Septik	317	0,9	62	81	2,6	3,4	5,2	6,7	
	Sum	2244	6,1	439	571	18,3	23,8	36,6	47,6	

5 Dimensjonering av fortykkermaskiner

Mengden septikslam som skal avvannes er svært liten i forhold til mengden internslam i 2030, når ombygd Lillevik RA skal igangkjøres (ref. tabell 5). Det er tatt utgangspunkt i kapasitetsdiagram fra Huber og markert for forventet TS-innhold på 1,4 % for septik og internslam i figur 2.



Figur 2 Kapasitet til Puck`en ved varierende TS mellom 1,3-1,5 %

Skal fortykkermaskiner gå 12 timer daglig og separate maskiner for septik og internslam, må det for dimensjonerende år 2045 være to enheter (størrelse 2) for internslam og én enhet (størrelse 1) for septikslam. For å oppnå redundans, må det være ekstra avvanner for septik mens avvanner for internslam må gå 24 timer ved havari på en.

Blandes septik og internslam og fortykkermaskiner skal kun gå 12 timer daglig, vil det for dimensjonerende år 2045 være behov for to enheter (størrelse 2). For å oppnå redundans, må den ene avvanneren driftes i 24 timer ved havari på en maskin.

Når Kvelde kun leverer fortykket slam rett i slamlageret, og det kan antas tilnærmet lik TS på septik og internslam, vil andelen septik som må blandes inn i internslammet utgjøre rundt 15 % i 2030 og 14 % i 2045. Sammenlignet med dagens slammengder (inkludert eksternslam, ville andelen ha vært 25 % og med store svingninger i slamkonsentrasjonen, noe som betinger dagens løsning med individuelle fortykkermaskiner for septik / eksternslam og internslam.

6 Muligheter og løsninger for slamlagre

6.1 Valg av slamlagre for internslam

Mengde internslam i 2045 er beregnet til 1810 tonn TS/år. Med en slamkonsentrasjon på 1,4 %, gir dette et midlere volum på 354 m³/døgn (dimensjonerende 460 m³/døgn). Dagens basseng er 130 m³, og vil således ikke ha tilstrekkelig kapasitet for kun 12 timers drift av fortykkere.

I dagens situasjon med en slammengde på 239 m³/d vil man med 12 timers drift ha et bufringsbehov på 119,5 m³ - dvs det går akkurat i dag. Uansett vil driftstiden også i dag i høybelastningsperioder være lenger enn 12 timer, regneeksempel: $311/24 = 13 \text{ m}^3/\text{t}$ hvor slamlager på 130 m³ har 10 timers lagringskapasitet, dvs. driftstid må da være 14 timer allerede i dag i høybelastede døgn – forutsatt alt ellers likt og ingen slamlagring sedimenteringslinjene.

Tilsvarende vil det altså i 2045 med slammengder på 460 m³/d være behov for å drifte fortykkermaskinene ca. 17 timer dersom slamlager for internslam ikke økes.

Lillevik RA har foreslått å koble sammen kummen "Buffervolum for fett" på 60 m³ som i dag ikke er i bruk og kan benyttes som tilleggs volum for internt slam. Samlet volum blir 190 m³, som er tilstrekkelig for midlere døgnkapasitet ved 12 timers drift. MERK: Det forutsettes da at volumene er tomme ved stopp / havari / oppstartsproblemer fortykkere!

Kummen "Buffervolum for fett" kan også vurderes benyttet som blandekum for septik og internslam. Det er da lettere å få homogen konsistens på slammet som skal til fortykking enn ved blanding / spedning rett på pumpeledninger.

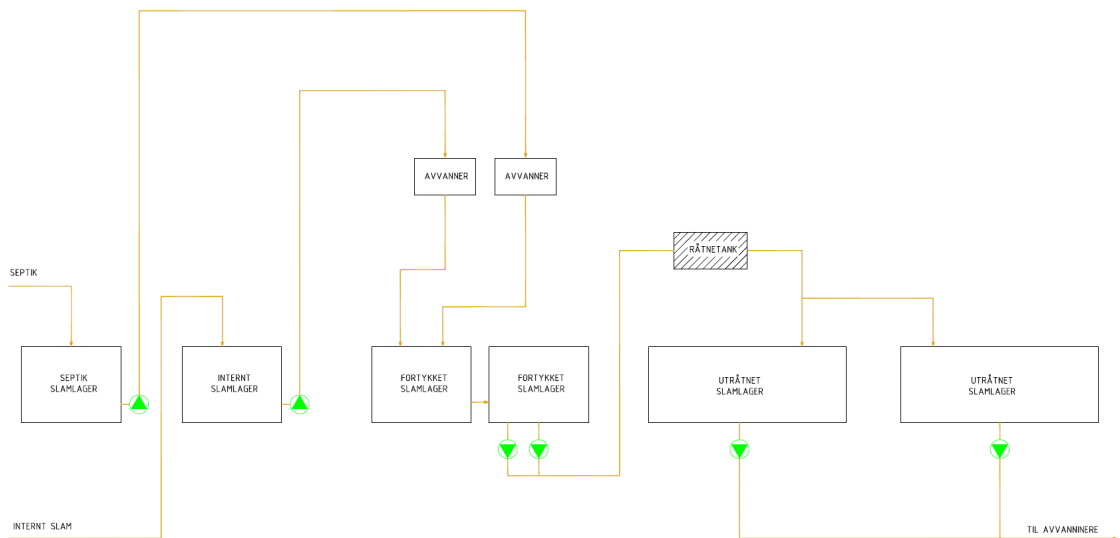
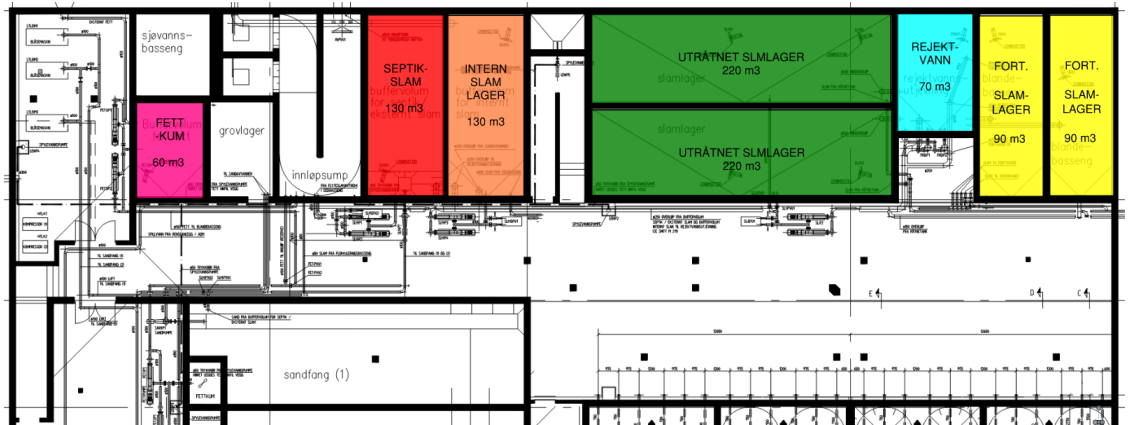
Septikslamlager vil kunne utnyttes til lagring av internslam på ulike måter, enten ved styrt tilførsel eller overløp (er kanskje det i dag?). Se figurene på 6 og 7. En kan utnytte hele volumet til internslam, ved å stoppe mottak av septik og totalt volum blir da 130 + 130 + 60 = 320 m³.

SPØRSMÅL TIL LARVIK KOMMUNE: ER SJØVANNSBASSENG I BRUK / KAN DETTE BENYTTES? HVA ER VOLUMET?

6.2 Valg av slamlager for septik

Mengden septikslam er synkende og planlagt ombygging på Kvelde vil bedre bufferkapasiteten i eksisterende septikslamlager. Dagens septikslamlager anbefales derfor å beholdes uendret, under overnevnte forutsetninger

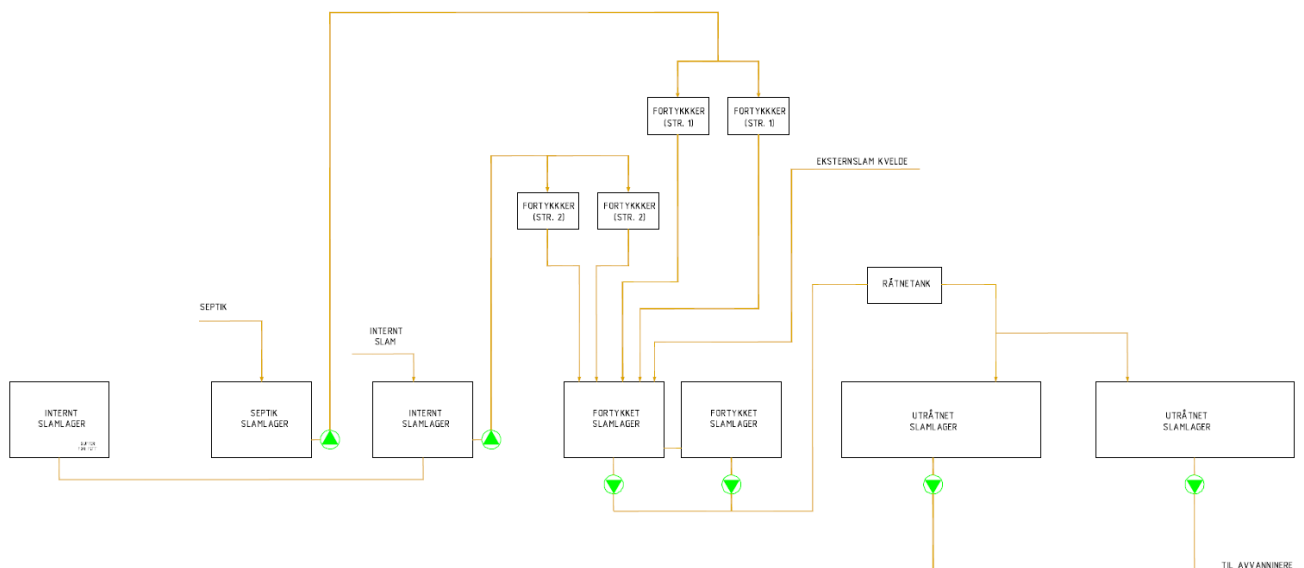
6.3 Dagens slamlager og oppsett



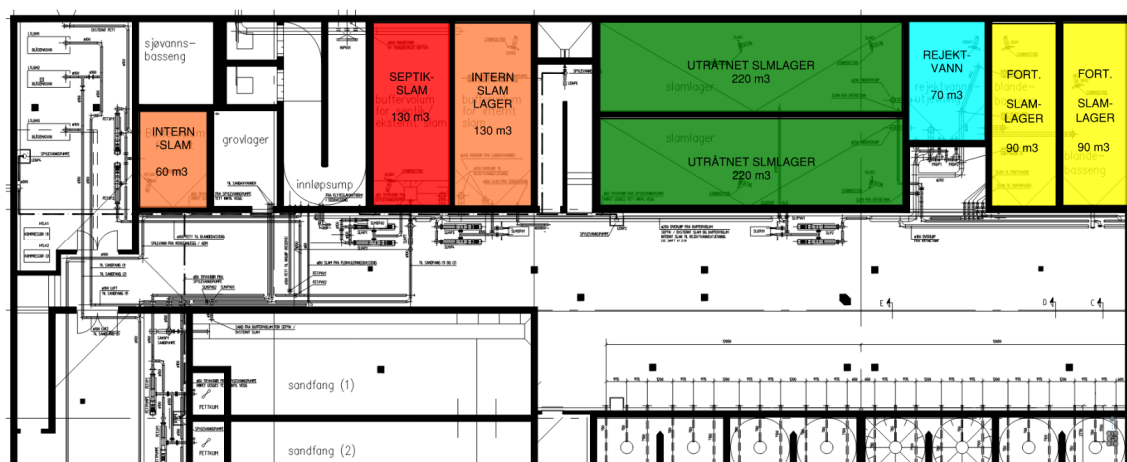
Figur 3 Oversikt over eksisterende basseng med flytskjema

6.4 Bruk av fettkum for internslam

Figurene nedenfor viser et driftsmønster hvor eksisterende fettkum benyttes for utjevning av internslam.



Figur 4 Fettkum som ekstra internslamlager



Figur 5 Bassengoversikt ved gammel fettkum som utjevninglager for internslam

Med 190 m^3 samlet volum for buffering av internslam, vil man i 2045 (med dim. slammengde på $460 \text{ m}^3/\text{d}$) måtte drifte fortykkermaskiner i 14 timer, forutsatt tomme slamlager ved start buffering. Det er ikke realistisk å kunne forutsette dette, slik at forventet driftstid på fortykkermaskinene sannsynligvis blir en del høyere enn dette ved høy belastning (anslagsvis 16-17 timer). I et middeldøgn ($354 \text{ m}^3/\text{d}$) vil driftstiden måtte 11 timer, forutsatt tomme slamlager ved start buffering. Også dette vurderes som for liten margin, slik at det sannsynligvis vil bli utfordringer med tilstrekkelig buffervolum for buffering av internslam også ved midlere slamuttak i 2045.

6.5 Nytt forslag til løsning

Volumet fortykket slam som skal til råtnetank fra fortykket slamlager, antas å være (tilnærmet) likt volumet som skal til sluttavvanning. Tørrestoffet i fortykket slam kan variere, som gir volumer angitt i følgende tabell:

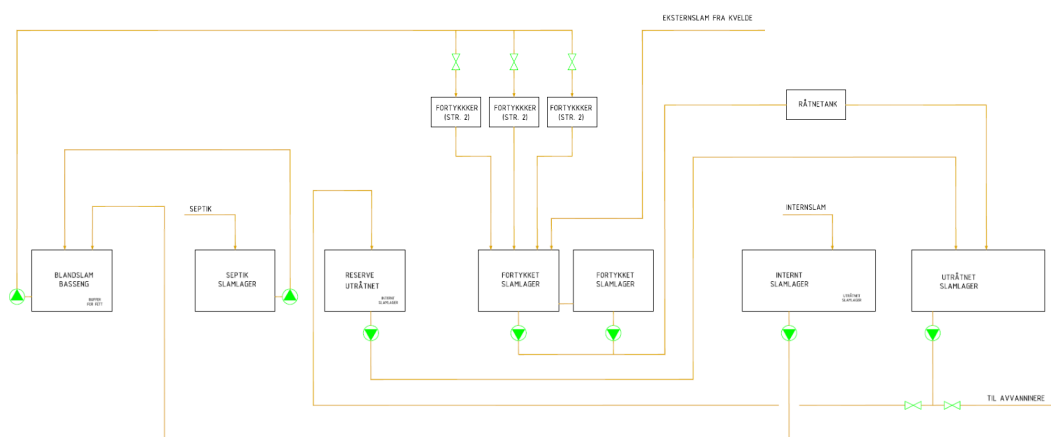
Tabell 6. Mengder fortykket slam ved varierende tørrestoffinnhold. Gul markering er dimensjonerende år maskiner M4

		Ønsket TS i fortykket slam [%]					
		5		5,5		6	
År	Tonnr/år	Mengde slam [m ³ /dag]	Mengde slam DIM [m ³ /dag]	Mengde slam [m ³ /dag]	Mengde slam DIM [m ³ /dag]	Mengde slam [m ³ /dag]	Mengde slam DIM [m ³ /dag]
2020	1637	90	117	82	106	75	97
2030	1990	109	142	99	129	91	118
2045	2126	116	151	106	138	97	126
2058	2244	123	160	112	145	102	133

Fortykket slamlager har kontinuerlig uttak over døgnet så lenge råtnetanken er i drift, så eksisterende volum på 2 x 110 m³ anses tilstrekkelig for fremtiden. Utråtnet slamlager er hver på 220 m³, hvor kun ett er i bruk og det andre reserve.

Driftes avvannerne kontinuerlig, vil dagens oppsett kunne benyttes for fremtiden, også ved 12 timers drift av avvannerne. Kun spørsmål om hvor lang aksjonstid det ønskes ved driftsforstyrrelser.

En løsning vil være å benytte dagens internslamlager som permanent reservelager for utråtnet slam og benytte det ene utråtnede slamlageret til internslam. Dette antas å gi enklere daglig drift, men krever litt raskere respons ved havari på avvanningen.



Figur 6 Forslag fremtidig løsning med omgjøring slamlagre

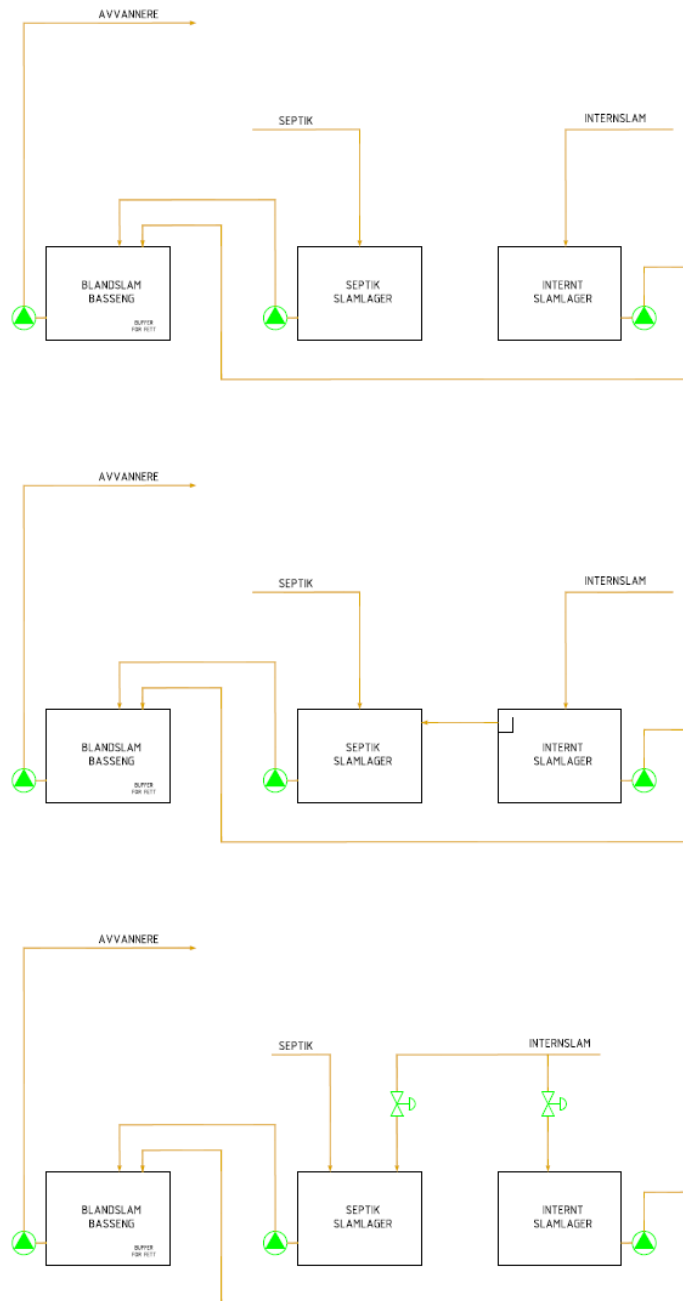


Figur 7 Illustrert benyttelse av slamlage

7 Driftsmønster og oppsett av fortykkermaskiner

7.1 Bruk av fettkum til å både lagre og blande septik og internslam

I figurene nedenfor vises ulike driftsmønster knyttet til bruk av eksisterende fettkum til lagring og/eller innblanding av septik.

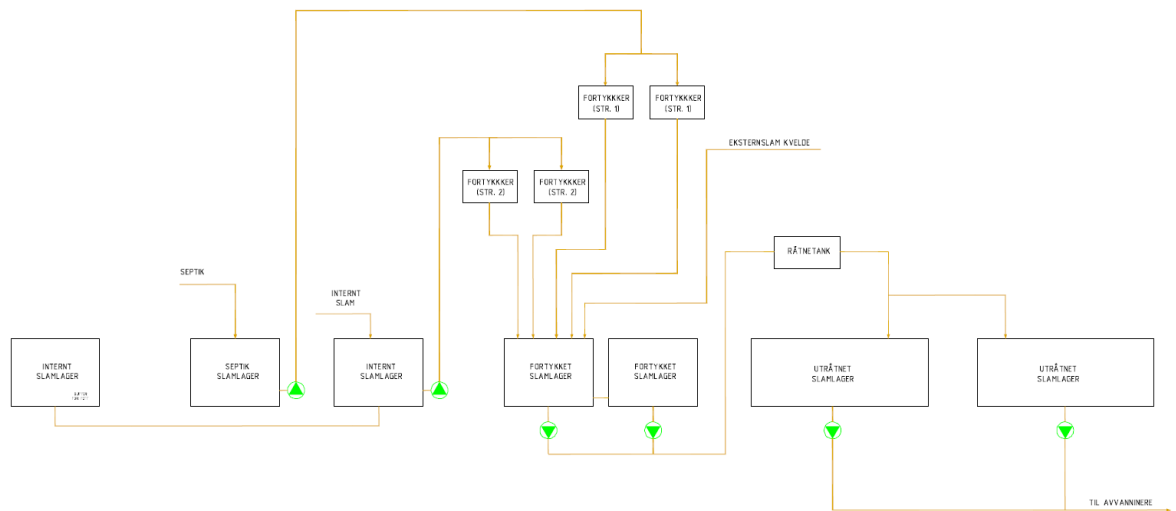


Figur 8. Forslag til løsninger for avhjelping av lagringsbehov internslam

7.2 Driftsmønster og oppsett maskiner ved videreføring av dagens internslamlagerfunksjon

Forslaget baseres på videreføring av dagens opplegg med separat avvanning av internslam og septik. Det må som et minimum anskaffes 2 maskiner av hver størrelse for å klare fremtidig belastning og samtidig sikre redundans (den ene avvanneren for septik vil være reserve og for internslam må avvanneren gå lenger enn på timer ved havari på den ene). Fettkummen tas i bruk som ekstra buffervolum for internslam.

Løsningen kan bygges ferdig ved installasjon av avvannere for M4 (ikke behov for omgjøring før maskinene har utløp levetid og må skiftes ut).

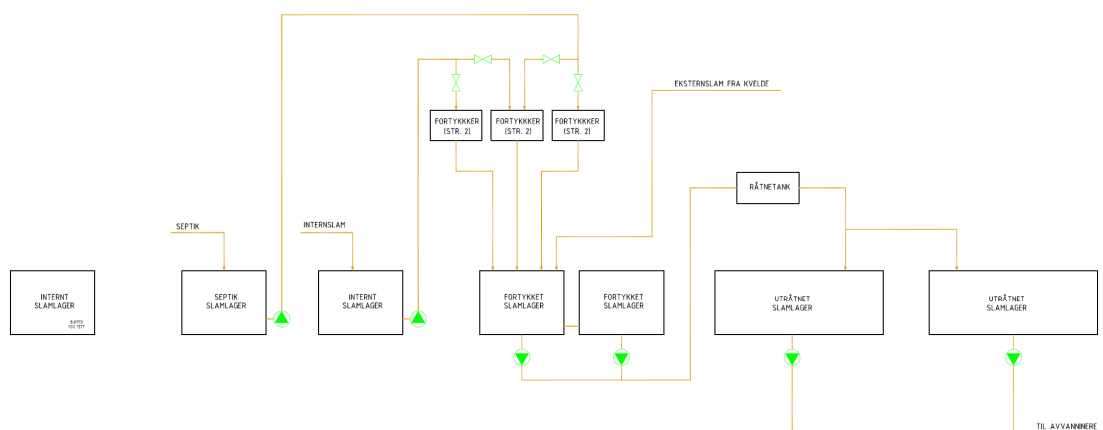


Figur 9 Driftsmønster og oppsett av fortykkermaskiner ved fortsatt bruk av eksisterende internslamlagerfunksjon

7.3 Forslag driftsmønster og oppsett maskiner for ombygd rensanlegg

I anskaffelsen for nye fortykkermaskiner, beskrives 3 like store maskiner. Maskinene driftes en for septik og to for internslam. Den ene maskinen for internslam vil være reserve for begge slamtypene, og ved unormale driftssituasjoner må avvanner for internslam gå noe lenger (etter 21:00). Septik kan driftes tilnærmet kun på dagtid (mindre sannsynlighet / behov for utkalling av driftsvakt ved problemer).

Konfigurasjonen gjør at Lillevik RA kan gjøre forsøk med å blande septik og internslam, for så å se hvordan avvannerne fungerer med ulik innblanding av septik i internslammet (kjøre en viss andel internslam over i septikbasseng for så å kjøre det over avvanner (er ikke vist i skisse)).



Figur 10 Oppsett for år 2025 til 2030. Etter 2030, som figur 6

8 Diskusjon

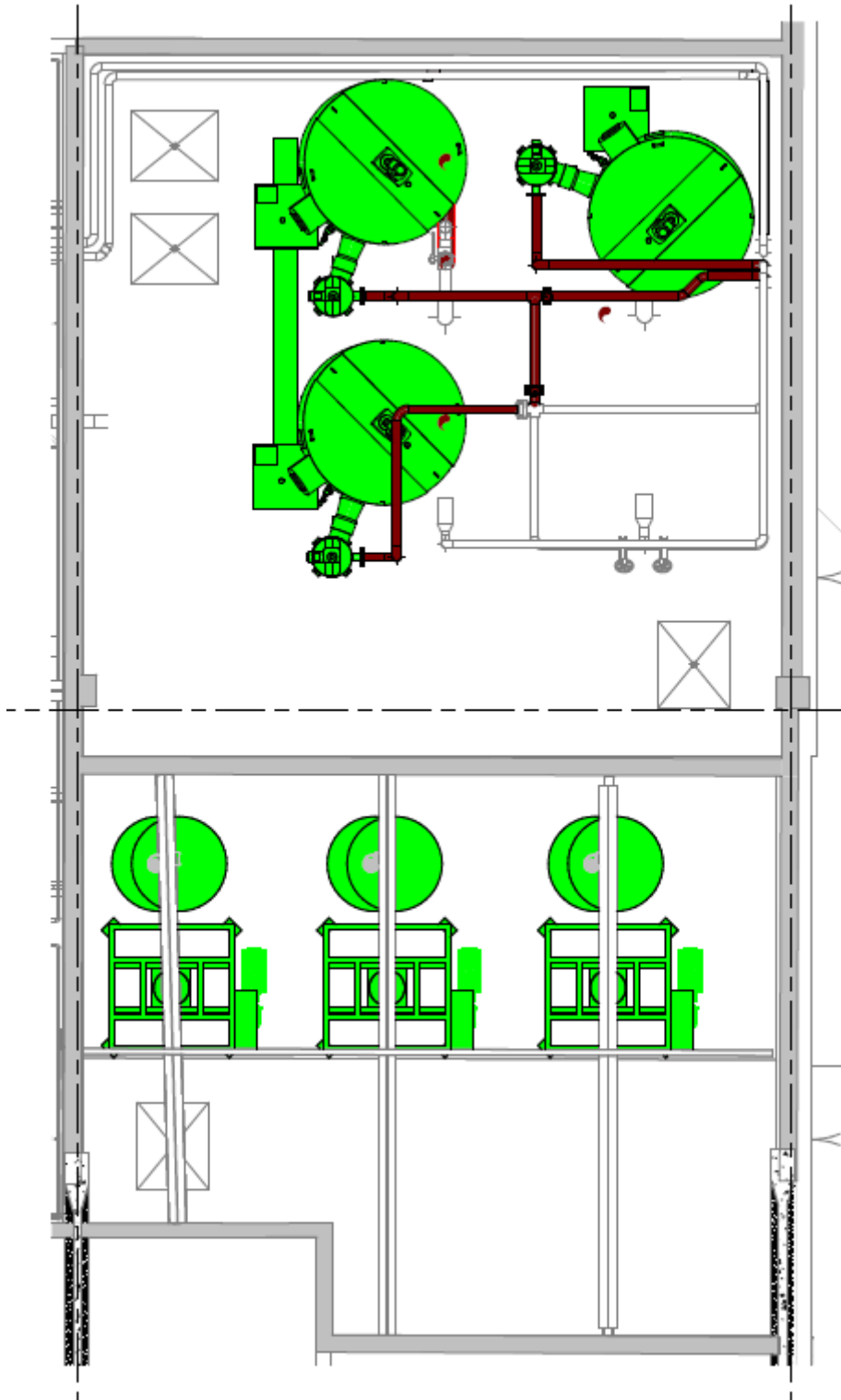
Avvikene i septik og eksternslam for mengder og tørrstoffinnhold sammenlignet mellom teoretiske beregnede verdier og stikkprøver, må diskuteres for hva som skal anses som "riktige". Dette har en innvirkning på dimensjonering av slamlager og avvannermaskiner.

Mengden internslam vil øke betydelig på Lillevik RA når anlegget har annen renseprosess. Økningen fra 2020 til 2030 vil være i underkant av 40 % $((327-239)/239 * 100)$. Slamlagrene har omrørere som må stoppe ved lavt nivå (typisk 0,5 meter over propellerblad), som medfører at resterende andel i slamlagrene ikke omrøres ved tomkjøring mens det får tilførsel av nytt internslam og kan føre til driftsforstyrrelser på maskinene. Sjikting i intern i slamlageret vil også kunne forekomme, spesielt i løsningen med fettkum som ekstralager for internslam.

Løsninger med å benytte det ene utråtnet slamlager som internslam, anses som mer fornuftig enn ulike andre løsninger for økt volum for internslam (færre enheter som må fungere samtidig i den daglige driften). Bedret kapasitet på lagervolum internslam. Antas det at 50 m³ internslam i blandebasseng og 220 m³ ved nytt internslambasseng, er dette til sammen 270 m³ som ved 12 timers dimensjonerende drift i 2045.

Anskaffelse av 3 like store Puck`er anbefales uansett teknisk løsning (må undersøkes dersom annen type fortykkermaskin vurderes).

Bilag A Oppsett med 3 like fortykkermaskiner



Figur 11 Plassering av 3 like store avvannere i dagens fortykkerrom