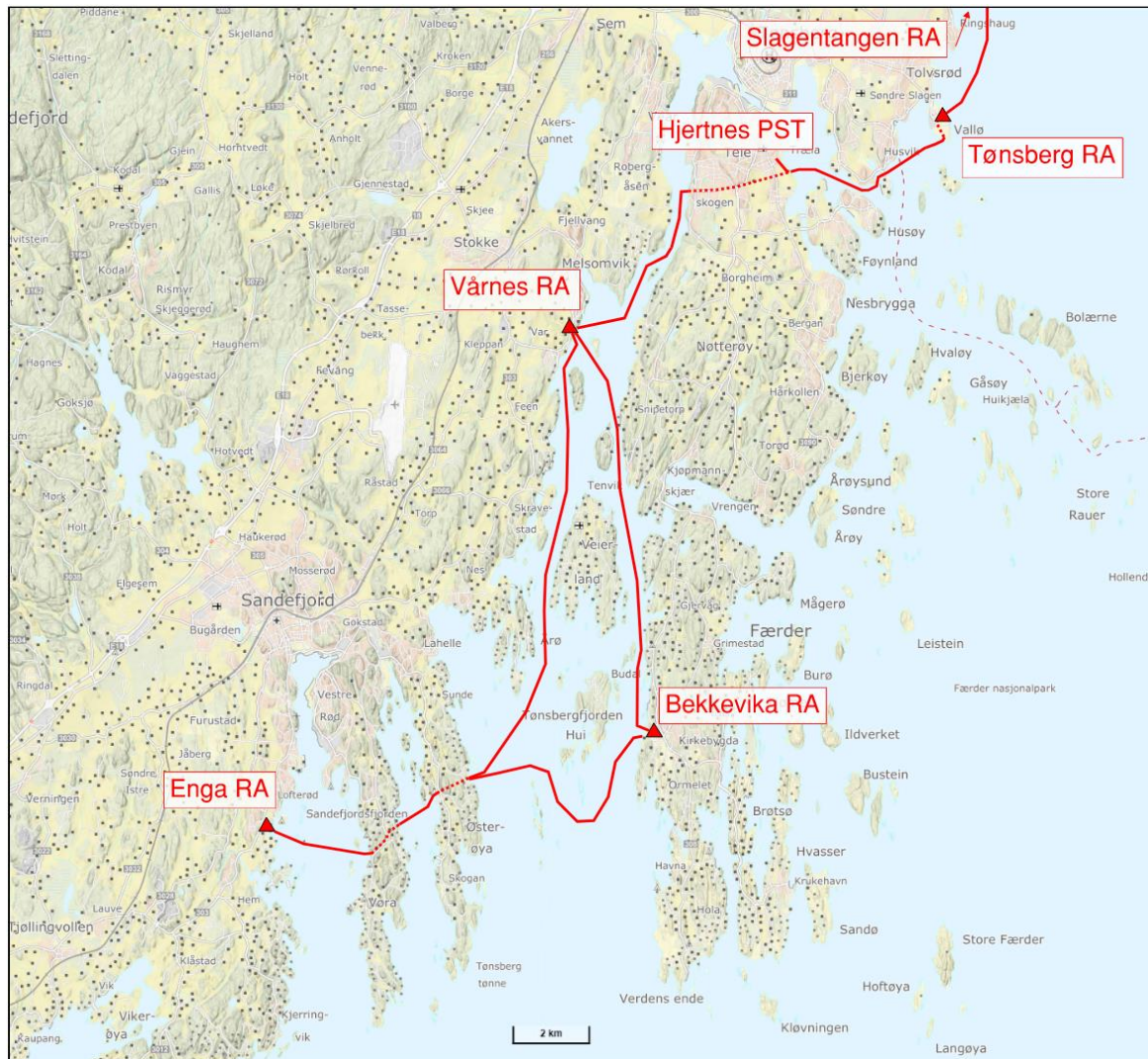




# MULIGHETSSTUDIE – NITROGENFJERNING VED ENGA RA MED MULIG OVERFØRING AV VÅRNES RA OG BEKKEVIKA RA



OPPDRAGSNR.

A133343

DOKUMENTNR.

RAP-01

VERSJON

01

UTGIVELSESDATO

21.12.2023

BESKRIVELSE

MULIGHETSSTUDIE –  
NITROGENFJERNING  
VED ENGA RA MED  
MULIG OVERFØRING AV  
VÅRNES RA OG  
BEKKEVIKA RA

UTARBEIDET

Gorm Høili Pettersen  
Henrik Arntsen  
Ida Engan

KONTROLLERT

Erik Johannessen

GODKJENT

Erik Johannessen

# INNHOOLD

<b>1</b>	<b>SAMMENDRAG .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>GRUNNLAG FOR MULIGHETSSTUDIEN .....</b>	<b>5</b>
2.1	BAKGRUNN OG BESTILLING AV MULIGHETSSTUDIEN .....	5
2.2	INNHOOLD OG OMFANG.....	6
2.3	AVGRENSNING AV ALTERNATIVER .....	6
2.4	MÅL .....	7
<b>3</b>	<b>BEHOVSANALYSE.....</b>	<b>8</b>
3.1	DIMENSJONERINGSGRUNNLAG .....	8
3.2	INTERESSENTANALYSE .....	13
<b>4</b>	<b>MÅL MED INVESTERINGER .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>KRAV OG FORUTSETNINGER.....</b>	<b>16</b>
5.1	KRAV TIL RENSING AV AVLØPSVANN OG SLAMBEHANDLING .....	16
5.2	FORUTSETNINGER .....	17
5.3	PROSESSDIMENSJONERING.....	20
<b>6</b>	<b>ALTERNATIVANALYSE.....</b>	<b>22</b>
6.1	ALTERNATIVER SOM SKAL UTREDES .....	22
6.2	ALTERNATIV 0 – SEPARAT RENSEANLEGG .....	23
6.3	ALTERNATIV 1 – REGIONALT ANLEGG SLAGENTANGEN.....	24
6.4	ALTERNATIV 3 – FELLES ANLEGG PÅ ENGA FOR VÅRNES/BEKKEVIKA .....	32
6.5	KOSTNADSBEREGNINGER.....	39
6.6	DISKUSJON OG SAMMENSTILLING FOR SANDEFJORD KOMMUNE .....	42
<b>7</b>	<b>VEDLEGG .....</b>	<b>47</b>

## 1 Sammendrag

Oslofjorden er i dårlig tilstand, og alle renseanlegg tilknyttet tettbebyggelse med mer enn 10 000 pe må belage seg på å utvide renseanlegget for å fjerne nitrogen, i tillegg til organisk stoff og fosfor. Nitrogenrensing på avløpsrenseanleggene i Vestfold vil medføre milliardinvesteringer, og det er derfor interessant å se nærmere på om det er grunnlag for å samarbeide om avløpsrensingen i regionen. Sandefjord ønsker å se på muligheter for å samle avløpet fra Bekkevika RA og Vårnes RA, og transportere dette til Enga RA. Denne mulighetsstudien (heretter benevnes «Engastudien») bygger videre på «Mulighetsstudie – Regional nitrogenrensing i nordre Vestfold» utarbeidet av COWI, datert 22.03.2023 (heretter benevnes «Slagentangenstudien»).

I Engastudien sammenlignes følgende alternativer:

- > **Alternativ 0: Alle bygger sitt eget renseanlegg (antall anlegg som i dag)**
- > **Alternativ 3A: Vårnes til Enga**  
Vårnes RA bygges om til pumpestasjon. Overføringsledning fra Vårnes til Enga. Enga bygges ut inkl. nitrogenfjerning.
- > **Alternativ 3B: Vårnes + Bekkevika til Enga**  
Vårnes og Bekkevika RA bygges om til pumpestasjoner. Overføringsledning fra Vårnes til Bekkevika, og fra Bekkevika til Enga. Enga bygges ut inkl. nitrogenfjerning.
- > **Alternativ 1D: Enga + Bekkevika + Vårnes til Slagentangen**  
Enga, Bekkevika og Vårnes bygges om til pumpestasjoner. Overføringsledning fra Enga til Vårnes, Bekkevika til Vårnes, Vårnes til Tønsberg (Vallø) inkl. Hjertnes PST, og Tønsberg (Vallø) til Slagentangen.

Hovedformålet med denne mulighetsstudien (Engastudien) er å fremskaffe nødvendig grunnlag for videre administrativ/politisk behandling i Sandefjord kommune.

Nye anlegg skal ivareta dagens nivå for rensing; sekundærrensing definert som 70/75 reduksjon av organisk stoff (hhv. BOF<sub>5</sub>/KOF), fosforreduksjon målt som 90 % gjennomsnittlig renseseffekt, og nitrogen målt som 70 % gjennomsnittlig renseseffekt.

For alle anleggsalternativer er det benyttet samme prosesskonfigurasjon, som er forbehandling (innløpsrister og sand/fettfang), forsedimentering, MBBR (BOF/N-fjerning) og sluttseparasjon i flotasjon. For alternativ 2 er det også vurdert klimagassutslipp for en alternativ prosessløsning basert på biologisk fosforfjerning.

Avløpsrenseanleggene dimensjoneres for år 2060, mens overføringsledninger dimensjoneres for år 2130. Forventet antall innbyggere tilknyttet de aktuelle renseanleggene i 2022 (nåsituasjonen), år 2060 og år 2130 vises i tabellen nedenfor.

Kommune/ renseanlegg	Antall personer tilknyttet i dag	Antall personer tilknyttet 2060	Antall personer tilknyttet 2130
Tønsberg/ Tønsberg RA	72 500 (2021)	96 500	138 200
Sandefjord/ Vårnes RA	12 900 (2018)	13 800	24 500
Sandefjord/ Enga RA	52 000 (2017)	72 000	108 300
Færder/ Bekkevika	4 500	5 900	8 300

De ulike alternativene er grovt dimensjonert, det er utarbeidet layouter og det er gjennomført kostnadsberegninger for å sammenligne og evaluere de ulike alternativene. Kostnadsberegningene er utført både som årskostnader og det er gjort nåverdiberegninger.

Tabellen under fremstiller årskostnader for tilfredsstillende nitrogenfjerning for både Enga RA og Vårnes RA (kostnadselementer kun for Sandefjord kommune). Det kommer frem av tabellen at det er mindre økonomisk gunstig for Sandefjord kommune å overføre Enga RA til Slagentangen. Hvorvidt overføring av Bekkevika RA til Enga RA er aktuelt, avhenger av flere faktorer og må besluttes i dialog med Færder kommune. Utbygging av nitrogenfjerning lokalt ved Enga RA og overføring av Vårnes RA til Slagentangen gir de laveste årskostnadene.

Kostnadselement for Sandefjord kommune	Kostnader (mill NOK)					
	0 alt. Enga + 0 alt. Vårnes	0 alt Enga + overføring Vårnes til Slagen (alt. 1B)	0 alt Enga + overføring Vårnes til Slagen (alt. 2)	3A	3B*	1D
Byggekostnader	1140	1174	1230	1320	1430	2955
Kapitalkostnader	58	59	62	67	72	149
Driftskostnader	79	71	70	72	75	72
<b>Årskostnader</b>	<b>136</b>	<b>130</b>	<b>132</b>	<b>139</b>	<b>147</b>	<b>222</b>

\*Det legges til grunn at Færder kommune betaler 150 mill i byggekostnader (som tilsvarer 0-alternativet for utbygging av Bekkevika, beregnet i Mulighetsstudien), og 3 % av driftskostnader som tilsvarer vannmengdebidraget

Det må understrekes at det er små differanser, og spesielt fordelingsnøkkel i forbindelse med overføring av Vårnes til Slagentangen vil kunne endre rangeringen i forhold til hvilket alternativ som er gunstigst for Sandefjord kommune.

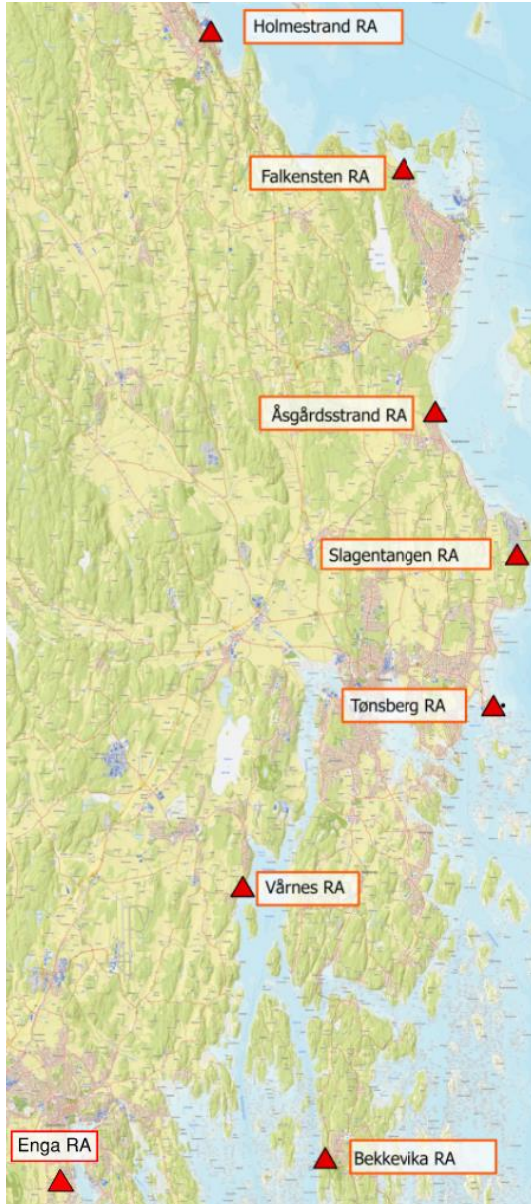
Det er fremstilt en samfunnsøkonomisk sammenligning av årskostnader for de tre renseanleggene Enga RA, Vårnes RA og Bekkevika RA. Alternativ 3B har de høyeste investeringskostnadene, men kommer best ut pga. lavest driftskostnader. I et større perspektiv er det relativt små forskjeller mellom alternativene, når det kommer til årskostnader.

Kostnadselement for samfunnsøkonomisk vurdering	Kostnader (mill NOK)		
	Sum 0 alt.	3A+ 0 alt. Bekkevika	3B
Byggekostnader	1290	1470	1580
Kapitalkostnader	65	74	80
Driftskostnader	93,6	87,2	77,1
<b>Årskostnader</b>	<b>159</b>	<b>161</b>	<b>157</b>



## 2 Grunnlag for mulighetsstudien

### 2.1 Bakgrunn og bestilling av mulighetsstudien



Ifølge en rapport utarbeidet av NIVA og Havforskningsinstituttet på oppdrag fra Miljødirektoratet<sup>1</sup> er utslipp av nitrogen fra kommunale renselanlegg en av de viktigste årsakene til den dårlige miljøtilstanden i Oslofjorden. Miljødirektoratet har signalisert at renselanlegg større enn 10 000 pe må utvides med nitrogenrensing i tillegg til sekundærrensing. I dag er det ingen av de aktuelle anleggene med utslipp til Ytre Oslofjord som har nitrogenrensing. En del av anleggene har derimot innført sekundærrensing. Innføring av nitrogenrensing innebærer meget store investeringer. Det er derfor ønskelig å se på de mulighetene som ligger i å slå sammen mindre anlegg til større fellesløsninger. Dette er utgangspunktet for denne mulighetsstudien (Engastudien).

COWI AS har allerede utarbeidet en mulighetsstudie for Tønsberg renselanlegg IKS der man så på muligheten for å bygge et stort nytt felles renselanlegg på Slagentangen. Heretter benevnes denne studien med «Slagentangenstudien». I denne så man på ulike alternativer der et eller flere av de eksisterende renselanleggene bygges om til en pumpestasjon som fører avløpsvannet videre til Slagentangen. Som en videre oppfølging har Sandefjord kommune nå engasjert COWI AS til å gjøre ytterligere vurderinger av alternative løsninger, der Sandefjord RA og Vårnes RA inngår. Heretter benevnes denne «Engastudien».

<sup>1</sup> Utredning av behovet for å redusere tilførslene av nitrogen til Ytre Oslofjord. NIVA og Havforskningsinstituttet. Rapport nr. 7723-2022.

## 2.2 Innhold og omfang

Engastudien bygger videre på Slagentangenstudien, utarbeidet av COWI AS, 22.03.2023. For lettest mulig å orientere seg og sammenligne, har vi valgt å beholde tilnærmet samme struktur.

Enkelte kapitler er ikke relevante, og disse er derfor utelatt. I Engastudien er det hovedfokus på å skaffe et best mulig beslutningsgrunnlag for hvordan nitrogenkravet skal innfris. Det er derfor lagt størst vekt på grunnlagsdokumentasjon og kostnadsberegninger.

Følgende kapitler fra Slagentangenstudien er utelatt:

- > Kap. 6.6- Øvrige forhold
- > Kap. 7- Evaluering og tidslinje for prosjektgjennomføring

## 2.3 Avgrensning av alternativer

Følgende renseanlegg inngår i denne mulighetsstudien (Engastudien):

- > Vårnes RA
- > Bekkevika RA
- > Enga RA
- > Tønsberg RA
- > Slagentangen RA

Det finnes en rekke alternative løsninger for å innfri de nye rensekravene. I Engastudien har vi valgt å konsentrere oss om et utvalg av disse. I kapittel 6 følger en mer detaljert analyse av alternativene.

I Slagentangenstudien ble utbygging på Vallø ved Tønsberg RA vurdert som en alternativ plassering til Slagentangen, for overføring av avløpsvann fra Vårnes og Bekkevika. I Engastudien er ikke Vallø vurdert som et like aktuelt plasseringsalternativ som Slagentangen og er derfor ikke evaluert på samme nivå som de øvrige alternativene, jfr kap. 6.1. En plassering på Vallø ville sannsynligvis blitt et noe rimeligere overføringsalternativ for Sandefjord kommune, men det er begrenset areal på Vallø, og dersom avløpsvann fra Enga også skulle overføres dit er det usikkert om det ville være plass. I tillegg er det gjennom arbeidet med Slagentangenstudien åpenbart mer negativt i forhold til naboer å utvide anlegget på Vallø betydelig.

## 2.4 Mål

Hovedformål med denne mulighetsstudien (Engastudien) er å fremskaffe nødvendig grunnlag for videre administrativ/politisk behandling i Sandefjord kommune.

Videre skal studien også dokumentere de ulike alternativene mht. teknologi, anleggsutforming og økonomi, samt belyse evt. Konsekvenser, og forutsetninger som må ligge til grunn for de ulike alternativene.

### 3 Behovsanalyse

#### 3.1 Dimensjoneringsgrunnlag

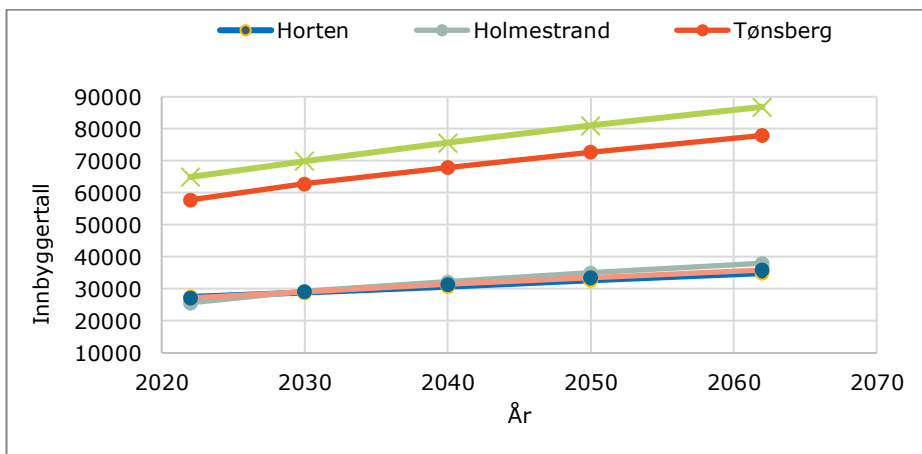
For Vårnes RA, Bekkevika RA og Tønsberg RA er det valgt å benytte samme dimensjoneringsgrunnlag som ligger til grunn for Slagentangenstudien.

For Enga RA skal det tas utgangspunkt i dimensjoneringsgrunnlaget som foreligger fra 2017 med daværende tilknytning. Hydraulisk belastning og stoffmengder skal stipuleres frem til 2060 med forventet økt tilknytning basert på SSB sine prognoser. Dette har blitt gjort for Slagentangenstudien og vil sikre best mulig sammenligningsgrunnlag.

##### 3.1.1 Tilknytning og befolkningsvekst

For Enga RA skal det tas utgangspunkt i dimensjoneringsgrunnlaget som foreligger fra 2017 med daværende tilknytning. Hydraulisk belastning og stoffmengder skal stipuleres frem til 2060 med forventet økt tilknytning basert på SSB sine prognoser.

Som grunnlag for økt belastning som følge av befolkningsveksten er SSBs anslag for høy befolkningsvekst lagt til grunn. De involverte kommunene er fremstilt i Figur 1. I 2017 var befolkningen 61 973 personer i Sandefjord kommune, og prognosen for 2060 var 85 769 personer (økning med 38 %).



Figur 1. Estimert befolkningsvekst med høy nasjonal vekst<sup>2</sup>.

Estimert tilknytning til Enga RA i 2017 var 52 000 personer. Dersom man legger til grunn samme tilknytningsvekst som befolkningsvekst fra 2017 til 2060, vil tilknytningen til anlegget være **72 000 personer i 2060**. Fra 2017 til 2060 er økningen forventet å tilsvare 99 % ved antatt befolkningsøkning, hvis man

<sup>2</sup> <https://www.ssb.no/befolkning/befolkningsframskrivinger/statistikk/regionale-befolkningsframskrivinger>



legger til grunn samme lineære vekst fra 2050 til 2130 som mellom 2040 og 2050.

Sammenstillingen av befolkningsvekst og antall personer tilknyttet de ulike renseanleggene som ble gjort i Slagentangenstudien og for Enga RA er vist i Tabell 1.

Tabell 1. Befolkningsvekst i kommunene og økning i antallet tilknyttede til de aktuelle renseanleggene.

Kommune/ renseanlegg	Kommune- befolkning 2022	Kommune- befolkning 2060	Kommune- befolkning 2130	Antall personer tilknyttet RA i dag	Antall personer tilknyttet RA i 2060	Antall personer tilknyttet RA i 2130
Tønsberg/ Tønsberg RA	57 794	76 963	110 164	72 500 (2021)	96 500	138 200
Sandefjord/ Vårnes RA	64 943	85 769	123 107	12 900 <sup>1</sup> (2018)	13 800	24 500
Sandefjord/ Enga RA	61 973 (2017)	85 769	123 107	52 000 (2017)	72 000	108 300
Færder/ Bekkevika RA	27 165	35 478	50 353	4 500 <sup>2</sup>	5 900	8 300

<sup>1</sup>Inkl. Vear-området (ikke inkl. i 2060); <sup>2</sup>Antatt tilknytning, hytter ikke inkludert

### 3.1.2 Dagens belastning

Enga sin hydrauliske belastning og stoffbelastning i 2017 er fremstilt i Tabell 2. For Tønsberg, Vårnes og Bekkevika er belastningen for 2022 hentet fra Slagentangenstudien.

Tabell 2. Dimensjonerende vann- og stoffmengder for Enga i 2017 og for Tønsberg, Vårnes og Bekkevika i 2022.

Parameter		Enhet	Enga	Tønsberg	Vårnes	Bekkevika
Vannmengde	Qmiddel	m <sup>3</sup> /t	1 310	1 499	179	90
	Qdim	m <sup>3</sup> /t	1 320	1 656	197	97
	Qmaksdim	m <sup>3</sup> /t	2 640	2 420	296	146
BOF-belastning	Middel	kg/d	2 450	5 692	1 043	216
	80-persentil	kg/d	3 500	7 208	1 446	260
KOF-belastning	Middel	kg/d	8 400	13 990	2 286	616
	80-persentil	kg/d	12 000	17 620	2 680	763
SS-belastning	Middel	kg/d	4 530	4 530	1 600	431
	80-persentil	kg/d	5 900	5 900	2 000	539
Tot-P-belastning	Middel	kg/d	75	138	25	8,6
	80-persentil	kg/d	86	86	30	10
Tot-N-belastning	Middel	kg/d	533	1 046	200	69
	80-persentil	kg/d	558	1 173	224	77

### 3.1.3 Fremtidig belastning

Dimensjonerende vann- og stoffmengder i 2060 for de enkelte anleggene (alternativ 0) er presentert i Tabell 3 nedenfor.

Stoffbelastningen fra befolkningen forventes å øke proporsjonalt med befolkningsveksten i kommunene (jf. økningen i Tabell 1). For Tønsberg og Enga forventes bidraget fra industri å være konstant frem til 2060.

Næringsmiddelindustrien kan imidlertid få utslippskrav i forbindelse med gjennomføring av IED-direktivet (BAT-AEL). Dette kan potensielt få store konsekvenser for sammensetningen av avløpet til renseanlegg som har industripåslipp. Påslippet fra industriene gir et høyt C/N-forhold, som er gunstig for nitrogenfjerning med fordenitrifikasjon. Hvis næringsmiddelindustrien fjerner en stor andel av det organiske stoffet lokalt, så vil det dermed kunne påvirke de kommunale nitrogenfjerningsanleggene negativt. Man vil fortsatt kunne klare rensekravene ved anleggene som dimensjoneres i dette notatet, men det kan bli behov for å dosere mer ekstern karbonkilde, ev. også til fordenitrifisering i tillegg til etterdenitrifisering.

For Enga RA legges det til grunn at Grans bryggeri opprettholder dagens påslipp, mot at det betales en kompensasjon til Sandefjord kommune. Det forventes at bidraget holdes relativt konstant og ikke øker proporsjonalt. Når økningen settes til null, innebærer dette i realiteten en reserve, da økt tilførsel av lett nedbrytbart organisk stoff vil være mer gunstig for nitrogenfjerningen. Fremtidig bidrag og påslipp fra Grans bryggeri må optimaliseres i en senere fase.

Ny tilknytning forutsettes å bidra med en midlere vannmengde på 350 liter per person og døgn (150 liter spillvann og industriavløp, 100 liter infiltrasjonsvann og 100 liter nedbørsavhengig innlekking per person og døgn). Fremtidig dimensjonerende vannmengde for Enga, Vårnes og Bekkevika er estimert basert på et forhold mellom  $Q_{dim}$  og  $Q_{midlere}$  på 1,1 og et forhold mellom  $Q_{maksdim}$  og  $Q_{dim}$  på 2. For Tønsberg er forholdet mellom  $Q_{dim}$  og  $Q_{midlere}$  forutsatt å være 1,1 og forholdet mellom  $Q_{maksdim}$  og  $Q_{dim}$  1,5.

Tabell 3. Estimerte dimensjonerende vann- og stoffmengder for enkelte anlegg i 2060.

Parameter	Enhet	Enga	Tønsberg	Vårnes	Bekkevika	
Vannmengde	$Q_{middel}$	m <sup>3</sup> /t	1 565	1 849	192	110
	$Q_{dim}$	m <sup>3</sup> /t	1 722	2 034	211	121
	$Q_{maksdim}$	m <sup>3</sup> /t	3 443	3 051	317	182
BOF-belastning	Middel	kg/d	3 183	6 787	1 301	282
	80-persentil	kg/d	4 548	8 595	1 803	340
KOF-belastning	Middel	kg/d	11 249	17 099	2 894	804
	80-persentil	kg/d	16 070	21 536	3 393	996
SS-belastning	Middel	kg/d	5 955	5 762	1 978	563
	80-persentil	kg/d	7 755	7 505	2 472	704
Tot-P-belastning	Middel	kg/d	103	173	33	11,2
	80-persentil	kg/d	118	108	39	13
Tot-N-belastning	Middel	kg/d	733	1 289	262	90
	80-persentil	kg/d	767	1 445	293	101

For alternativ 3A (Vårnes + Enga) og 3B (Vårnes + Bekkevika + Enga) er vann- og stoffmengdene i Tabell 3 summert for å få dimensjonerende belastning i 2060. For 1D (Vårnes + Bekkevika + Enga + Tønsberg) summeres stoffbelastningene, og forholdstallene mellom  $Q_{dim}$  og  $Q_{midlere}$  (1,1) og mellom  $Q_{maksdim}$  og  $Q_{dim}$  (1,5) for Tønsberg RA i 2060 benyttes for et felles anlegg.

Tabell 4. Estimerte dimensjonerende vann- og stoffmengder for sammenslåtte anlegg i 2060.

Parameter		Enhet	3A	3B	1D
Vannmengde	Q <sub>middel</sub>	m <sup>3</sup> /t	1 757	1 868	3 717
	Q <sub>dim</sub>	m <sup>3</sup> /t	1 933	2 055	4 088
	Q <sub>maksdim</sub>	m <sup>3</sup> /t	3 760	3 943	6 289
BOF-belastning	Middel	kg/d	4 484	4 766	11 553
	80-persentil	kg/d	6 351	6 690	15 285
KOF-belastning	Middel	kg/d	14 143	14 948	32 047
	80-persentil	kg/d	19 463	20 460	41 995
SS-belastning	Middel	kg/d	7 932	8 495	14 257
	80-persentil	kg/d	10 228	10 931	18 436
Tot-P-belastning	Middel	kg/d	135	146	320
	80-persentil	kg/d	157	170	278
Tot-N-belastning	Middel	kg/d	995	1 085	2 374
	80-persentil	kg/d	1 061	1 161	2 607

### 3.1.4 Slamproduksjon

Spesifikke tall fra Norsk Vann rapport 256-2020 er brukt for å estimere slamproduksjonen ved renseanlegg med nitrogenfjerning. Den spesifikke gjennomsnittlige slamproduksjonen antas å være 115 g TS/pe-d (40 g TS/pe-d separert ved mekanisk rensing, 55 g TS/pe-d biologisk slam, 20 g TS/pe-d tillegg for kjemisk slam). For å estimere dimensjonerende slamproduksjon er en peak-faktor på 1,3 brukt. Tabell 5 viser estimert slamproduksjon for de aktuelle alternativene.

Tabell 5. Estimert slamproduksjon i 2060 for de enkelte renseanlegg og for alternativene som vurderes i denne mulighetsstudien (Engastudien).

Renseanlegg	Antall personer tilknyttet 2060	Antall pe, inkl industri 2060	Gjennomsnittlig slamproduksjon (kg TS/d)	Dimensjonerende slamproduksjon (kg TS/d)
Vårnes	13 800	17 800	2047	2661
Bekkevika	5900	5900	679	882
Tønsberg	96 500	136 500	15 698	20 407
Enga	72 000	86 400	9 936	12 917
Alternativ 3A	85 800	104 200	11 983	15 578
Alternativ 3B	91 700	110 100	12 662	16 460
Alternativ 1D	188 200	246 600	28 360	36 867

Anleggene er foreløpig dimensjonert med lokal slambehandling i et biogassanlegg per anlegg. Det forutsettes termofil utråting. Det kan imidlertid bli aktuelt å transportere slam fra Vårnes og Bekkevika til Enga eller Tønsberg i fremtiden. Den interne belastningen fra returstrømmer vil da bli mindre for Vårnes og Bekkevika i 0-alternativet, og større for Tønsberg eller Sandefjord.

### 3.1.5 Septik

Det er foreløpig ikke tatt hensyn til septikmottak for å estimere mengden slam til slambehandlingen, eller for å beregne mengdene i returstrømmer. Slambehandlingen er foreløpig beregnet utfra spesifikke tall, som er noe konservative, og som uansett har større usikkerhet enn ± 5 %. I senere faser av

prosjektet kan slamproduksjonen beregnes mer nøyaktig, og da kan også septikmottaket inkluderes i dimensjoneringsgrunnlaget.

### 3.1.6 Returvannstrømmer

Det produseres rejektivann fra fortykking og avvanning. For å estimere rejektivannmengder antas et gjennomsnittlig TS-innhold på 1,5 % før fortykking og på 6 % etter fortykking. Det antas 50 % TS-omsetning i biogassanlegget og at slammet avvannes til 25 % TS. Tabell 6 viser rejektivannmengder fra behandling av slammengdene i Tabell 5.

Tabell 6. Estimerte rejektivannmengder for behandling av internt slam for de aktuelle alternativene.

Alternativ	Gjennomsnittlige rejektivannmengder		Dimensjonerende rejektivannmengder	
	(m <sup>3</sup> /d)		(m <sup>3</sup> /d)	
	Fortykking	Avvanning	Fortykking	Avvanning
Vårnes	102	30	133	39
Bekkevika	34	10	44	13
Tønsberg	785	230	1 020	299
Enga	497	146	646	189
Alternativ 3A	599	176	779	228
Alternativ 3B	633	186	823	241
Alternativ 1D	1418	416	1843	541

Følgende konsentrasjoner antas for returstrømmene:

- > 3 500 mg KOF/l
- > 1 200 mg BOF<sub>5</sub>/l
- > 1 500 mg SS/l
- > 30 mg Tot-P/l

For Tot-N forutsettes følgende konsentrasjoner:

- > 150 mg Tot-N/l for slamvann fra fortykking
- > 1 000 mg Tot-N/l for rejektivann fra avvanning etter anaerob stabilisering

Tabell 7 og Tabell 8 viser dimensjonerende stoffmengder i rejektivannstrømmer i 2060 som er forutsatt ved dimensjonering av renseanleggene i dette notatet.

Tabell 7. Stoffmengder i returstrømmer fra fortykking og avvanning for 0-alternativet.

Parameter		Enhet	Tønsberg	Vårnes	Bekkevika	Enga
BOF-belastning	Middel	kg/d	1 218	159	53	771
	80-persentil	kg/d	1 584	207	68	1 002
KOF-belastning	Middel	kg/d	3 553	463	154	2 249
	80-persentil	kg/d	4 619	602	200	2 924
SS-belastning	Middel	kg/d	1 523	199	66	964
	80-persentil	kg/d	1 979	258	86	1 253
Tot-p-belastning	Middel	kg/d	30	4	1	19
	80-persentil	kg/d	40	5	2	25
Tot-N-belastning	Middel	kg/d	348	45	15	220
	80-persentil	kg/d	452	59	20	286

Tabell 8. Stoffmengder i returstrømmer fra fortykking og avvanning for alternativ 3A, 3B og 1D.

Parameter		Enhet	3A	3B	1D
BOF-belastning	Middel	kg/d	930	983	2 201
	80-persentil	kg/d	1 209	1 277	2 861
KOF-belastning	Middel	kg/d	2 712	2 866	6 419
	80-persentil	kg/d	3 526	3 725	8 344
SS-belastning	Middel	kg/d	1 162	1 228	2 751
	80-persentil	kg/d	1 511	1 597	3 576
Tot-P-belastning	Middel	kg/d	23	25	55
	80-persentil	kg/d	30	32	72
Tot-N-belastning	Middel	kg/d	266	281	629
	80-persentil	kg/d	345	365	817

### 3.1.7 Temperatur

Det er lagt til grunn samme temperaturer som ble brukt i Slagentangenstudien.

- > Dim. Minimumstemperatur: 6 °C
- > Midlere temperatur: 10 °C
- > Dim. Maksimums temperatur: 16 °C

## 3.2 Interessentanalyse

Informasjon fra Slagentangenstudien er gjeldende på dette området, i tillegg er det valgt å se på lokale interesser tilknyttet plasseringsalternativer for tilbygg med nitrogenfjerning.

Det er ikke gjennomført noen interessentanalyse for Enga RA.

### 3.2.1 Tomtevalg for nitrogenfjerning

Sandefjord kommune har fått innsigelser fra statsforvalter til kommuneplanens arealdel. Det er to aktuelle tomtevalg som er aktuelle iht. plassering av nytt tilbygg for å tilfredsstillende nitrogenfjerning, alternativ 1- vest (nabojordet på andre siden av bekken) og alternativ 2- øst (øst for eksisterende anlegg der det er fritidsboliger i dag). Begge alternativer er båndlagt i kommuneplan.

Denne rapporten har ikke til hensikt å beslutte hvilket område fremtidig anlegg skal plasseres på. Det er en målsetning om at tomtevalg og reguleringsplan for nytt RA på Enga utarbeides i løpet av inneværende 4-årsperiode.

I denne rapporten legges det til grunn at tomtevalg for nitrogenfjerning blir alt. 1- vest. Dette alternativet vurderes som det mest fordelaktige mht. hydrauliske forhold mellom eksisterende og nytt anlegg.

Ved plasseringsalternativ 1- vest, kan avløpsvannet tas ut i etterkant av forsedimenteringen (før eksisterende løftestasjon) og renne med selvfall til

nitrogenfjerningsbygg. På andre siden av bekken løftes vannet, slik at det renner gjennom tilbygget og tilbake til eksisterende løftestasjon. Dette vil sikre en effektiv hydraulikk gjennom anlegget, noe som vil utnytte eksisterende anlegg på best mulig måte, se vedlegg A- situasjonsplan ved Enga. Hovedargumentet for å unngå utbygging ved alt. 1-vest er jordvern for dyrket mark.

Ved alternativ 2- Øst, vil vannet måtte løftes med en ny pumpestasjon over en vesentlig lenger avstand, dette vil medføre økte pumpekostnader og en mindre bærekraftig løsning. Det er i dag tre fritidseiendommer og en større bolig plassert tett på Enga RA. Dette er tomter med høy verdi plassert rett ved sjøen. Disse tomtene må eventuelt eksproprieres for å benytte dette området til utbygging av nitrogenfjerning.



*Figur 2. Skråfoto tatt fra sør som viser naboeiendommene til Enga RA «på fjellet» øst for anlegget (1881.no).*

Grunnforholdene «på fjellet» er trolig bedre enn på andre siden av bekken, men foreløpige resultater fra geoteknisk datarapport viser at jordet har bløte masser med relativ kort avstand til fjell i varierende dybde. Dette indikerer at grunnforholdene på andre siden av bekken er bedre enn tidligere antatt.



## 4 Mål med investeringer

Det vil komme strengere krav om rensing av avløpsvann for alle kommuner i Norge, for Sandefjord vil dette i første omgang gjelde krav til nitrogenfjerning. Dette vil medføre betydelige investeringer i renseanlegg rundt hele Oslofjorden og i større tettbebyggelser rundt om i landet for øvrig.

For å sikre at denne uunngåelige investeringen gjøres basert på klart uttrykte mål, prioriteringer og behov er det satt opp Tabell 9 som tydeliggjør hva det skal legges vekt på ved valg av alternativ. Tabellen er hentet fra Slagentangenstudien og kan anvendes til videre arbeid for Sandefjord kommune.

Tabell 9. Kvalitative mål og krav som skal tilfredsstilles i høyest mulig grad ved nytt (nye) anlegg.

Tema	Mål/krav
Anleggets ytelse	Anlegget skal være effektivt og skal håndtere fremtidige endringer i rensekrav
Forholdet til omgivelsene	Anlegget skal påvirke omgivelsene i minst mulig grad, herunder transport, lukt og støy.
Påvirkning på resipient	Det skal søkes forbedrede lokale forhold der hvor tilstanden er mindre god
Klimapåvirkning	Anlegget skal gi lavest mulig klimapåvirkning
Energi- og ressursutnyttelse	Anlegget skal bruke energieffektive løsninger, og tilrettelegge for høy grad av gjenvinning av ressurser (sirkulærøkonomi)
Kompleksitet i gjennomføring	Økt usikkerhet (økonomi og fremdrift) og risiko ved komplekse omlegginger av rør, og ombygging av renseanlegg i bynære strøk.
Virksomhetens ytelse	Et robust interkommunalt selskap med spisskompetanse for behandling av avløpsvann (attraktiv arbeidsgiver)
Innovasjonspotensiale	Det skal søkes effektive, innovative og fremtidsrettede løsninger

## 5 Krav og forutsetninger

### 5.1 Krav til rensing av avløpsvann og slambehandling

De aller fleste anleggene nevnt ovenfor har allerede utvidet anleggene som en del av føringer gitt av Miljødirektoratet i form av at man skulle tilfredsstille krav til sekundærrensing. Nitrogenfjerning er aktualisert de siste to årene, hvor Fuglevik RA (MOVAR IKS) i Østfold var det første anlegget som ligger i Ytre Oslofjord til å få dette kravet. Kravet der er satt til 70 % reduksjon av Total nitrogen (TN), målt som gjennomsnitt over året. I løpet av høsten 2022 kom forslag til nytt avløpsdirektiv i EU. Her er kravet hevet til 85 % som gjennomsnittlig reduksjon av nitrogen. Det er ikke sikkert hva som blir endelig krav og forslaget er pr. dags dato til behandling i EU. Endelig beslutning forventes i løpet av våren 2024. Deretter må det implementeres i nasjonalt regelverk. Milepæler fremsatt i forslag til nytt avløpsdirektiv, betyr at man kan forvente at krav til økt rensegrad for nitrogen skal være tilfredsstilt innen utgangen av 31.12.2035<sup>3</sup>.

Konsekvensen av forhøyet krav til nitrogenfjerning er grovt vurdert, og anleggene vil måtte øke reaktorvolumene. Siden man ikke vet nøyaktig hva kravet blir (det kan for eksempel også bli fortsatt 70 % eller 80 %), er det besluttet å kun benytte kjent krav på 70 % som grunnlag for denne mulighetsstudien (Engastudien). Det er vurdert at arealbehov uansett er ivare tatt på aktuelle lokasjoner, også om det skulle bli et krav på 85 %.

Øvrige krav til rensing som er benyttet for øvrige parametere (BOF<sub>5</sub>, KOF og Total fosfor (TP)) tilsvarer dagens minstekrav i forurensningsforskriften, dvs. 70/75 % reduksjon eller 25/125 mg/l for henholdsvis BOF<sub>5</sub> og KOF. For TP er dette 90 % i gjennomsnitt over året. Mengder som går i overløp ved renseanlegget skal inkluderes i beregningen av renseeffekter.

Utover parametere diskutert ovenfor setter forslaget til nytt avløpsdirektiv også krav til fjerning av mikroforurensninger (kvartærrensing) og suspendert stoff (SS). SS fjernes i tilstrekkelig grad i alle normale sluttseparasjonstrinn, og er dermed inkludert i de løsningene som diskuteres. Det ble i Slagentangenstudien overordnet vurdert at det skulle være plass til kvartærrensing ved alle lokasjoner som ble diskutert. Se kap. 5.2.2 for mer informasjon.

#### Felles slambehandling

Sandefjord kommune er, sammen med 13 kommuner i Grenland - Vestfold-Drammensregionen, med i et arbeid om felles slambehandling. Prosessen startet i 2022 og har resultert i en anbefaling for videre felles slambehandling for regionen. Anbefalingen inkluderer både sentraliserte løsninger og nyttiggjøring av kapasiteten på eksisterende anlegg.

---

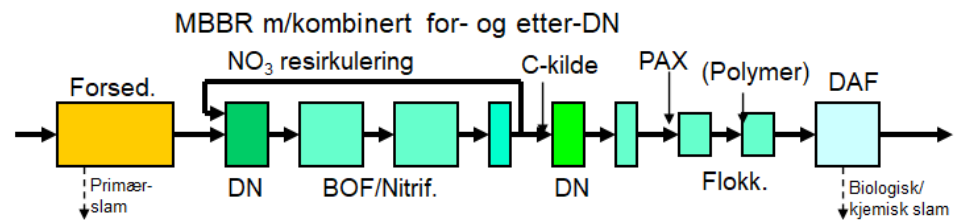
<sup>3</sup> Gjennomgang av forslag til nytt avløpsdirektiv fra EU. Norsk Vann notat des. 2022.

## 5.2 Forutsetninger

### 5.2.1 Forutsetninger renseanlegg

Vannbehandlingen i alle anlegg dimensjoneres konservativt slik at man også inkluderer kapasitet for returvannstrømmer fra slamutråtning, men kun anleggene på Enga og Slagentangen inkluderer biogassanlegg mht. arealbehov og kostnadsberegninger.

Alle anleggsalternativer forutsettes ha samme prosesskonfigurasjon, som er forbehandling (innløpsrister og sand/fettfang), forsedimentering, MBBR (BOF/N-fjerning) og sluttseparasjon i flotasjon, som vist i Figur 3 (forbehandling ikke vist).



Figur 3. Prosessløsning benyttet på alle anlegg i mulighetsstudien

Proessen består av følgende rensetrinn:

#### Forbehandling:

- > Rist
- > Sand- og fettfang

#### Primærrensing:

- > Forsedimentering

#### Biologisk rensing (MBBR):

- > Fordenitrifisering
- > BOF-fjerning
- > Nitrifisering
- > Oksygenreduksjon
- > Etterdenitrifikasjon
- > Etterlufting

#### Etterfelling og partikkelseparasjon

- > Kjemisk felling og flokkulering
- > Flotasjon

### 5.2.2 Fremtidig kvartærrensing

Tabell 10 viser mikroforurensningene som omfattes forslag til nytt avløpsdirektiv. Rensekravet er at det skal renses for minst fire av stoffene i kategori 1, og minst to av stoffene i kategori 2. Kravet til rensegrad er 80 % fjerning som gjennomsnitt av de 6 valgte stoffene. Mikroforurensningene i direktivforslaget er i hovedsak legemidler, samt to industristoffer brukt til korrosjonsbeskyttelse. Det gjøres oppmerksom på at disse stoffene ikke inngår blant miljøgiftene det pr. i dag er krav til å analysere avløpsvannet for iht. forurensningsforskriften, eller de prioriterte stoffene i vannforskriften.

Tabell 10. Mikroforurensinger omfattet av forslag til nytt avløpsdirektiv.

Stoff	Type	Inndeling
Amisulpride	Legemiddel - antipsykotika	Kategori 1
Carbamazpine	Legemiddel - anti-epileptika	
Citalopram	Legemiddel - antidepressiva	
Clarithromycin	Legemiddel - antibiotika	
Diclofenac	Legemiddel - antiinflammatorisk	
Hydrochlorothiazide	Legemiddel - vanndrivende	
Metoprolol	Legemiddel - beta-blokker	
Venlafaxine	Legemiddel - antidepressiva	
Benzotriazole	Industri - korrosjonsbeskyttelse	Kategori 2
Methylbenzotriazole*	Industri - korrosjonsbeskyttelse	
Candesartan	Legemiddel - blodtrykksmedisin	
Irbesartan	Legemiddel - blodtrykksmedisin	

\*kravet gjelder for en blanding av 4-methylbenzotriazole og 6-methylbenzotriazole

Prosesser vurdert som aktuelle for Enga RA er som følger (der hvor «membranfiltrering» er nevnt i prosesskombinasjonen er dette membranene i MBR-anlegget):

- > Ozon (integreert eller etterpolering)
- > PAK og separasjonstrinn (integreert/etterpolering)
- > Ozon og GAK (etterpolering)
- > Membranfiltrering og GAK (kombinert integreert/etterpolering)
- > Ozon og MBBR (etterpolering)

Det er per i dag for mange usikkerheter til å si noe konkret om arealbehov for de ulike prosesskombinasjonene. Dersom kvartærrensing kan sikres som en integreert prosess i hovedlinja, vil dette medføre minimalt med arealbehov. Dersom kvartærrensing må sikres som add-on er det forventet at arealbehovet kan utgjøre 250-1000 m<sup>2</sup>, avhengig av hvilken presskombinasjon som velges.

Kvartærrensing må utredes nærmere utenfor dette notatet.

### 5.2.3 Forutsetninger overføringsanlegg

Nytt ledningsnett dimensjoneres for 100 års levetid, med forventede avløpsmengder i år 2130. Pumpestasjoner er dimensjonert for 50 år levetid på konstruksjoner og 30 år levetid på pumper/maskinteknisk.

Pumpe-stasjonene må allikevel bygges for vannmengder 100 år frem i tid, for å sikre tilstrekkelig volum i sumpmagasiner og kapasitet på pumper. Overføringsledningen krever at det pumpes over en gitt tidsperiode med en gitt mengde for å sikre selvens på ledningen, samt at luftbobler og sedimenter forflytter seg fremover i ledningsnett.

Bygges pumpe-stasjonene for vannmengder i 2060 vil dette gi betydelige driftsmessige utfordringer.

For pumpe-stasjoner er det lagt til grunn stasjoner med høy kvalitet og god utforming med delte sumpvolumer, redundant oppsett med tørroppstilte pumper og mulighet for plugginnføring. Stasjonene skal ha rennemagasiner med tilstrekkelige volumer for kjøring av selvens og medriving av luft/sedimenter på ledningene.

Det er lagt til grunn kun en ledning både på land og i sjø. Ledningene som etableres skal ha en høy SDR (trykkklasse) for å motstå både indre og ytre påkjenninger. Det er valgt SDR13,6, som har trykkklasse PN10 (100 m vannsøyle) ved sikkerhetsfaktor 1.6. Trykket i ledningene ut fra pumpe-stasjonene ligger i maksimalt på 50-70 m. Dette gir også en god ekstra restkapasitet. Vannmengde inn til de ulike stasjoner kan derfor i flere tilfeller øke betydelig før trykket ut på ledningene når trykklassen.

For nye utslippsledninger fra renseanleggene er det valgt SDR17, trykkklasse PN6 ved sikkerhetsfaktor 1.6. Trykket innvendig i utslippsledningene er normalt relativt lavt, og under trykklassen. Den dimensjonerende faktor for utslippsledningen vil være de opptredende krefter i forbindelse med senking.

Ledninger i sjø senkes ned på bunn med påmonterte betonglodd, og vil ha minimal risiko for brudd. Historisk er det ekstremt få tilfeller av brudd på moderne sjøledninger som er lagt med tilstrekkelig belastning. Brudd på en sjøledning vil i hovedsak bli forårsaket av store ytre påkjenninger, som f.eks. nødankring fra større skip. Dette løses ved:

- > Å velge en trase utenom ankringssoner eller områder som har sannsynlighet for nødankring, dvs. i nærheten av kaiområder
- > Grave ned ledningen i landtak
- > Etablere sikring over ledningen i form av gabion- eller betongmadrasser

Sikringstiltakene ovenfor vil være like om det etableres en, eller to ledninger.

For å overvåke ledningen gjennom levetiden etableres det mengdemålere i hver ende av ledningen for å detektere eventuelle lekkasjer samt inspeksjoner med dykker/ROV eks. hvert 4 år. Ledningseier anbefales å ha avtale med et anleggsdykkerfirma som kan rykke ut på kort varsel hvis det oppdages mindre avvik/lekkasjer.

Et alternativ med 2 parallelle ledninger for å redusere risiko vil være svært kostnadsdrivende og anses ikke som samfunnsøkonomisk regningsvarende. To parallelle ledninger vil også være like utsatt for nødankring, som vil være hovedrisikoen knyttet til brud. Det anbefales å kun etablere en ledning for overføring.

### 5.3 Prosessdimensjonering

Anleggene er foreløpig ikke dimensjonert med separat rensing av rejektivann fra avvanning av utrånnet slam, men det kan bli aktuelt i senere faser av prosjektet.

Tabell 11 viser nøkkeltall fra grovdimensjonering av vannbehandlingsprosesser for felles anlegg på Slagentangen (alternativ 1D), samt alternativene på Enga RA (alternativ 3A, 3B og 0-alternativet). Alternativ 1D som skal plasseres på Slagentangen er dimensjonert som nytt renseanlegg, uten gjenbruk av eksisterende anlegg. Alternativene ved Enga RA tar utgangspunkt i gjenbruk av eksisterende sekundærrenseanlegg.

Forsedimentering, etterfelling, flokkulering og flotasjon er dimensjonert i henhold til Norsk Vanns dimensjoneringsveileder, rapport 256. For beregninger av nødvendig biofilmareal og reaktorvolum har vi også fulgt NV256. Det er imidlertid ikke vurdert som nødvendig å ha en oppholdstid på 18 minutter i etterluftingen (R6), som definert i NV256. For beregning av biologisk slamproduksjon og oksygenbehov er det brukt ligninger som tar hensyn til avløpsvannets sammensetning, temperaturen og slamalderen i reaktorene. Dette gir mer nøyaktige verdier for slamproduksjon og oksygenbehov enn de sjablongmessige tallene som er oppgitt i NV256.

Anleggene forberedes for å kunne utvides slik at man kan klare 85 % rensekrav for nitrogen, ved at man har lav fyllingsgrad, som senere kan økes. En fyllingsgrad på 50 % benyttes i alle reaktorer unntatt etterdenitrifiseringen, hvor bassengene fylles med 30-40 % bærere.



Tabell 11. Nøkkeltall fra grovdimensjonering av MBBR-prosesser for alternativ 3A, 3B, 1D og 0-alternativet for Enga.

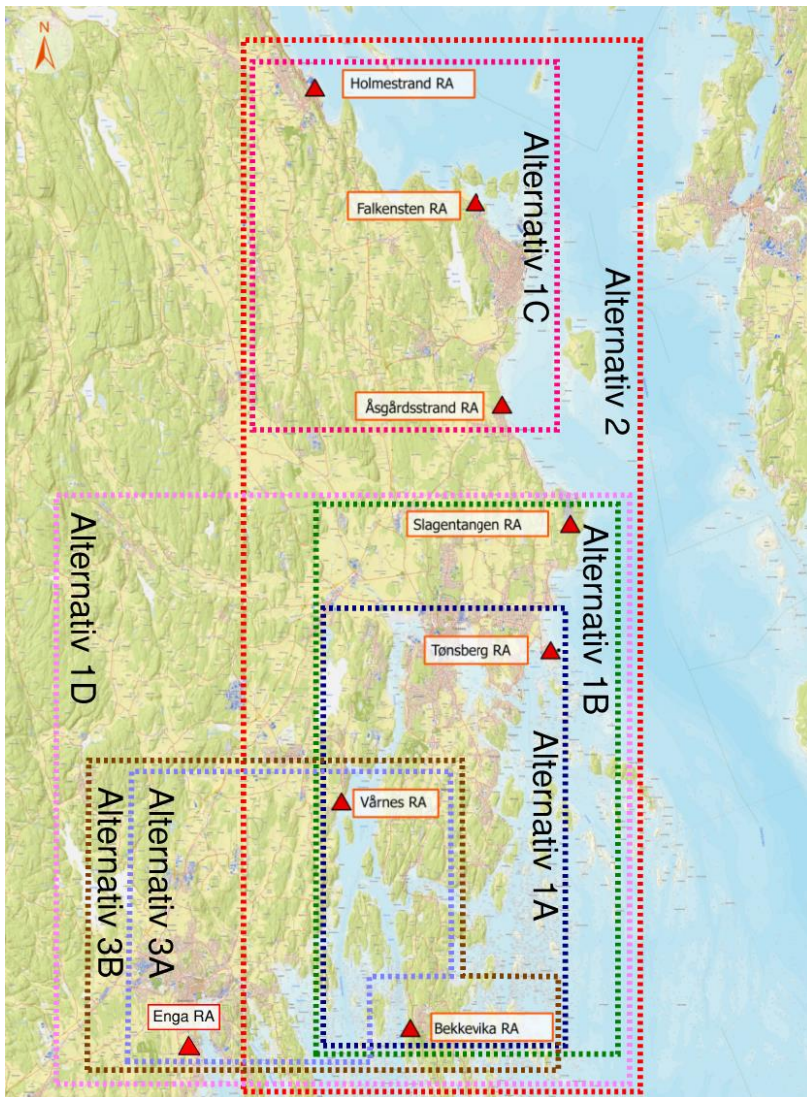
	Enhet	alt. 0 Enga	alt. 3A	alt. 3B	alt. 1D
<b>Forsedimentering:</b>					
Innpumpet vannmengde, $Q_{dim}$	m <sup>3</sup> /h	1 757	1 968	2 089	4 123
Innpumpet vannmengde, $Q_{maksdim}$	m <sup>3</sup> /h	3 478	3 795	3 977	6 324
Netto sedimenteringsareal	m <sup>2</sup> totalt	596	596	596	1 718
<b>Bioreaktorer:</b>					
Vanndyp i alle reaktorer	m	7	7	7	7
Diffusordyp	m	6	6	6	6
Biofilmbærer, BWT-X	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	650	650	650	650
R1 For-DN	m <sup>3</sup> samlet volum;	4 120	4 250	4 900	9 600
R2 BOF-reduksjon	m <sup>3</sup> samlet volum;	1 550	2 680	2 730	5 430
R3 Nitrifisering	m <sup>3</sup> samlet volum;	4 530	6 090	6 560	14 200
R4 Oksygenreduksjon	m <sup>3</sup> samlet volum;	1 200	960	1 100	1 940
R5 Etter-DN-1	m <sup>3</sup> samlet volum;	770	770	770	3 500
R6 Etter-DN-2	m <sup>3</sup> samlet volum;	770	770	770	-
R7 Etterlufting	m <sup>3</sup> samlet volum;	-	-	-	900
Antall parallelle linjer		4	4	4	8
Totalt bioreaktorvolum	m <sup>3</sup> vått volum	12 940	15 520	16 840	35 570
Mengde biofilmbærere	m <sup>2</sup> biofilmareal;	4 005 300	4 925 700	5 354 700	11 332 750
<b>Etterfelling:</b>					
Kjemikaliebehov, midlere	kg/d PAX18	2 939	3 909	4 222	8 881
Kjemikaliebehov, dimensjonerende	kg/d PAX18	3 561	4 736	5 114	10 749
Polymerdosering, midlere	kg/d	19	21	23	45
Polymerdosering, dimensjonerende	kg/d	21	24	25	49
<b>Flokkulering og partikkelseparasjon:</b>					
Eksisterende/nytt flotasjonsareal inkl. flokkulering	m <sup>2</sup> totalt;	400	400	400	890
<b>Midlere slamproduksjon:</b>					
Primærslam	kg TS/d	2 767	3 183	3 403	7 654
Biologisk slam	kg TS/d	3 386	4 840	5 105	11 040
Kjemisk slam	kg TS/d	1 587	2 111	2 280	4 796
Tappt i utløp	kg TS/d;	563	633	672	1 338
Samlet slamproduksjon	kg TS/d	7 177	9 501	10 115	22 152
<b>Dimensjonerende slamproduksjon (80-persentil):</b>					
Primærslam	kg TS/d	3 603	4 109	4 385	9 905
Biologisk slam	kg TS/d	4 984	7 099	7 500	15 661
Kjemisk slam	kg TS/d	1 923	2 557	2 761	5 804
Tappt i utløp	kg TS/d;	620	696	740	1 472
Samlet slamproduksjon	kg TS/d	9 891	13 069	13 906	29 899
<b>Energiforbruk, prosess:</b>					
Pumping inn til forsedimentering	kW midlere;	-	-	-	-
Forsedimentering	kW midlere;	8	9	9	19
Biologisk rensing	kW midlere;	478	535	568	1 123
Flokkulering	kW midlere;	4	5	6	10
Flotasjon	kW midlere;	10	11	11	22
Slampumping	kW midlere;	3	4	4	9
Samlet midlere energiforbruk	kW midlere;	502	564	599	1 183

## 6 Alternativanalyse

Dette kapitlet beskriver de tekniske løsningene, kostnadsberegninger, samt øvrige forhold som bør vurderes når sammenslåing av anlegg er under vurdering.

### 6.1 Alternativer som skal utredes

Engastudien skal diskutere ulike alternativer for avløpsrensing i regionen, som bygger videre på Slagentangenstudien.



De ulike alternativene som utredes er:

#### **Alt 0 Utbygging hver for seg:**

Ingen sammenslåing av noen anlegg. Denne mulighetsstudien (Engastudien) tar for seg utbygging av Enga.

#### **Alt 1 Det etableres 2 nye regionale anlegg (felles utbygging på Falkensten og Tønsberg/Slagentangen). Denne mulighetsstudien (Engastudien) tar for seg alternativ 1D:**

1D - Utbygging på Slagentangen. Dette omfatter ett felles anlegg for renseanleggene Tønsberg, Vårnes, Bekkevika og Enga.

#### **Alt 3 Felles utbygging på Enga:**

3A - Utbygging på Enga, ombygging av Vårnes RA til pumpestasjon og overføringsledning fra Vårnes til Enga. Dette omfatter ett felles anlegg for Vårnes og Enga.

3B - Utbygging på Enga, ombygging av Vårnes RA og Bekkevika RA til pumpestasjon, overføringsledning fra Vårnes og Bekkevika til Enga. Dette omfatter ett felles anlegg for Vårnes, Bekkevika og Enga.

Figur 4 – Oversikt over de ulike alternativene (alternativ 0 er ikke vist da dette er utbygging av hvert enkelt anlegg)

## 6.2 Alternativ 0 – Separat renseanlegg

Som beskrevet ovenfor er 0-alternativet at ingen anlegg slås sammen, og alle anlegg må bygges ut for nitrogenfjerning hver for seg. I Slagentangenstudien er det ikke sett på utbygging av Enga RA. Dermed er det kun løsning og utforming for Enga som gjennomgås nedenfor.

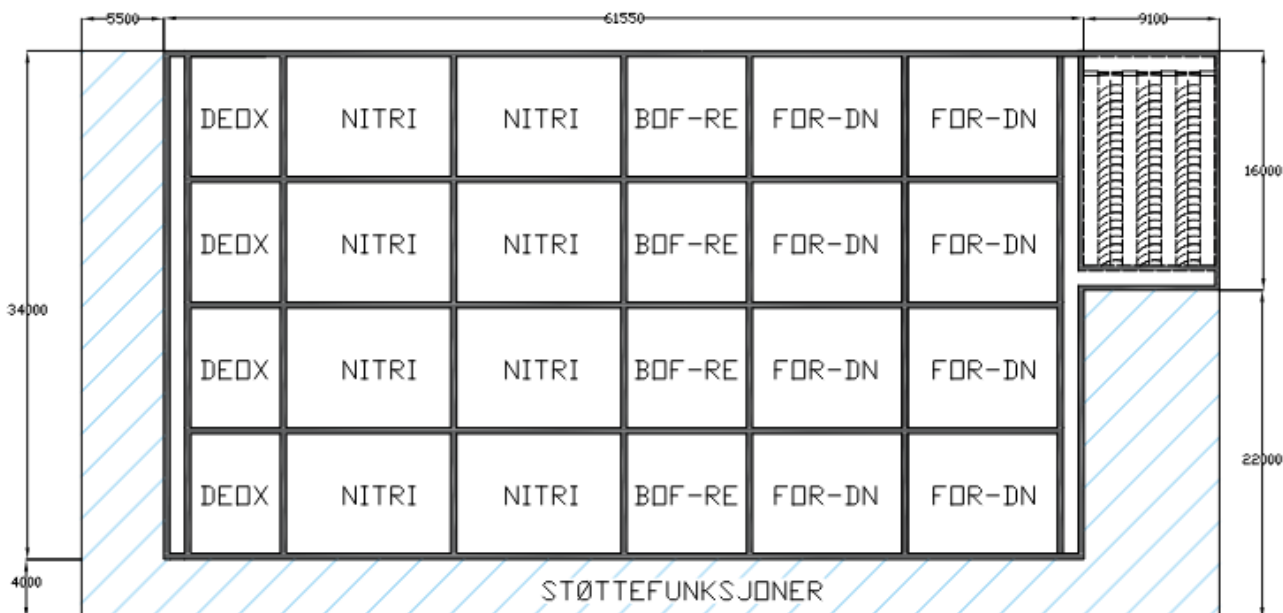
### 6.2.1 Alternativ 0- Enga RA

Ved Enga RA benyttes eksisterende forsedimentering. Veiledende hydraulisk belastning overskrides noe i dimensjonerende år 2060, dette er hensyntatt ved å redusere den partikulære fjerningsgraden i primærrensingen før biotrinnet.

Som nevnt i kap. 3.2 vil vannet kunne renne med selvfall fra forsedimentering til ny løftestasjon i tilbygg på andre siden av bekken. Etter vannet er løftet renner vannet gjennom tilbygget og tilbake til eksisterende løftestasjon (se vedlegg A-situasjonsplan Enga-alternativene).

Etterdenitrifiseringen plasseres i eksisterende MBBR-reaktorer. Det er behov for hele det eksisterende reaktorvolumet ( $770 \text{ m}^3 \times 2$ ) til etterdenitrifisering. Det ville blitt svært fordyrende med denitrifisering delvis på andre siden av bekken og delvis i eksisterende anlegg. For 0-alternativet vil det være tilstrekkelig med metanoldosering i dimensjonerende år for å oppnå tilfredsstillende denitrifisering i etter-DN.

Etterlufting (R7) utgår fra alternativ utvidelse med nitrogenfjerning ved Enga, dette er uproblematisk da flotasjon inngår som sluttseparasjon. Flotasjon har god nok hydraulisk kapasitet i dimensjonerende år.



Figur 5. Tilbygg med nitrogenfjerning for 0-alternativet ved Enga RA.

Tilbygg med nitrogenfjerning for 0-alternativet ved Enga vil tilsvare ca.  $76 \times 38 \text{ meter} = 2\,890 \text{ m}^2$ . Tilbygget er plassert ca. 10 meter fra bekken og ca. 10 meter fra eksisterende veg mot nord, se vedlegg A.

### 6.2.2 Overføringsanlegg – Enga RA

For dette alternativet inngår ikke noe overføringsanlegg mellom anleggene som er med i studien. Det er allikevel medtatt kostnader for internt overføringsanlegg mellom eksisterende anlegg og tilbygg med nitrogenfjerning.

## 6.3 Alternativ 1 – Regionalt anlegg Slagentangen

Alternativ 1D bygger videre på alternativ 1B (Vårnes RA + Bekkevika RA + Tønsberg RA til felles anlegg på Slagentangen) fra Slagentangenstudien. I dette alternativet vil Enga RA, Bekkevika RA, Vårnes RA og Tønsberg RA bygges om til pumpestasjoner og overføres til Slagentangen.

### 6.3.1 Alternativ 1D – Felles anlegg på Slagentangen inkl. Enga RA

Alternativ 1D er anlegget som samler avløpsvannet fra Færder, Sandefjord og Tønsberg for rensing i felles anlegg plassert på Slagentangen.

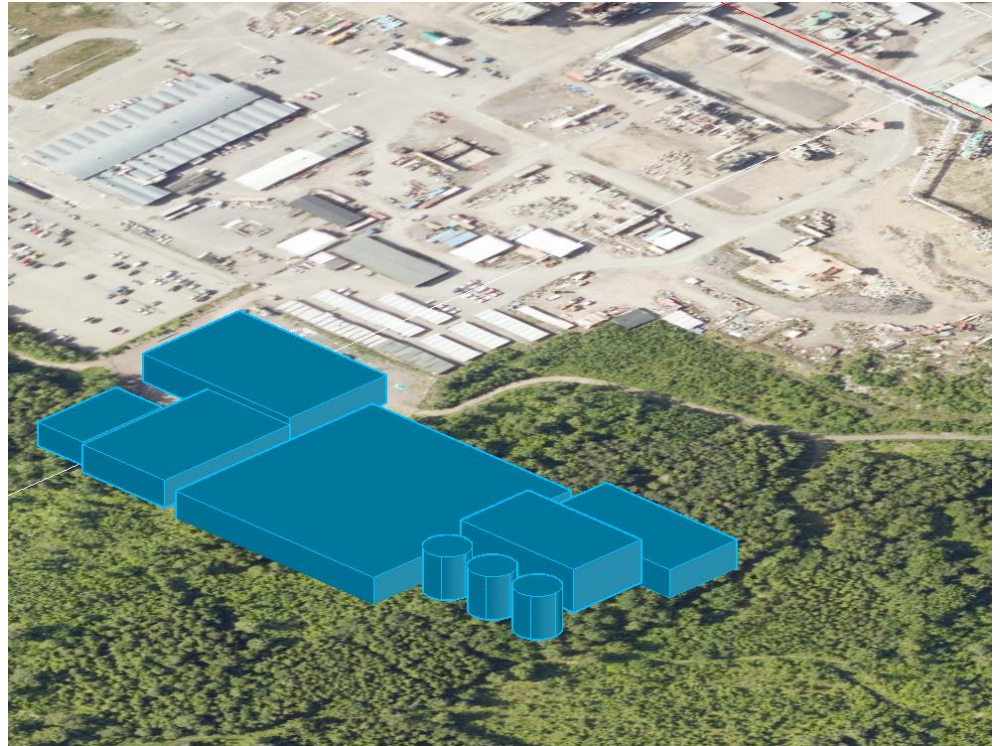
Nytt anlegg på Slagentangen vil i likhet med alternativ 1B (fra Slagentangenstudien) også inkludere ny administrasjonsdel og nye flotasjonsbassenger. En grov layout for dette alternativet er vist i Figur 6 til Figur 8 nedenfor. Nye bygninger i blått.

Samlet arealbehov for alternativ 1D er ca. 16 500 m<sup>2</sup>.



Figur 6. Planskisse for utbygging av alternativ 1D på Slagentangen.





Figur 7. Perspektivskisse av alternativ 1D – sett fra sør-øst.



Figur 8. Perspektivskisse av alternativ 1D – sett fra nord-vest.

### 6.3.2 Overføringsanlegg – alt. 1D

Overføringsanlegget består av 7 sjøtraseer, 4 landtraseer og 4 nye pumpestasjoner.

#### *Ombygging Enga RA til pumpestasjon og overføringsledning fra Enga til Vårnes*

- > Ved Enga RA bygges det en pumpestasjon med kapasitet 1422 l/s. Stasjonen vil ha en nødvendig løftehøyde på pumper ved maks vannmengde på 57 m.
- > Overføringsledning, dimensjon Ø1200 PE SDR 13,6, fra Enga til Vårnes etableres i hovedsak i sjø med noen landanlegg. Sjøledning som kryssing Sandefjordsfjorden, Mefjorden (mellom Vesterøya og Østerøya) og opp Tønsbergfjorden, og landanlegg som krysser over Vesterøya og Østerøya. Totalt ca. 16,85 km sjøledning og 2,75 km landleddning.

Et alternativ med overføringsledning fra Enga til Bekkevika, og Bekkevika til Vårnes er ikke vurdert, ettersom det vil kreve en stor pumpestasjon på Enga, Bekkevika og Vårnes som følge av store mengder fra Enga. Det er vurdert enklere å etablere en egen mindre overføringsledning fra Bekkevika til Vårnes.

En løsning med å delvis benytte eksisterende ledningsnett gjennom Sandefjord sentrum vurderes som meget komplisert og kostnadsdrivende, og er dermed ikke tatt med i vurderingen.

#### *Ombygging av Bekkevika RA til pumpestasjon og overføringsledning fra Bekkevika til Vårnes*

- > Ved Bekkevika renseanlegg bygges det en pumpestasjon med kapasitet 162 l/s. Stasjonen vil ha en nødvendig løftehøyde på pumper ved maks vannmengde på 70 m.
- > Overføringsledning, dimensjon Ø450 PE SDR 13,6, fra Bekkevika til Vårnes etableres i all hovedsak i sjø med lengde 11 km, og land lengde 0,2 km. Det vil være synergier for bla. Veierland og andre nærliggende områder til å pumpe rett innpå ledningen. Dette vil kunne bedre situasjonen på et presset lokalt spillvannnett i området.

#### *Ombygging av Vårnes RA til pumpestasjon og overføringsledning fra Vårnes til Vallø*

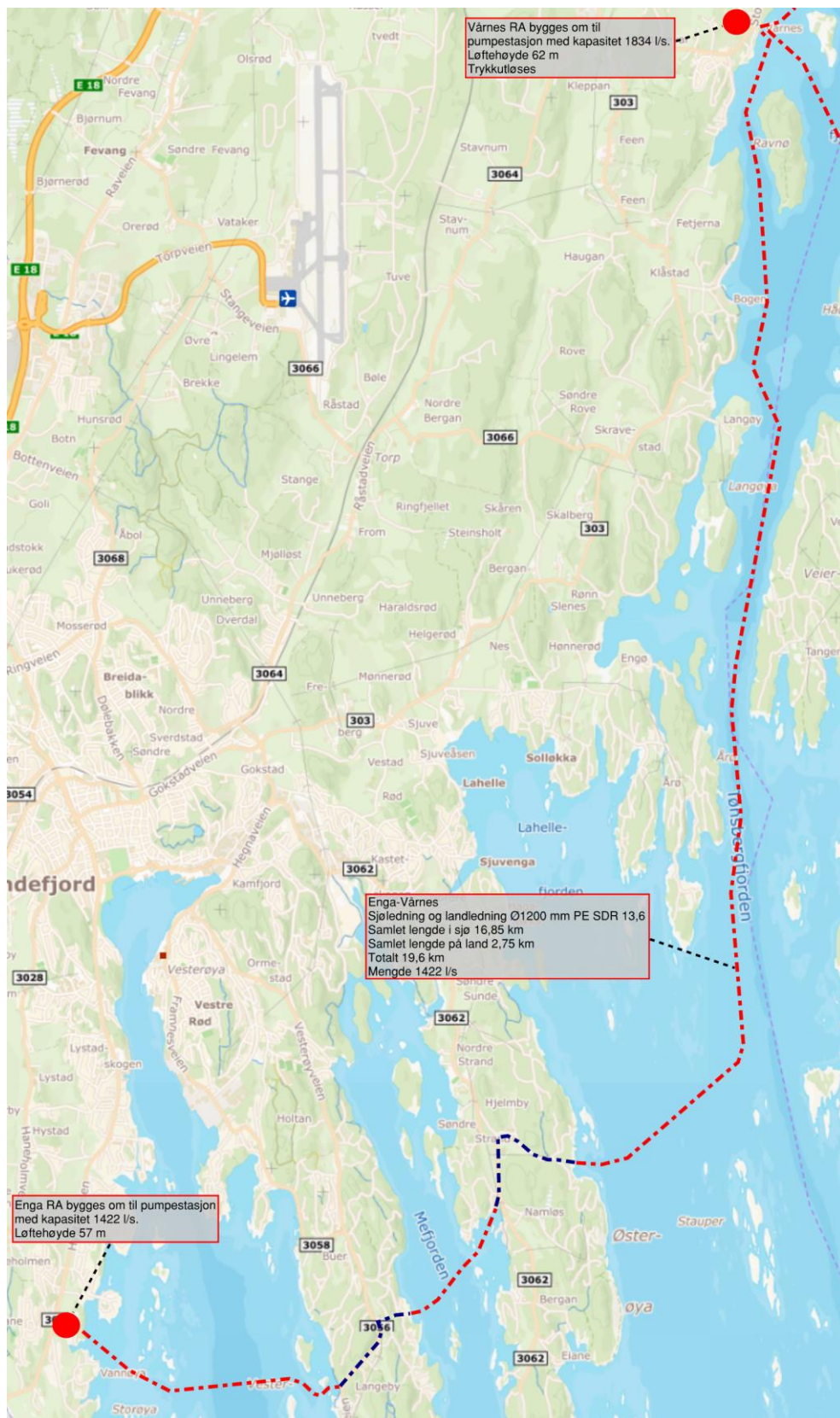
- > Ved Vårnes renseanlegg bygges det en pumpestasjon med kapasitet 1834 l/s. Stasjonen vil ha en nødvendig løftehøyde på pumper ved maks vannmengde på 62 m. Innkommende mengde fra Bekkevika og Enga trykkutløses på Vårnes.
- > Overføringsledning, dimensjon Ø1200 PE SDR 13,6, fra Vårnes til Tørkopp på Nøtterøy i sjø med lengde 5,4 km. Ved Tørkopp etableres landleddning over Nøtterøy på 2,7 km med samme dimensjon og frem til Hjertnes pumpestasjon.



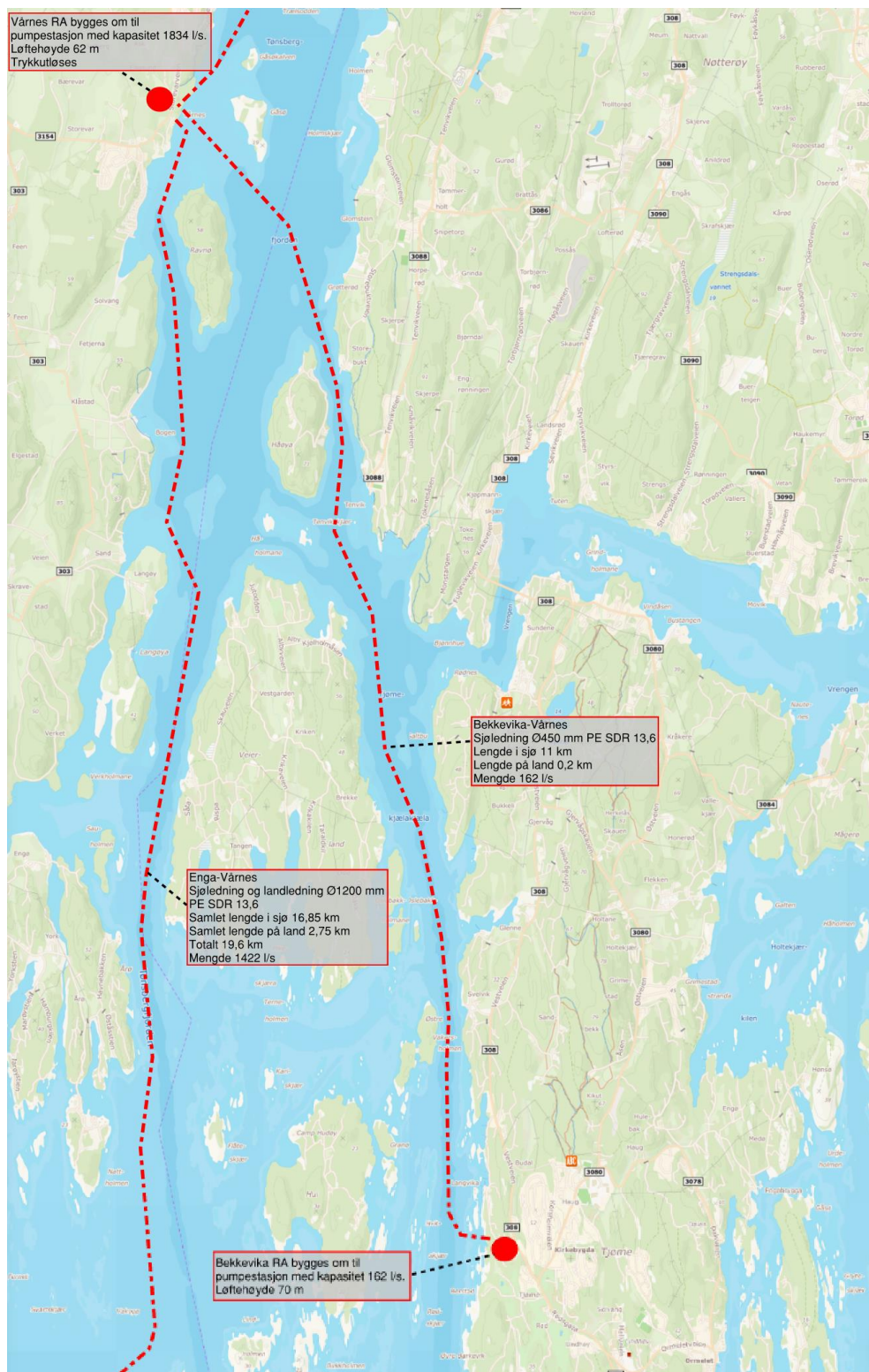
- > Eksisterende Hjertnes pumpestasjon bygges om til å kunne pumpe direkte innpå ledningen. Dette vil redusere vannmengden til eksisterende overføringsledning mot Tønsberg renseanlegg med 200 l/s og gi bedre kapasitet i eksisterende ledningsnett.
- > Fra Hjertnes legges overføringsledning, dimensjon Ø1200 PE SDR 13,6 frem til Vallø med lengde 4,6 km i sjø og 0,8 km på land. Hjertnes pumpestasjon og Vårnes pumpestasjon må samkjøres ved selvrensedrift på ledningen.

*Ombygging av Tønsberg RA til pumpestasjon og overføringsledning fra Vallø til Slagentangen*

- > Ved dagens Tønsberg renseanlegg bygges det en ny pumpestasjon som pumper avløpet fra hele Tønsberg, inkl. ledning fra Enga/Bekkevika/Vårnes/Hjertnes frem til Slagentangen. Pumpestasjon må ha en kapasitet 3209 l/s mot en løftehøyde på 62 m.
- > Overføringsledning, dimensjon Ø1400 PE SDR 13,6, fra Vallø til Slagentangen RA med en lengde på 5,5 km i sjø og 0,5 km på land.
- > Utløpsledning, dimensjon Ø1200 PE SDR 17, fra Slagentangen RA og ut i Oslofjorden (50 m dybde), med lengde 0,5 km på land og 0,4 km i sjø. Antatt nødvendig med 2 stk Ø1200 utslippsledninger.

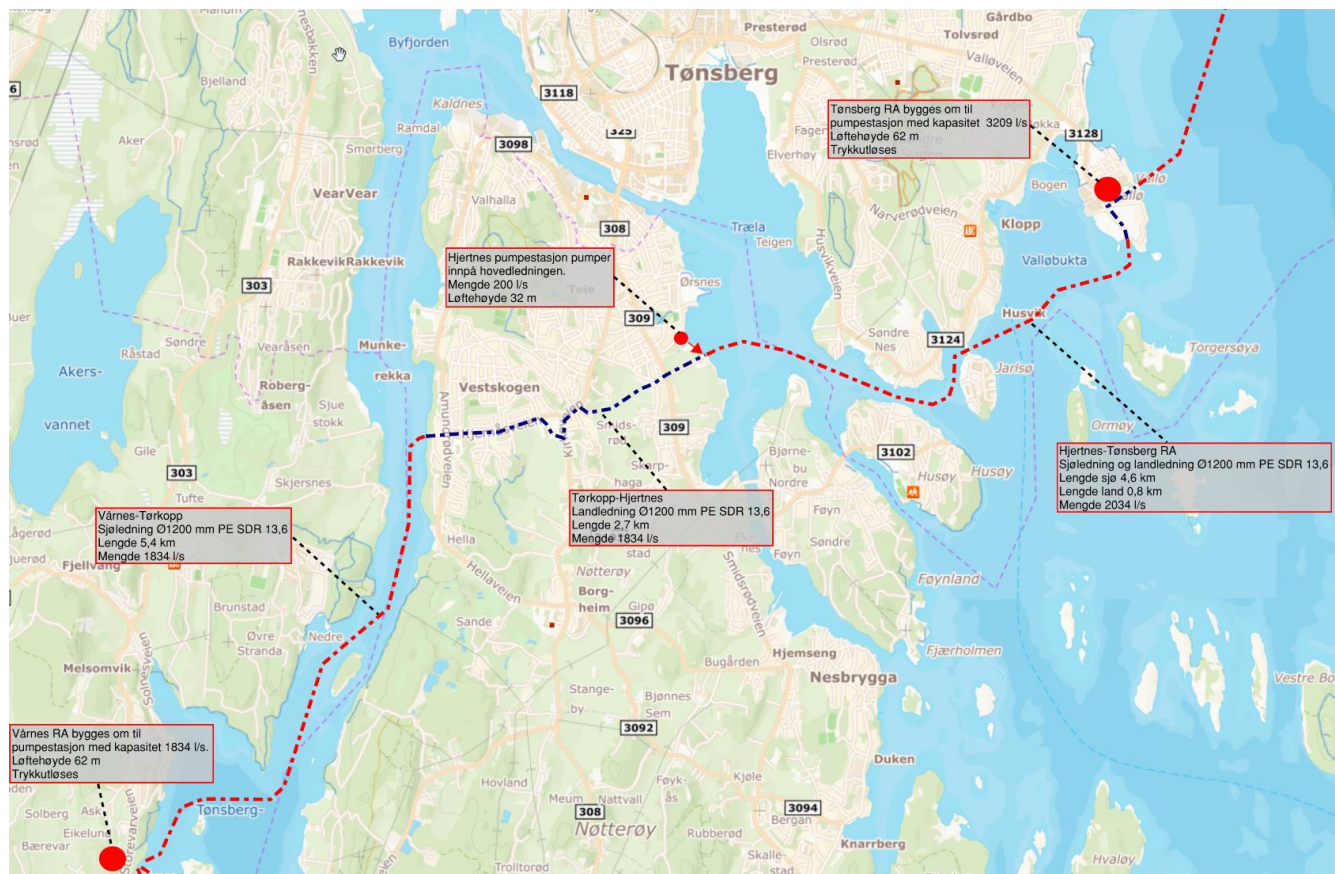


Figur 9 - Alt. 1D - Overføringsanlegg mellom Enga og Vårnes

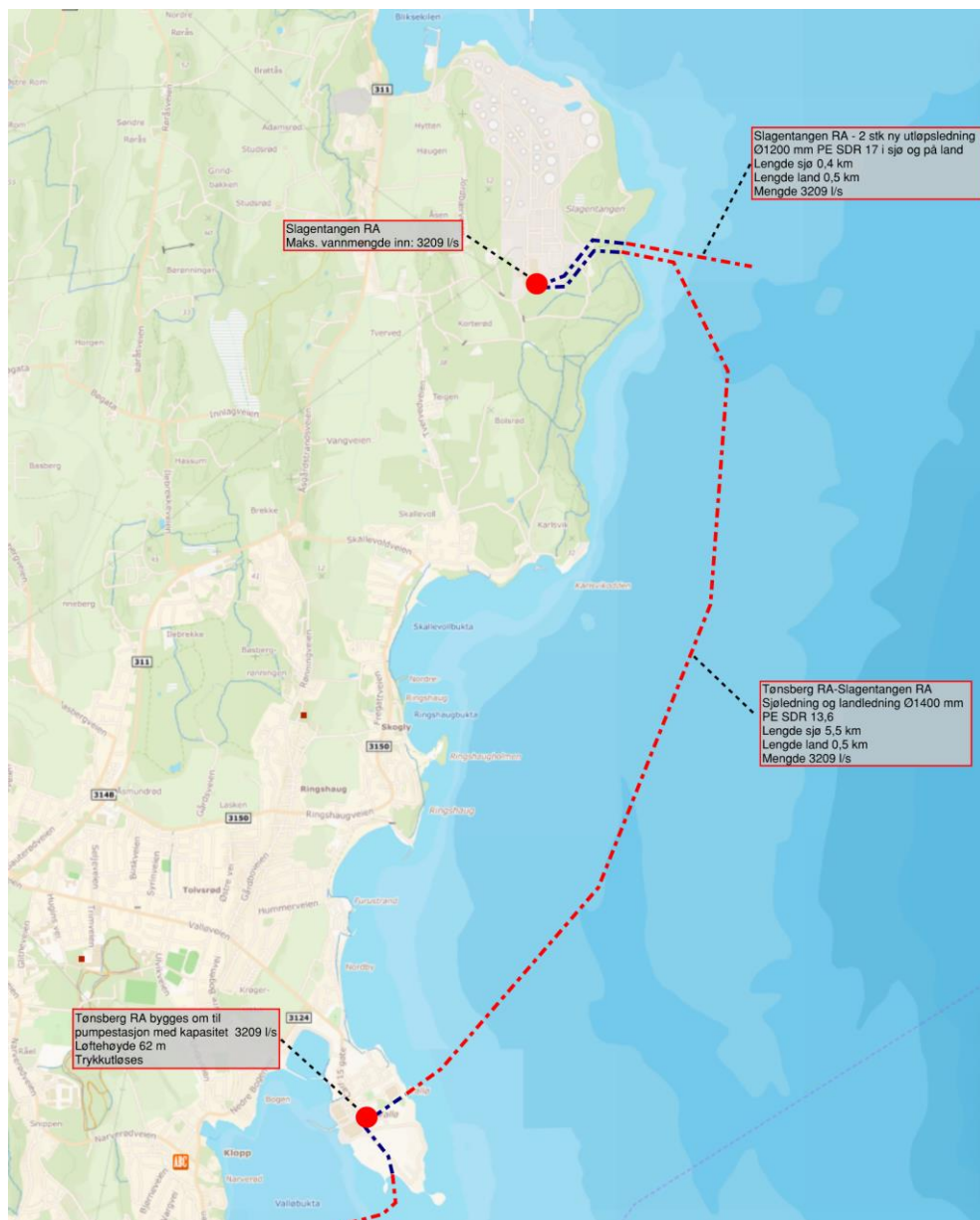


Figur 10 - Alt. 1D - Overføringsanlegg mellom Bekkevika og Vårnes





Figur 11 – Alt. 1D - Overføringsanlegg mellom Vårnes og Tønsberg



Figur 12 – Alt. 1D - Overføringsanlegg mellom Tønsberg og Slagentangen

## 6.4 Alternativ 3 – Felles anlegg på Enga for Vårnes/Bekkevika

### 6.4.1 Alternativ 3A – Utbygging på Enga, overføringsledning fra Vårnes til Enga

#### 6.4.1.1 RENSEANLEGG – ALT. 3A

Alternativ 3A samler avløpsvannet fra Vårnes RA og fører dette til felles renseanlegg på Enga. Vårnes RA bygges om til pumpestasjon. Mer om pumping og overføringsanlegg i kap. 6.4.1.2.

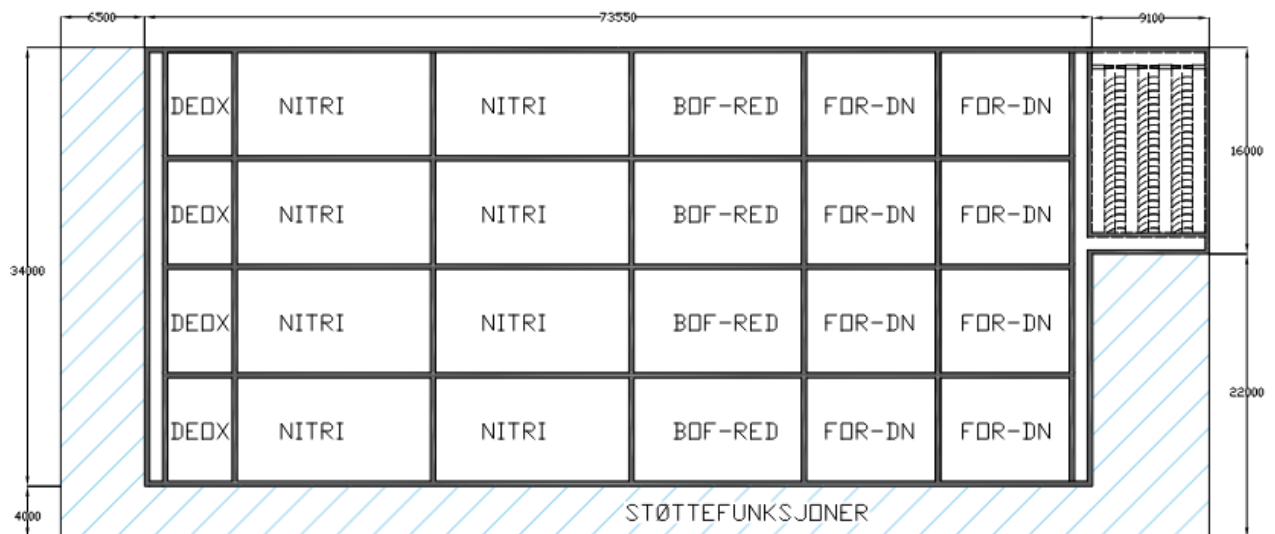
Som nevnt tidligere vil den veiledende hydrauliske belastningen på eksisterende forsedimentering overskrides noe i dimensjonerende år, dette er hensyntatt ved å redusere den partikulære fjerningsgraden i primærrensingen før biotrinnet.

Den hydrauliske flyten mellom eksisterende anlegg og tilbygg med nitrogenfjerning vil være lik som for 0-alternativet (se vedlegg A- situasjonsplan Enga-alternativene).

Etterdenitrifiseringen plasseres i eksisterende MBBR-reaktorer. Det er behov for hele eksisterende reaktorvolum ( $770 \text{ m}^3 \times 2$ ) til etterdenitrifisering. En konsekvens av å overføre Vårnes til Enga i alternativ 3A, er at karbonkilde må endres til etanol for å oppnå høyere denitrifiseringshastighet i dimensjonerende år. Beregninger viser at etterdenitrifiseringen blir for liten med bruk av metanol i dimensjonerende år, det vil allikevel kunne benyttes metanol i mange år, før karbonkilde må endres til etanol. Sandefjord kommune har i tillegg informert om at glykol fra Torp flyplass kan delvis anvendes som karbonkilde gjennom deler av året. Glykol har gir samme reaksjonshastighet som metanol og vil ikke kunne erstatte etanol som karbonkilde, bruken av glykol vil uansett virke positivt i en kost/nytte-vurdering.

Etterlufting (R7) utgår også fra alternativ 3A, dette er uproblematisk da flotasjon inngår som sluttseperasjon. Eksisterende flotasjon kunne med fordel vært noe større, men har god nok hydraulisk kapasitet i dimensjonerende år.





Figur 13. Tilbygg med nitrogenfjerning for 3A-alternativet ved Enga RA.

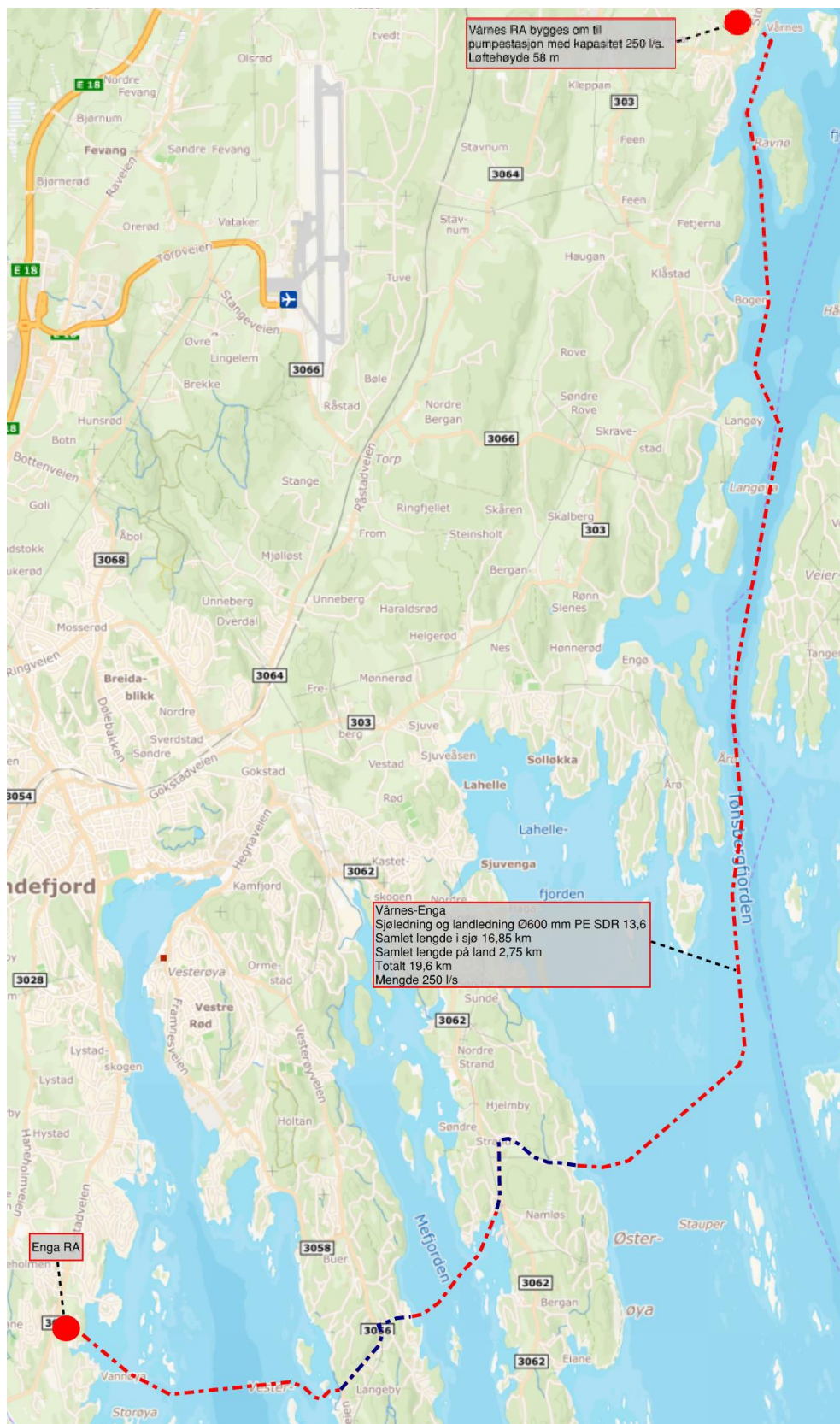
Tilbygg med nitrogenfjerning for 0-alternativet ved Enga vil tilsvare ca. 89 x 38 meter = 3 380 m<sup>2</sup>. Tilbygget er like bredt som 0-alternativet og plasseres med samme avstand til eksisterende vei og bekken, se vedlegg A. Det er ca. 20 meter til nærmeste nabo mot vest.

#### 6.4.1.2 OVERFØRINGSANLEGG – ALT. 3A

Overføringsanlegget består av 3 sjøtraseer, 2 landtraseer og 1 ny pumpestasjon.

*Ombygging Vårnes RA til pumpestasjon og overføringsledning fra Vårnes til Enga*

- > Ved Vårnes RA bygges det en pumpestasjon med kapasitet 250 l/s. Stasjonen vil ha en nødvendig løftehøyde på pumper ved maks vannmengde på 58 m.
- > Overføringsledning, dimensjon Ø600 PE SDR 13,6, fra Vårnes til Enga etableres i hovedsak i sjø med noen landanlegg. Sjøledning som kryssing Sandefjordsfjorden, Mefjorden (mellom Vesterøya og Østerøya) og opp Tønsbergfjorden, og landanlegg som krysser over Vesterøya og Østerøya. Totalt ca. 16,85 km sjøledning og 2,75 km landledning. En løsning med å delvis benytte eksisterende ledningsnett gjennom Sandefjord sentrum vurderes som meget komplisert og kostnadsdrivende, og er dermed ikke tatt med i vurderingen.



Figur 14 – Alt. 3A - Overføringsanlegg mellom Vårnes og Enga

## 6.4.2 Alternativ 3B – Utbygging på Enga, overføringsledning fra Vårnes og Bekkevika til Enga

### 6.4.2.1 RENSEANLEGG – ALT. 3B

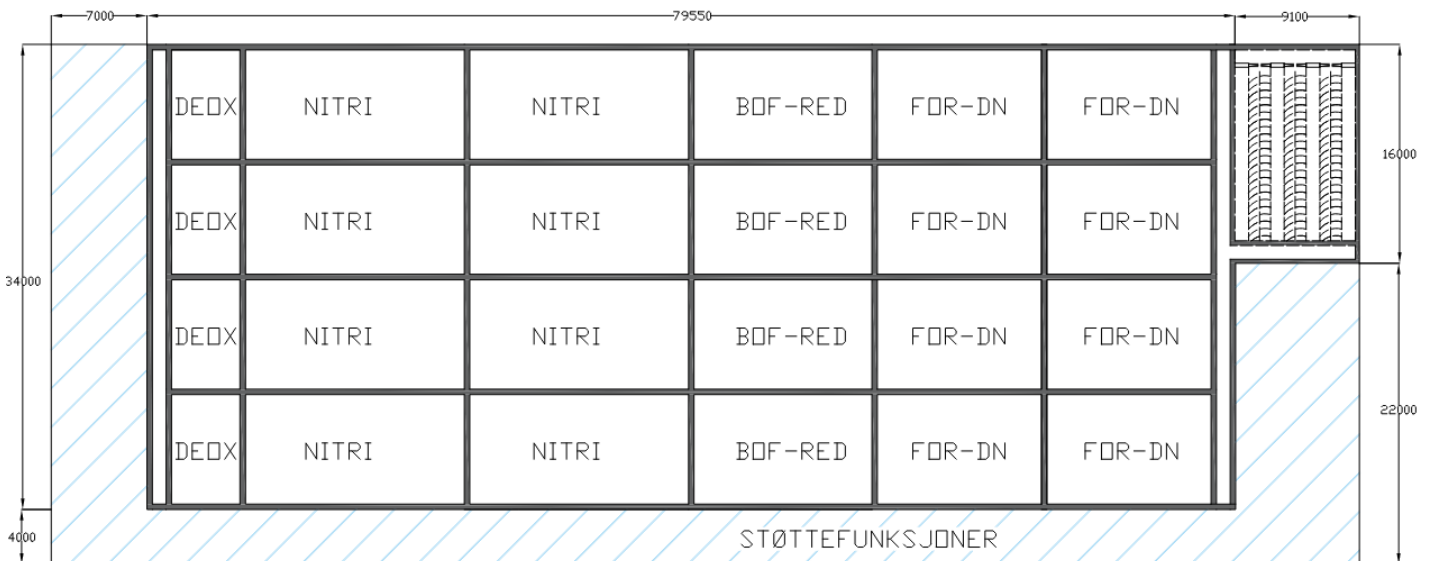
Alternativ 3B samler avløpsvannet fra Vårnes RA og Bekkevika RA og fører dette til felles renseanlegg på Enga. Vårnes RA og Bekkevika RA bygges om til pumpestasjoner. Mer om pumping og overføringsanlegg i kap. 6.4.1.2.

Som nevnt tidligere vil den veiledende hydrauliske belastningen på eksisterende forsedimentering overskrides noe i dimensjonerende år, dette er hensyntatt ved å redusere den partikulære fjerningsgraden i primærrensingen før biotrinnet.

Den hydrauliske flyten mellom eksisterende anlegg og tilbygg med nitrogenfjerning vil være lik som for de to andre alternativene (se vedlegg A-situasjonsplan Enga-alternativene).

Etterdenitrifiseringen plasseres i eksisterende MBBR-reaktorer og det samme som ble oppgitt for alternative 3A gjelder for ekstern karbonkilde.

Etterlufting (R7) utgår også fra alternativ 3B, dette er uproblematisk da flotasjon inngår som sluttseparasjon. Eksisterende flotasjon kunne med fordel vært noe større, men har god nok hydraulisk kapasitet i dimensjonerende år.



Figur 15. Tilbygg med nitrogenfjerning for 3A-alternativet ved Enga RA.

Tilbygg med nitrogenfjerning for 0-alternativet ved Enga vil tilsvare ca. 95,5 x 38 meter = 3 630 m<sup>2</sup>. Tilbygget er like bredt som de andre alternativene og plasseres med samme avstand til eksisterende vei og bekken, se vedlegg A. Det er i underkant av 20 meter til nærmeste nabo mot vest.

#### 6.4.2.2 OVERFØRINGSANLEGG – ALT. 3B

##### *Ombygging av Vårnes RA til pumpestasjon og overføringsledning fra Vårnes til Bekkevika*

- > Ved Vårnes renseanlegg bygges det en pumpestasjon med kapasitet 250 l/s. Stasjonen vil ha en nødvendig løftehøyde på pumper ved maks vannmengde på 47 m.
- > Overføringsledning, dimensjon Ø560 PE SDR 13,6, fra Vårnes til Bekkevika etableres i all hovedsak i sjø med lengde 11 km og på land med lengde 0,2 km. Det vil være synergier for bla. Veierland og andre nærliggende områder til å pumpe rett innpå ledningen. Dette vil kunne bedre situasjonen på et presset lokalt spillvannnett i området.

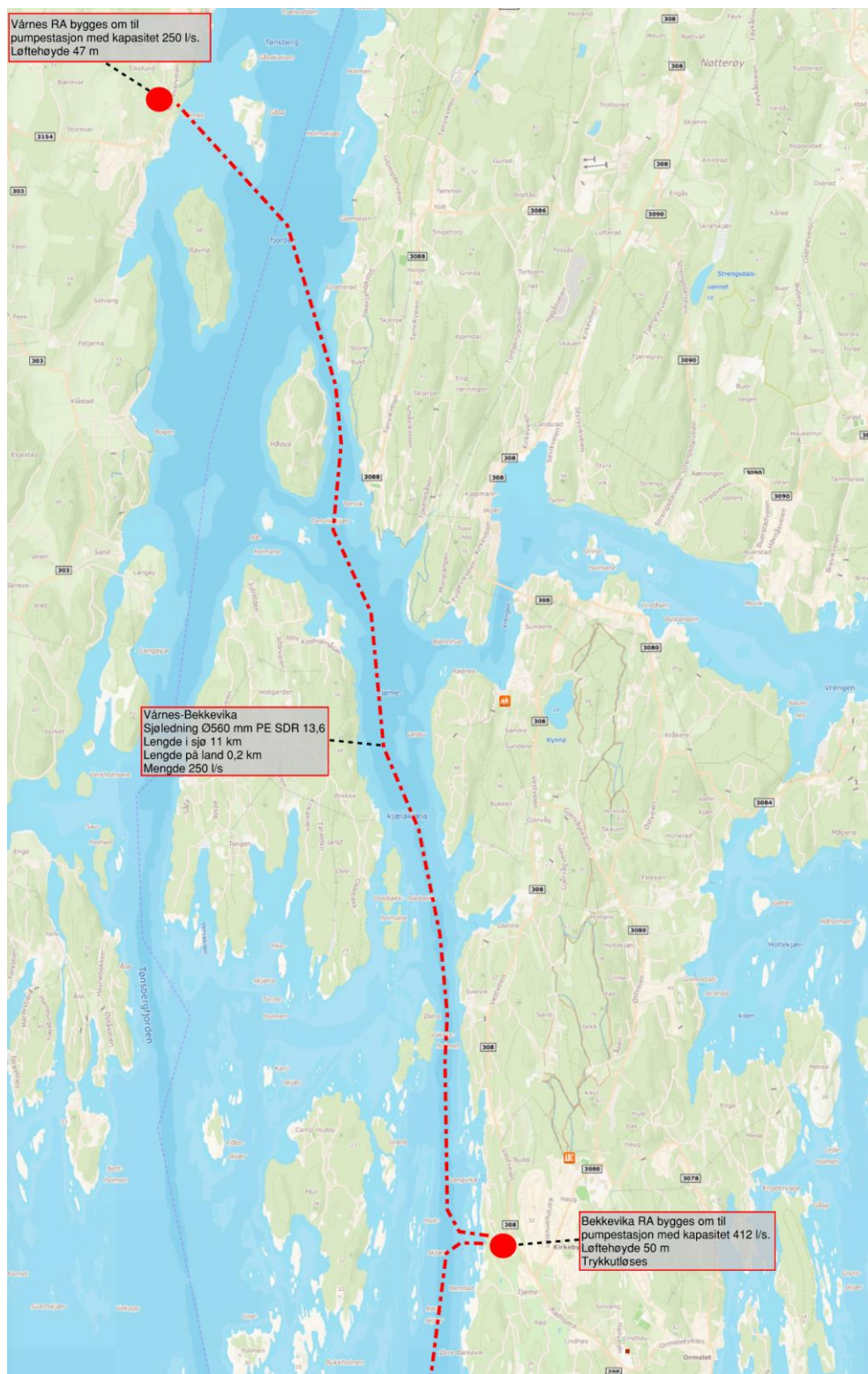
Det har blitt vurdert om Vårnes og Bekkevika mulig kan etablere egne overføringsledninger over til Østerøya, for så å ha felles ledning derfra til Enga. Dette er ikke valgt å se videre på. Dette på grunn av at det er mer egnet plass og mulighet for å samle Vårnes og Bekkevika på Bekkevika, hvor det er områder avsatt til renseanlegg/VA-ledninger, enn på Østerøya.

##### *Ombygging Bekkevika RA til pumpestasjon og overføringsledning fra Bekkevika til Enga*

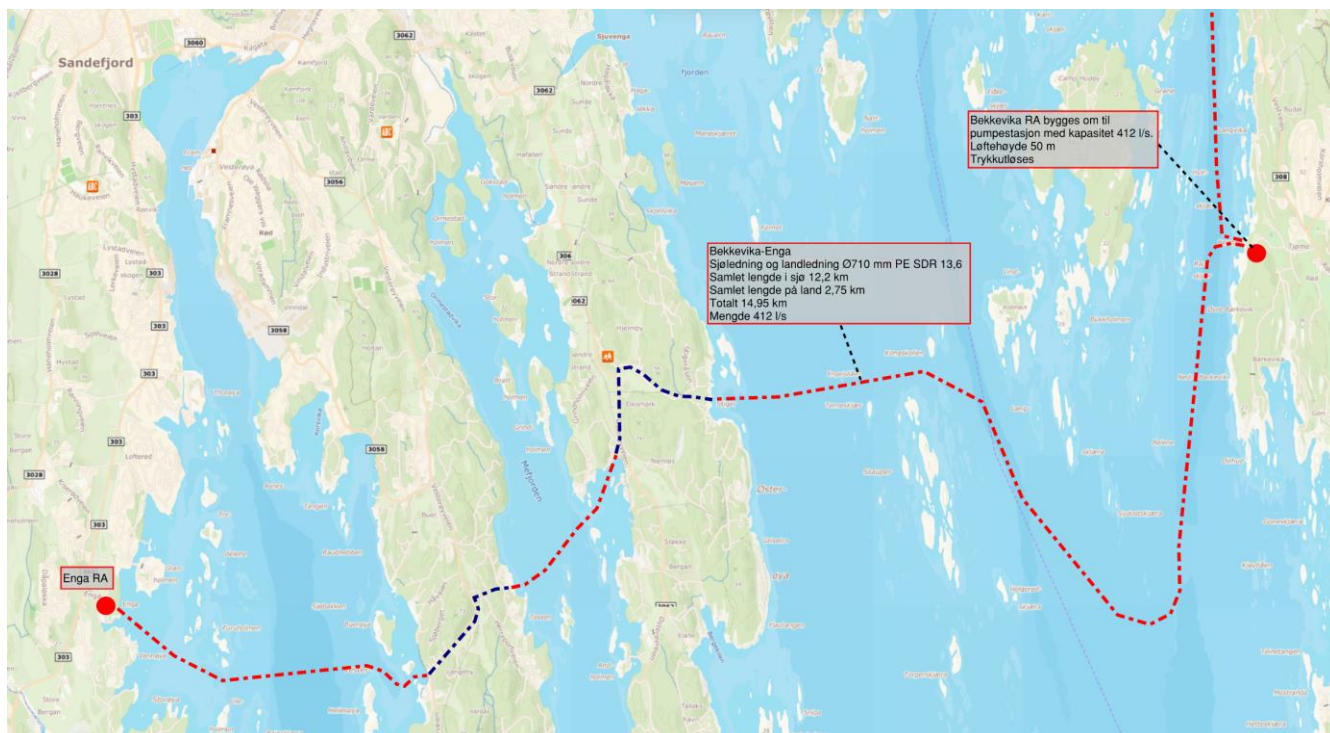
- > Ved Bekkevika RA bygges det en pumpestasjon med kapasitet 412 l/s. Stasjonen vil ha en nødvendig løftehøyde på pumper ved maks vannmengde på 50 m.
- > Overføringsledning, dimensjon Ø710 PE SDR 13,6, fra Bekkevika til Enga etableres i hovedsak i sjø med noen landanlegg. Sjøledning krysser Tønsbergfjorden, Mefjorden (mellom Vesterøya og Østerøya) og Sandefjordsfjorden, og landanlegg som krysser over Vesterøya og Østerøya. Totalt ca. 12,2 km sjøledning og 2,75 km landleiding.

Tønsbergfjorden har varierende sjøbunnstopografi. Fjorden inneholder en del skjær og holmer som begrenser hvor man kan anlegge en sjøledning. Det er gjort grove vurderinger av traseer over fjorden. På bakgrunn av dette er det foreslått en trase med en slags s-kurve rundt sørsiden av Nylandsbåen, sør for Sydostskjæra. Traseen følger ellers naturlig renneløp i fjorden.





Figur 16 – Alt. 3B - Overføringsanlegg mellom Vårnes og Bekkevika



Figur 17 – Alt. 3B - Overføringsanlegg mellom Bekkevika og Enga

## 6.5 Kostnadsberegninger

For å vurdere de økonomiske effektene av de ulike alternativene, er det beregnet investeringskostnader, driftskostnader, årskostnader og nåverdi. Alle kostnader er eksklusive merverdiavgift (mva).

Kostnadsberegningene er utarbeidet slik at de kun gjelder for anleggene som inngår i de ulike alternativene. Dvs. at kostnadsberegningene for denne mulighetsstudien (Engastudien) må ses i sammenheng med kostnader fra Slagentangenstudien.

### 6.5.1 Investeringskostnader

Investeringskostnader er beregnet sjablonmessig basert på følgende enhetspriser. Enhetsprisene er igjen basert på erfaringstall fra bygging og rehabilitering av en rekke avløpsrensaneanlegg (oppført i perioden 2012 – 2023), tilpasset 2023 kostnadsnivå:

> Ny bygningsmasse:	60 000,- pr. m <sup>2</sup>
> Rehabilitering av eksist. bygningsmasse:	30 000,- pr. m <sup>2</sup>
> Tomtekjøp:	1 200 kr/m <sup>2</sup>
> Prosess/maskin:	%-sats av bygg*
> VVS:	15 % av bygg
> Elektro/automasjon:	35 % av maskin
> Rigg:	12 % av øvrige poster
> Grøftekostnad – land:	10-20 000,- pr. m
> PE-rør:	40,- pr. kg
> Legging av PE rør i sjø:	40,- pr. kg
> Betonglodd:	8,- pr. kg

\*Varierer med arealbehov og er modellert som en %-sats av bygningsmasse med formelen: %-sats =  $60,409 - 0,0016 \cdot \text{Areal (m}^2\text{)}$ .

Det er lagt til grunn rehabilitering av de arealene ved Enga RA som utgjorde primærrensingen og som ikke ble rehabilitert ved utbygging av sekundærrensing. Dette arealet utgjør 2 000 m<sup>2</sup>.

I tillegg til nytt tilbygg med nitrogenfjerning er det lagt til nytt areal på 165 m<sup>2</sup> for oppgradering av slambehandlingen med en ekstra råtnetank. Dette gjelder for alle alternativene ved Enga RA.

Summen av kostnadselementene ovenfor utgjør entreprisekostnad. I tillegg kommer prosjekteringskostnader og prosjektadministrative kostnader, som utgjør henholdsvis 5 % og 12 % av entreprisekostnad. Når disse kostnadene inkluderes, har man basiskalkylen.



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.

Investeringskostnader fordelt på renseanlegg og overføringsanlegg, og samlet er vist i Tabell 12 nedenfor.

0-alternativet er kun utbygging av nitrogenfjerning ved Enga og har ingen kostnader for overføringsanlegg. Alternativene 3A og 3B er nitrogenfjerning ved Enga, men ved overføring av Vårnes og Vårnes + Bekkevika. Disse alternativene vil medføre høye kostnader tilknyttet overføringsanlegg. Alternativ 1D er det samme som 1B fra Slagentangenstudien, i tillegg til at Enga RA inngår.

Tabell 12. Investeringskostnader.

Kostnadselement	Byggecostnader <b>Renseanlegg RA</b> (mill NOK)			
	0- Enga	3A	3B	1D
Bygg - Nye arealer	190	220	230	990
Bygg - Rehab. arealer	60	60	60	0
Tomtesalg/-kjøp	4	4	5	20
Maskin	55 %	55 %	54 %	34 %
	105	120	125	336
VVS	38	42	44	149
El/auto	37	42	44	118
Rigg og drift	52	59	61	194
<b>Entreprisekostnad - RA</b>	<b>490</b>	<b>550</b>	<b>570</b>	<b>1810</b>
Kostnadselement	Byggecostnader <b>Overføringsanlegg VA</b> (mill NOK)			
	0- Enga	3A	3B	1D
Ledninger	11	221	309	1464
Pumpestasjoner	0	33	77	259
Rigg og drift	1	30	46	207
<b>Entreprisekostnad - VA</b>	<b>12</b>	<b>285</b>	<b>432</b>	<b>1929</b>
Prosjektadm, byggherrekost.	25	42	50	187
Prosjektering	60	100	120	450
Basiskalkyle	587	977	1172	4376
Uforutsett/usikkerhet ("P85")	210	340	410	1530
<b>Budsjettkostnad ("P85")</b>	<b>800</b>	<b>1320</b>	<b>1580</b>	<b>5910</b>

### 6.5.2 Driftskostnader

Driftskostnader er beregnet sjablonmessig basert på følgende enhetspriser:

- > Strøm (elektrisk energi): 1,50 NOK/kWh
- > Personellrelaterte kostnader:
  - > Lønn 1 200 000 NOK/årsverk (inkl. sos. utg.)
  - > Annet 1 000 000 NOK/årsverk

- > Kjemikaliekostnader:
  - > PAX 2 800 NOK/tonn
  - > Polymer 40 000 NOK/tonn
  - > Metanol 9 000 NOK/tonn
- > Vedlikehold: 0,5/0,2 % av basiskalkyle\*
- > El. forbruk bygninger: 215 kWh/m<sup>2</sup> x år
- > Avhendingskostnad slam: 1 635 NOK/tonn TS
- > Andre driftskostnader (ADK): 12 % av øvrige driftskostnader

(\*0,5 % for eksisterende og 0,2 % for nye konstruksjoner.)

Enga RA har i dag 11 ansatte, det er vurdert at denne staben må økes med 5 stk når anlegget er ferdigstilt med nitrogenfjerning. Videre er det vurdert et økt behov med 2 personer ved overføring av Vårnes og ytterligere 1 person til ved nedleggelse av Bekkevika.

Driftskostnader er vist i Tabell 13 nedenfor.

Tabell 13. Driftskostnader.

Kostnadselement	Driftskostnader (mill NOK)			
	0- Enga	3A	3B	1D
Personellkostnader	35	40	42	55
Kjemikaliekostnad	8,2	11,2	11,8	25,6
El. kostnad renseanlegg	8,2	9,2	9,8	20,9
Vedlikeholdskostnad	1,2	2,0	2,3	8,8
Slambehandlingskostnad	1,2	1,6	1,8	3,8
Overføringsanlegg (inkl. el.)	0,0	0,8	1,4	15,4
Andre driftskostnader (ADK)	6,5	7,7	8,3	15,5
<b>Totale driftskostnader</b>	<b>61</b>	<b>72</b>	<b>77</b>	<b>145</b>

### 6.5.3 Årskostnader

Årskostnader er basert på investeringskostnader og driftskostnader som beskrevet ovenfor, hvor investeringskostnadene er kapitalisert med annuitetsmetoden, basert på følgende:

- > Pris: Byggekostnad (Basiskalkyle + usikkerhet = «P85»)
- > Rente: 4 %
- > Diskonteringstid: 40 år

Beregnete årskostnader med rangering som vist i Tabell 14.

Tabell 14. Årskostnader.

Kostnadselement	Kostnader (mill NOK)			
	0- Enga	3A	3B	1D
Byggekostnader	800	1320	1580	5910
Kapitalkostnader	40	67	80	299
Driftskostnader	61	72	77	145
<b>Årskostnader</b>	<b>101</b>	<b>139</b>	<b>157</b>	<b>444</b>

#### 6.5.4 Nåverdi

Det er utført en nåverdiberegninger av de ulike alternativene. Det er gjort en forenkling ved at investeringen gjøres i år 0, med etterfølgende 30 års drift. Nåverdibetraktningen er gjort for en levetid på 40 år. Da bygningsmassen har en dimensjonerende levetid på 50 år for nye arealer vil disse ha en restverdi på 30 % av opprinnelig investering. Ledningsanlegget har en dimensjonerende levetid på 100 år og vil ha en restverdi på 60 % av opprinnelig investering.

Tabell 15. Nåverdiberegninger.

Kostnadselement	Kostnader (mill NOK)			
	0- Enga	3A	3B	1D
<b>Nåverdi</b>	<b>1 909</b>	<b>2 602</b>	<b>2 933</b>	<b>8 196</b>

Nåverdiberegningene gir et noe annet bilde enn årskostnadsberegningene, og det skyldes i all hovedsak at man her trekker i restverdi. Dette gjør at nye anlegg kommer gunstigere ut, med det resultat at 0-alternativene blir mindre gunstige. Alternativene med overføringsanlegg vil også komme noe bedre ut da ledningsanlegg har større restverdi enn prosessanleggene, pga lengre dimensjonerende tidshorizont.

## 6.6 Diskusjon og sammenstilling for Sandefjord kommune

Sandefjord kommune sine kostnader knyttet til byggekostnad og driftskostnad for overføring av Vårnes til Slagentangen er avhengig av hvilken fordelingsnøkkel man eventuelt blir enige om.

Det er i Engastudien valgt å ta utgangspunkt i fordelingsnøkkel nr. 1 utarbeidet av Tønsberg renseanlegg IKS. Denne nøkkelen baserer kostnadsfordelingen på årlig tilført vannmengde i 2060.

For Sandefjord kommune betyr det at kommunen må dekke 11 % av både bygge- og driftskostnad ved overføring av Vårnes til Slagentangen i alternativ 1B og tilsvarende 8 % ved overføring til Slagentangen i alternativ 2.

### 6.6.1 Investeringskostnader

#### **Alternativ 0- Enga RA og Vårnes RA med lokal nitrogenfjerning**

Nitrogenfjerning på Enga RA i 0-alternativet har en estimert en budsjettkostnad på 800 millioner kr.

Utbygging av nitrogenfjerning ved Vårnes RA har en estimert budsjettkostnad fra Slagentangenstudien på 340 millioner kr.

Lokal utbygging ved både Enga RA og Vårnes RA har en samlet budsjettkostnad på **1 140** millioner kr.

**Alternativ 0 ved Enga RA + Vårnes RA overføres til Slagentangen**

Fra fordelingsnøkkel nr. 1 må Sandefjord kommune dekke 11 % av kostnadene for overføring av Vårnes RA. Dette innebærer at Sandefjord kommune må betale 374 millioner kroner dersom Tønsberg RA, Bekkevika RA og Vårnes RA skal overføres til Slagentangen.

Samlet betyr det at utbygging av nitrogenfjerning ved Enga RA og overføring av Vårnes RA til Slagentangen har en total budsjettkostnad på: **1 174** millioner kr.

For alternativ 2 fra slagentangenstudien må Sandefjord kommune dekke 8 % av kostnadene. Dette innebærer at Sandefjord kommune må betale 430 millioner kr for overføring til Slagentangen. Den samlede budsjettkostnaden for Sandefjord kommune vil da utgjøre 800 + 430 = **1 230** millioner kr.

**Alternativ 3A- Vårnes RA overføres til Enga RA**

Overføring av Vårnes RA til Enga RA og utbygging av nitrogenfjerning på Enga RA har en budsjettkostnad på: **1 320** millioner kr.

Overføringen av Vårnes RA vil da tilsvare en budsjettkostnad på 520 millioner kr.

**Alternativ 3B- Vårnes RA og Bekkevika RA overføres til Enga RA**

Overføring av Vårnes RA til Bekkevika RA og videre overføring til Enga RA, i tillegg til utbygging av nitrogenfjerning på Enga RA har en budsjettkostnad på 1 580 millioner kr. Bekkevika RA bidrar med 3 % av vannmengdene tilført Enga RA i dette alternativet.

Hvorvidt alternativ 3B skal være mer økonomisk gunstig for Sandefjord kommune enn alternativ 3A, må vurderes basert på både byggekostnader og driftskostnader. Se egen diskusjon i kap. 6.6.3.

Fra Slagentangenstudien ble det beregnet at 0-alternativet med utbygging av nitrogenfjerning ved Bekkevika RA har en investeringskostnad på 150 millioner kr.

I Tønsberg sin fordelingsnøkkel blir Færder kommune belastet med en større vannmengde som går til Tønsberg RA allerede i dag (nord på Nøtterøy). For å vurdere Færder kommunes Bekkevika-andel ved overføring til Slagentangen er årlig Bekkevika-vannmengde fra Færder kommune i 2060 forventet å tilsvare ca. 24 % (967 000 m<sup>3</sup>/år / 4 071 000 m<sup>3</sup>/år) av totalt bidrag fra Færder kommune.

For alternativ 1B er Færder kommune sitt totale bidrag vurdert til 26 %, Bekkevika-andelen vil da tilsvare 6,2 %. For alternativ 2 er Færder kommune sitt totale bidrag vurdert til 18 %, Bekkevika-andelen vil da tilsvare 4,3 %.

Bekkevika RA må henholdsvis dekke 210 millioner kr av investeringskostnadene for overføring til Slagentangen i alt. 1B og 230 millioner kr for alt. 2.

### **Alternativ 1D- Alle anlegg overføres til Slagentangen**

For alternativ 1D er det forespeilet en budsjettkostnad på 5 910 millioner kr for å bygge selve renseanlegget på Slagentangen. Enga RA + Vårnes RA utgjør omtrent 50 % av hydraulisk belastning og ca. 40 % av organisk stoffbelastning for 1D alternativet.

For overføringsanlegget er det forventet at Sandefjord kommune må dekke kostnadene tilsvarer det samlede vannmengdebidraget fra Enga og Vårnes til et anlegg på Slagentangen. Som nevnt over vil dette tilsvare ca. 50 %.

Totalt vil investeringskostnaden for Sandefjord kommune i alternativ 1D tilsvare **2 955** millioner kr for overføring av Enga RA og Vårnes RA.

### 6.6.2 Driftskostnader

Ulike kombinasjoner av driftskostnader beregnet ovenfor og i denne mulighetsstudien (Engastudien) kan oppsummeres som følger:

- > Alt. 0- Enga RA og Vårnes RA med lokal nitrogenfjerning:  $61 + 18 = 79$  MNOK.
- > Alt. 0 ved Enga RA + overføring av Vårnes RA til Slagentangen (alt. 1B):  $61 + (93 * 11 \%) = 71$  MNOK
- > Alt. 0 ved Enga RA + overføring av Vårnes RA til Slagentangen (alt. 2):  $61 + (122 * 8 \%) = 70$  MNOK
- > Alt. 3A- Vårnes RA overføres til Enga RA: 72 MNOK
- > Alt. 3B- Vårnes RA og Bekkevika RA overføres til Enga RA:  $(77 * 97\%) = 75$  MNOK
- > Alt. 1D- Enga RA og Vårnes RA overføres til Slagentangen:  $(145 * 50 \%) = 72$  MNOK

### 6.6.3 Økonomisk sammenstilling

Nedenfor er de ulike alternativene sammenlignet hvor årskostnadene for Sandefjord kommune isolert sett er summert. Kostnadene oppgis som årskostnader og tar for seg både investeringskostnadene og driftskostnadene diskutert ovenfor.

Årskostnadene for de ulike alternative er sammenstilt i Tabell 16. Det kommer frem av tabellen at det ikke er økonomisk gunstig for Sandefjord kommune å overføre Enga RA til Slagentangen. Hvorvidt overføring av Bekkevika RA til Enga RA er aktuelt, avhenger av flere faktorer og må besluttes i dialog med Færder kommune. I Tabell 16 er det forutsatt at Færder kommune dekker sin andel av byggekostnadene ved at de dekker et beløp tilsvarende 0-alternativet i

Slagentangenstudien (150 MNOK), og sin andel av driftskostnadene basert på vannmengdebidraget (3 %).

Tabell 16. Sammenligning av årskostnader og nåverdi for de ulike alternativene ut ifra Sandefjord kommunes perspektiv.

Kostnadselement for Sandefjord kommune	Kostnader (mill NOK)					
	0 alt. Enga + 0 alt. Vårnes	0 alt Enga + overføring Vårnes til Slagen (alt. 1B)	0 alt Enga + overføring Vårnes til Slagen (alt. 2)	3A	3B*	1D
Byggekostnader	1140	1174	1230	1320	1430	2955
Kapitalkostnader	58	59	62	67	72	149
Driftskostnader	78,6	70,8	70,3	72,2	74,8	72,5
<b>Årskostnader</b>	<b>136</b>	<b>130</b>	<b>132</b>	<b>139</b>	<b>147</b>	<b>222</b>
<b>Nåverdi</b>	<b>2578</b>	<b>2435</b>	<b>2466</b>	<b>2630</b>	<b>2757</b>	<b>4167</b>

\*Det legges til grunn at Færder kommune betaler 150 mill i byggekostnader (som tilsvarer 0-alternativet for utbygging av Bekkevika, beregnet i Mulighetsstudien), og 3 % av driftskostnader som tilsvarer vannmengdebidraget

Som tabellen viser, vil 0-alternativene for både Enga og Vårnes ha de laveste investeringskostnadene. Imidlertid, når driftskostnader medtas vil overføringsalternativene fra Slagentangestudien, dvs. overføring av Vårnes til Slagentangen, være de gunstigste alternativene for Sandefjord kommune.

Det må understrekes at det er små differanser, og spesielt fordelingsnøkkel i forbindelse med overføring av Vårnes til Slagentangen vil kunne endre rangeringen i forhold til hvilket alternativ som er gunstigst for Sandefjord kommune. Må Sandefjord kommune dekke en større andel enn det som er forutsatt ovenfor, kan lokale løsninger muligens være økonomisk mer attraktive.

Det er også gjennomført grove kostnadsvurderinger for å anslå kostnadsbesparelsen ved å bygge ut alternativ 1D på Vallø og ikke Slagentangen. Dette vil gi en redusert årskostnad som er ca. 15% lavere enn for alternativ 1D (dvs. 15 % lavere årskostnad om 1D ble bygget på Vallø i stedet for Slagentangen). Årskostnadene for overføring av Enga RA til et større regionalt renseanlegg med nitrogenfjerning på vil derfor være betydelig høyere enn alternativene med utbygging av nitrogenfjerning på Enga RA, uavhengig om det anlegget blir plassert på Vallø eller Slagentangen.

Dersom alternativ 3B skal være like lønnsomt som alternativ 3A for Sandefjord kommune, må Færder kommune dekke ytterligere 8 millioner kr/år i årskostnader, se Tabell 16. Det vil totalt utgjøre 260 millioner kr i byggekostnader og 5 millioner kr i årlige driftskostnader for Færder kommune.

Ved overføring av Bekkevika RA til Slagentangen vil Færder kommune måtte dekke 210 millioner i byggekostnader og 5,7 millioner i årlige driftskostnader for alternativ 1B. Videre vil det koste 230 millioner i byggekostnader og 5,2 millioner i årlige driftskostnader for alternativ 2.

Tabell 17. Sammenligning av årskostnader for de ulike alternativene ut ifra Færder sin beslutning for Bekkevika RA.

Kostnadselement for Bekkevika RA	Kostnader (mill NOK)			
	0 alt	Overføring til Slagen (alt. 1B)	Overføring til Slagen (alt. 2)	Overføring til Enga (3B)
Byggekostnader	150	210	230	260
Kapitalkostnader	8	11	12	13
Driftskostnader	15	5,7	5,2	5,0
<b>Årskostnader</b>	<b>22,6</b>	<b>16,3</b>	<b>16,8</b>	<b>18,1</b>

Som det fremkommer av Tabell 17 vil det være mest økonomisk gunstig for Færder kommune å overføre Bekkevika RA til Slagentangen med utgangspunkt i fordelingsnøkkelen som er benyttet. Det må understrekes at dette regnskapet vil endre seg dersom Vårnes RA overføres til Enga RA og ikke til Slagentangen. Det betyr at Færder kommune i stor grad vil påvirkes av Sandefjord kommune sin beslutning for Vårnes RA.

Det er gjennomført en samfunnsøkonomisk sammenligning av årskostnader for de aktuelle alternativene, hvor summen for alle 0-alternativer sammenlignes med samlet løsning (alt 3B) og en løsning hvor Sandefjord kommunes anlegg samles mens Bekkevika består (alt 3A + 0-alternativ for Bekkevika). Dette er vist i Tabell 18, hvor det kommer frem at alternativ 3B vil ha de laveste årskostnadene, og at alt. 3A + eget anlegg på Bekkevika vil ha de høyeste. Det må understrekes at det er små differanser, og at differansene ligger godt innenfor usikkerhetene ved de økonomiske beregningene som er utført.

Tabell 18. Samfunnsøkonomisk kostnadssammenstilling oppgitt som årskostnader for Enga, Vårnes og Bekkevika.

Kostnadselement for samfunnsøkonomisk vurdering	Kostnader (mill NOK)		
	Sum 0 alt.	3A+ 0 alt. Bekkevika	3B
Byggekostnader	1290	1470	1580
Kapitalkostnader	65	74	80
Driftskostnader	93,6	87,2	77,1
<b>Årskostnader</b>	<b>159</b>	<b>161</b>	<b>157</b>



## 7 Vedlegg

Vedlegg A- situasjonsplan Enga-alternativene