

# Skisseprosjekt for utvidelse av Gardermoen rensesanlegg

## Delprosjekt 2

Rapport nr: 17-018  
Prosjekt nr: A096657-002

Prosjektleder: Oscar Lidholm, COWI  
Medarbeidere: Bjørn Rusten, Aquateam COWI

Aquateam COWI AS  
 Postboks 6731 Etterstad, 0609 Oslo  
 Karvesvingen 2, 0579 Oslo  
 Telefon: 02694  
[www.aquateam.no](http://www.aquateam.no)  
[aquateam@aquateam.no](mailto:aquateam@aquateam.no)

Rapportnummer: 17-018  
 Tilgjengelighet: Begrenset

Rapportens tittel  Skisseprosjekt for utvidelse av Gardermoen rensesanlegg – Delprosjekt 2	Dato 02.10.2017
	Antall sider og bilag 19
Forfatter(e) sign.  Oscar Lidholm Bjørn Rusten	Ansv. sign.
	Prosjektnummer A096657-002

Oppdragsgiver  Ullensaker kommune	Oppdragsgivers ref.  Ingar Tranum
---	---

Rapport versjon	Dato	Signatur
0 (kommentarversjon)	29.09.2017	OSLI
0.1 (kommentarversjon)	02.10.2017	OSLI

## Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	4
1. Innledning .....	5
2. Plassering og arealbehov for nye anleggsdeler .....	5
3. Beskrivelse av tiltak som kostnadsberegnes .....	7
3.1. Rehabilitering av vanndelen i eksisterende renseanlegg .....	7
3.2. Flytting av gassklokke og fakkell .....	7
3.3. Sandfilter for polering av utløp fra eksisterende anlegg .....	7
3.4. Utvidet forrenseanlegg .....	8
3.5. Ny administrasjonsdel .....	8
3.6. Ny blokk for vannrensing .....	8
3.7. Alternativ 1 .....	9
3.8. Ny blokk for vannrensing – alternativ 2 .....	10
3.9. Ny utløpsledning til Leira .....	12
4. Kostnadsberegninger .....	12
4.1. Investeringskostnader .....	12
4.2. Årskostnader for investeringer .....	12
4.3. Driftskostnader .....	12
4.4. Totale kostnader per år .....	13
5. Alternative anskaffelsesmodeller .....	15
5.1. Byggherrestyrt delt entrepris (inkl. hovedentreprise/generalentreprise) .....	15
5.2. Totalentreprise .....	16
5.3. Kombinasjon byggherrestyrt delt entrepris og totalentreprise .....	16
5.4. OPS- eller partneringkontrakt .....	16
5.5. Innovativ anskaffelse/innovasjonspartnerskap/innovasjonskontrakter .....	17
5.6. Anbefaling av anskaffelsesmodell for utvidelse av GRA .....	18
6. Konklusjon.....	19

## Sammen drag

I delprosjekt 2 av skisseprosjekt for utvidelse av Gardermoen renseanlegg kostnadsberegnes følgende tiltak:

1. Komplette rehabilitering av vanddelen i eksisterende renseanlegg
2. Flytting av gassklokke og fakkell, dersom eksisterende plassering kommer i konflikt med taksebaner for en tredje rullebane
3. Poleringstrinn med kjemisk felling på sandfiltre for utløpet fra eksisterende anlegg
4. Utvidelse av forrenseanlegget for C-glykol i eksisterende anlegg
5. Helt ny administrasjonsdel
6. Ny blokk for vannrensing (to alternativer kostnadsberegnes, alternativ 1 og 2)

De totale investeringskostnadene for utvidelsen er beregnet til 684 mill. kr ved utvidelse med alternativ 1, og 564 mill. kr ved utvidelse med alternativ 2. Driftskostnadene er beregnet til 13,6 mill. kr/år for alternativ 1 og 11,3 mill. kr/år for alternativ 2.

Årskostnadene for investeringer er beregnet basert på en rente på 5 % og en avskrivningstid på 40 år for bygg og 20 år for maskin, VVS, elektro og automasjon. For membraner i alternativ 2 er det benyttet en avskrivningstid 10 år. De totale årskostnadene, inkl. driftskostnader og avskrivning av investeringskostnader, er beregnet til 38,6 mill. kr/år for alternativ 1, og 32,2 mill. kr/år for alternativ 2. For alternativ 1 er dermed de totale årskostnadene ca. 20 % høyere enn for alternativ 2.

Det vil være behov for å øke kapasiteten for ny utløpsledning til Leira, det estimeres at kapasiteten for eksisterende ledning vil bli begrensende fra år 2033. Ny utløpsledning kostnadsberegnes ikke i dette prosjektet. Det kan eventuelt bli aktuelt med opprusting av slambehandlingsanlegget med nye fortykkermaskiner for å håndtere tynnere slam fra ny biologisk del (dersom prosessløsningen for alternativ 2 blir valgt). I denne rapporten er det imidlertid antatt at det ikke vil bli behov for å utvide eksisterende slambehandlingsanlegg.

Det totale arealbehovet (inkl. ny vanddel, sandfilter for utløpet fra eksisterende anlegg, utvidet forrenseanlegg og ny administrasjonsdel) er ca. 33 % større for alternativ 1 enn alternativ 2. Det totale arealbehovet for nye bygningsmasser er estimert til ca. 4300 m<sup>2</sup> ved utvidelse med alternativ 2, sammenlignet med et arealbehov på ca. 5700 m<sup>2</sup> for alternativ 1.

Alternativ 2 gir altså en kostnadseffektivere og mer kompakt løsning. IFAS-MBR er en etablert prosess, men det er usikkerheter knyttet til å kombinere prosessen med simultanfelling, hvilket trengs for å oppnå kravet til <0,1 mg Tot-P/l i utløpet. Før det kan bli aktuelt å velge prosessen må man derfor gjennomføre tester av prosessen. Testene kan med fordel gjennomføres i samarbeid med en industripartner, og også anskaffelsen kan gjennomføres som en innovativ offentlig anskaffelse.

Alternativ 1 anbefales hvis det ikke er tid/ressurser tilgjengelig for å gjennomføre tester av alternativ 2, eller hvis det ikke blir aktuelt med en innovativ offentlig anskaffelse for alternativ 2. For anskaffelse av alternativ 1 kan det bli aktuelt å benytte seg av delt entrepris (f.eks. hovedentrepris eller generalentrepris), men totalentrepris for prosess og delt entrepris for byggfagene er sannsynligvis mest aktuelt.

## 1. Innledning

I delprosjekt 1 av skisseprosjektet for utvidelse av Gardermoen renseanlegg ble prosessmessige forhold for utvidelsen vurdert. Målsettingen for utvidelsen er å ha et anlegg som har tilstrekkelig kapasitet til å håndtere tilførte avløpsmengder i år 2050. I delprosjektet ble dimensjonerende belastninger tatt frem og prosessløsninger for å rense den økte belastningen dimensjonert. Delprosjekt 1 konkluderte med at utvidelsen bør omfatte følgende elementer:

1. Komplette rehabilitering av vanddelen i eksisterende renseanlegg
2. Flytting av gassklokke og fakkell, dersom eksisterende plassering kommer i konflikt med taksebaner for en tredje rullebane
3. Poleringstrinn med kjemisk felling på sandfiltre for utløpet fra eksisterende anlegg
4. Utvidelse av forrenseanlegget for C-glykol i eksisterende anlegg
5. Helt ny administrasjonsdel
6. Ny blokk for vannrensing (to alternativer kostnadsberegnes, alternativ 1 og 2)
7. Ny utløpsledning til Leira, dersom kapasitet på eksisterende ledning vil bli for liten fram til 2040

I tillegg kan det også bli aktuelt med opprusting av slambehandlingsanlegget med nye fortykkermaskiner for å håndtere tynnere slam fra ny biologisk del (dersom prosessløsningen for alternativ 2 blir valgt). I denne rapporten er det imidlertid antatt at det ikke vil bli behov for å utvide eksisterende slambehandlingsanlegg.

I denne rapporten er resultater fra Delprosjekt 2 beskrevet. Delprosjekt 2 skal utrede og gi svar på/anbefale hvordan nye prosessenheter kan tilpasses eksisterende bygningsmasse og tilpasses innenfor eksisterende tomteareal, evt. også utenfor ved behov. I delprosjektet skal også behovet for oppgradering av eksisterende anleggsdeler vurderes. Det skal gjennomføres kostnadsberegninger for de tiltak som er beskrevet i delprosjekt 1. I delprosjekt 2 skal også alternative anskaffelsesmodeller for utvidelsen skisseres.

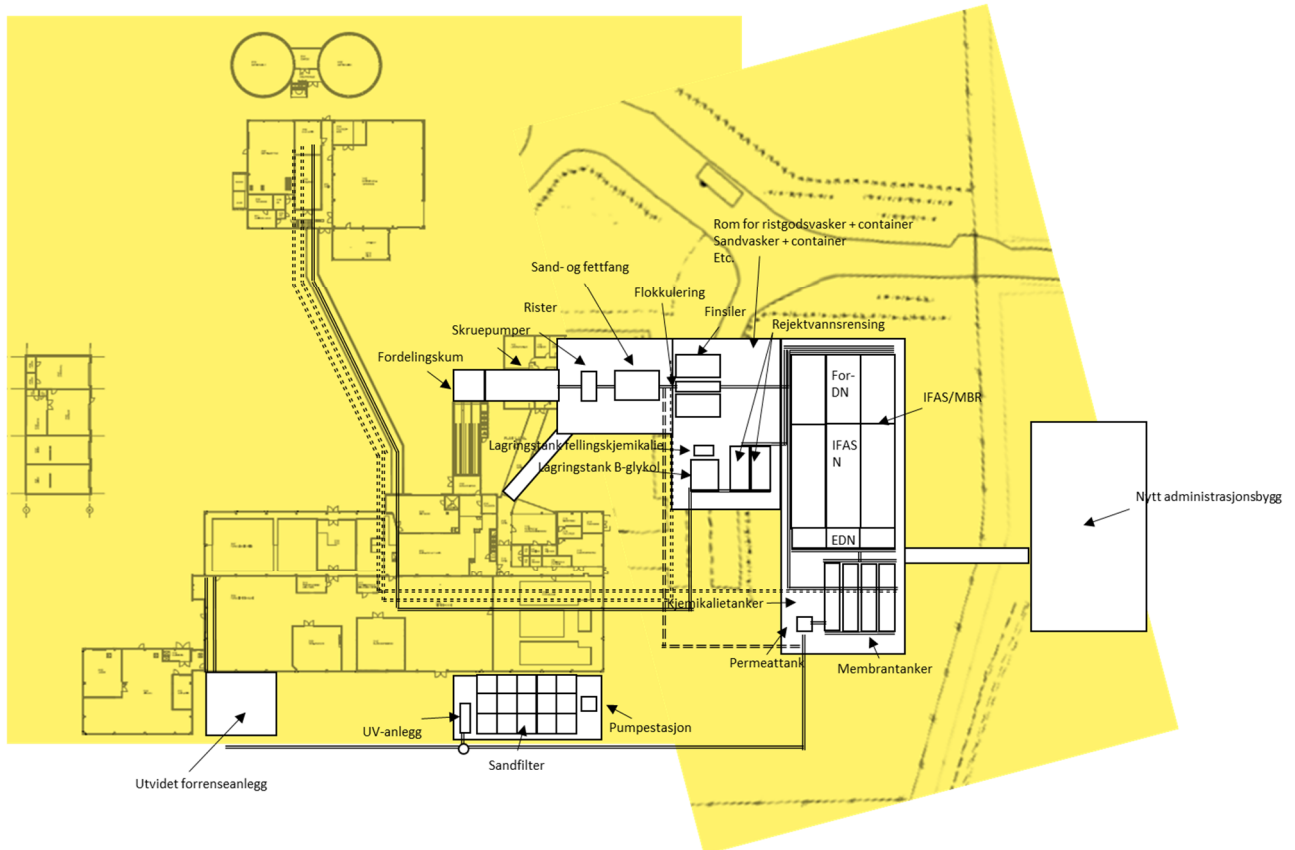
## 2. Plassering og arealbehov for nye anleggsdeler

Det er tenkt at ny blokk for vannrensing plasseres like nordøst for eksisterende vannrensedel, og blir helt uavhengig av denne. Dermed unngår man de fleste av de problemene man normalt vil ha med å holde et eksisterende renseanlegg i optimal drift i byggeperioden. Når den nye delen er ferdig og er tatt i bruk, vil denne i begynnelsen ha så stor kapasitet at man kan ta hele eller deler av vanddelen i eksisterende anlegg ut av drift i forbindelse med en komplett rehabilitering.

Et helt nytt administrasjonsbygg er tenkt plassert øst for ny vannrenseblokk. Dermed kan nåværende administrasjonsbygg rives og gi plass for ny innløpspumpestasjon vegg i vegg med eksisterende innløpspumpestasjon, samt plass for den nye blokken for vannrensing nær den eksisterende vanddelen. Nytt administrasjonsbygg knyttes til både eksisterende og ny vanddel via glassgang. Dette vil gi et administrasjonsbygg som er godt beskyttet for støy og vibrasjoner fra prosessanleggene, og hvor det er mulig å etablere et godt uteareal tilsvarende det man har ved siden av nåværende administrasjonsbygg. Den foreløpige plasseringen av ny administrasjonsdel er utenfor kommunens tomtegrense, og forutsetter at kommunen får tilgang til dette arealet. Arealbehovet for nytt administrasjonsbygg er estimert til ca. 150 % av dagens administrasjonsbygg, hvilket innebærer et arealbehov på ca. 750 m<sup>2</sup>. I tillegg er det estimert at det vil være behov for 100-150 m<sup>2</sup> gangvei mellom anleggene.

Plassering av gassklokke og gassfakkell er ikke vurdert nærmere i prosjektet, men det er tatt høyde for at plasseringen kan bli opptil 100 meter fra eksisterende slambehandling.





Figur 2. Situasjonskart for utvidelse av Gardermoen rensanlegg med alternativ 2

### 3. Beskrivelse av tiltak som kostnadsberegnes

#### 3.1. Rehabilitering av vanddelen i eksisterende rensanlegg

I prosjektet estimeres kostnader for en komplett rehabilitering av overflater i eksisterende vannblokk (vegger, gulv, bassenger). I rehabiliteringen inngår også overdekning av forsedimenteringen, med kupoler og tilknyttet tilpasning av ventilasjonssystemet. Det inngår også kostnader for rehabilitering av eksisterende luktbehandlingsanlegg. Det inngår nye rister, ristgodsvasker samt ny sandvasker. Kupolene i MBBR-anlegget skiftes ut, og det fylles på med 140 m<sup>3</sup> bærere, for å komme opp til 65 % fyllingsgrad i R3 og R4 (forutsetter 60 % fyllingsgrad i disse reaktorene nå).

#### 3.2. Flytting av gassklokke og fakkel

Planene for utvidelse av flyplassen innebærer at gassklokke og fakkel flyttes. Nøyaktig fremtidig plassering av gassklokke er ikke vurdert, men det tas høyde for at de flyttes ca. 100 meter fra eksisterende slambehandling. I kostnadsberegningene antas at det kan bli behov for å installere gassvifter for å transportere gassen til gassklokken. Fjerning av eksisterende konstruksjoner samt trykkprøving av nytt system med inertgass inngår også i kostnadsberegningene.

#### 3.3. Sandfilter for polering av utløp fra eksisterende anlegg

I kostnadsberegningene for poleringstrinnet inngår innløpspumpestasjon, sandfilter, UV-anlegg, utløpskum for utløp fra eksisterende og ny vannblokk, samt ny adkomstvei til trafo.

Innløpsspumpe-stasjonen er dimensjonert med 3 pumper som fordeler innløpet til 3 linjer med 5 sandfilter i hver linje (totalt 15 sandfilter). Det forutsettes at vannet løftes 2,5 meter for å kompensere for trykkfall over filterne. Utløpskummen antas plassert utenfor anlegget, og samler avløpet fra eksisterende og ny vanddel til den felles utløpsledningen.

For dosering av B-glykol benyttes eksisterende tank. Det er inkludert en ny lagertank for fellingskjemikalie.

Sandfilterne plasseres i et bygg med 8 meter takhøyde, med gulvnivå 5 meter under marknivå. Siden bygget plasseres i tilknytting til eksisterende anlegg vil det være behov for spunting.

Adkomstveien som er inkludert i prisoverslaget er en ny adkomstvei trafo på 150 m.

### 3.4. Utvidet forreanseanlegg

Dagens to MBBR-reaktorer i forreanseanlegget kompletteres med en ny MBBR-reaktor, som har 80 % av samlet størrelse på de to eksisterende reaktorene (1110 m<sup>3</sup>). Kostnadsberegnet prosess er fylt med 60 % K1 bærere og har et vanddyp på 6,5 m. I beregningene inngår pumpe og rør/kanaler fra eksisterende innløpsspumpekum for C-glykol. Bassenget er overdekket med betong med kupoler. Eksisterende blåsemaskiner antas benyttet også til utvidet forreanseanlegg. Kostnader for doseringsutstyr for skumdemper, inkl. lagertank, er inkludert i kalkylen.

### 3.5. Ny administrasjonsdel

Et nytt administrasjonsbygg samt gangveier til nytt og eksisterende anlegg kostnadsberegnes. Arealet for nytt administrasjonsbygg dimensjoneres til 750 m<sup>2</sup>, som er ca. 50 % større enn eksisterende administrasjonsbygg. Totalt 45 m gangvei kostnadsberegnes i tillegg, mellom nytt administrasjonsbygg og ny vanddel, samt mellom ny og eksisterende vanddel.

Administrasjonsbygget inkluderer rene og skitne garderober for damer og herrer, pauserom, to små og et stort møterom, laboratorium og kontorer. Riving av eksisterende administrasjonsbygg er inkludert i kostnadsberegninger for ny vanddel.

### 3.6. Ny blokk for vannrensing

To alternativer for ny vanddel kostnadsberegnes. Felles for de to alternativene er følgende anleggsdeler:

- Ny innløpsspumpe-stasjon
- Rister og ristgodsvasker
- Sand- og fettfang med sandvasker

I begge alternativene inngår overbygg med pauserom, toaletter, rom for ventilasjonsanlegg, ny trafo, blåsemaskinrom. En del for sand- og ristgodsvask samt containere for ristgods og sand, og kjøreareal/porter for å hente disse, er inkludert for begge alternativene. Det inngår også kontrollrom, hvor man kan overvåke og styre prosessene i både eksisterende og ny del. I begge alternativene inngår også kostnader for riving av eksisterende administrasjonsbygg og spunting i forbindelse med ny innløpsspumpe-stasjon.

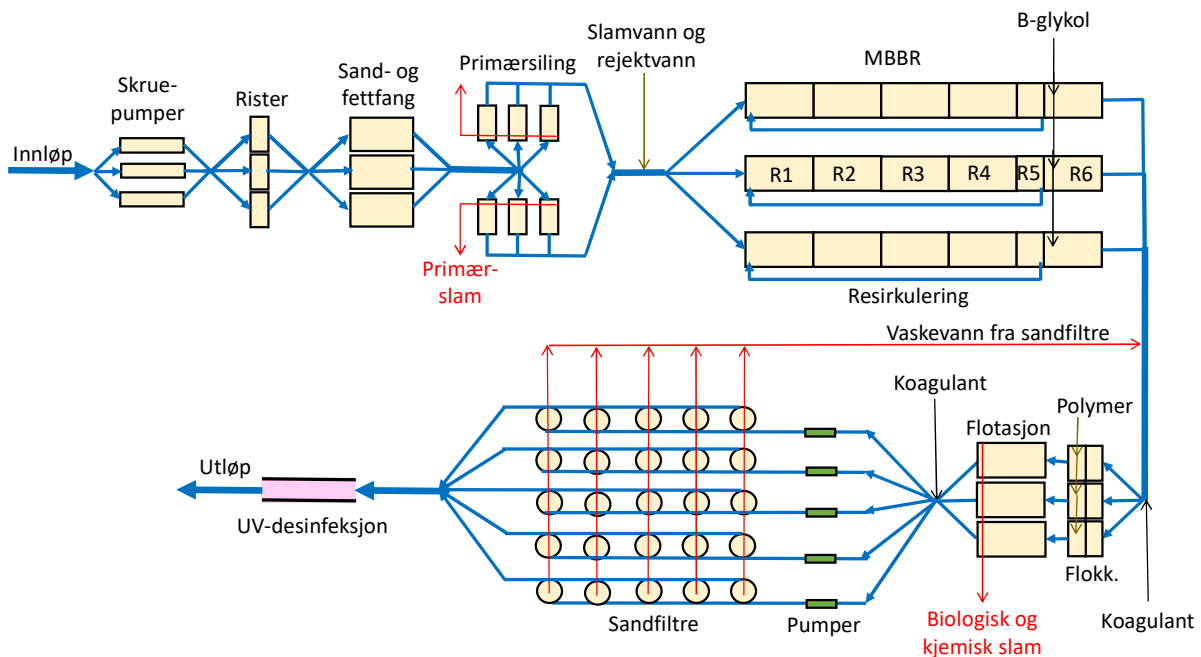


### 3.7. Alternativ 1

#### Generelt

Et forenklet flytskjema for totalprosessen i den nye vanddelen, basert på alternativ 1, er vist i figur 3. Prosessen består av:

- Forbehandling og primærrensing
- MBBR-prosess med kombinert for- og etter-denitrifisering
- Kjemisk felling (med tilsetning av koagulant pluss polymer), flokkulering, flotasjon
- Felling av fosfor på sandfiltre, med tilsetning av koagulant foran pumper og pumping inn på sandfiltrene.
- Separat rensing av rejektvann (ikke vist i flytskjema).



**Figur 3. Forenklet flytskjema for ny vanddel ved GRA, basert på alternativ 1**

Blåsemaskiner til sandfang, primærsiler og MBBR-prosess er ikke vist i figuren. Det samme gjelder dispersjonsvannutrustning til flotasjonen og kompressorer til vasking av sandfiltre. Diverse doseringspumper og pumper for slam og slamvann er heller ikke vist.

#### Bygg

I kostnadsberegningene inngår betongarbeider i forbindelse med følgende anleggsdeler:

- Kum for fordeling av vann til ny og eksisterende vanddel
- Innløpspumpestasjon
- Rister
- Sand- og fettfang
- Finsiler inkl. flokkulering foran finsiler
- MBBR-reaktorer
- Flotasjon, inkl. flokkulering foran flotasjon
- UV-anlegg
- Rejektvannsrenseanlegg (lagring av rejektvann er ikke inkludert)
- Lagringstank for B-glykol
- Kanaler

MBBR-prosessen utformes med betongoverdekning inkl. kupoler. Øvrige anleggsdeler overdekkes med aluminiumplank hvor det er aktuelt. Det er inkludert kostnader for lagringstank for etanol og fellingskjemikalie i byggekostnadene.

### Maskin

I maskinkostnadene inngår utstyr knyttet til de ulike prosessdelene, inkludert rør og pumper for slam og rejektivann mellom ny vanddel og eksisterende slambehandling.

### VVS

Ventilasjon med luktreduksjon er inkludert i kostnadene, samt varme- og sanitæranlegg.

### Elektro

Kalkylen for elektro-kostnader forutsetter et tett samarbeid med alle leverandører som skal ha installert teknisk utstyr. Alle prosessrelaterte installasjoner skal leveres etter EN 60204-1, basert på egen risikoanalyse. Alle relevante EKOM-forskrifter for datanettverk gjelder. Av andre entrepriser som vil påvirke denne entreprise, nevnes E2: Styring/Automasjon, som omfatter levering og idriftsettelse av nytt driftskontrollsystem for komplett utbygget renseanlegg. Kalkylen omfatter følgende:

- Nettstasjon og tilstøtende kostnader med denne fra netteier
- Kontraktsmessige kostnader, rigg og drift, forsikringer, dokumentasjon, igangkjøring og opplæring
- System for kabelføring
- Jording
- Stigekabler
- Fordelinger, hovedtavle med interne bussystemer for effektbrytere
- Underfordelinger
- Kursopplegg til alminnelig forbruk
- Kursopplegg til driftstekniske installasjoner
- Kursopplegg til virksomhet
- Belysningssystemer (LED)
- Nørdlyssystemer (sentralt nørdlyssystem)
- Varme
- Utstyr
- UPS
- IKT og kablingssystemer kobber og fiber
- Adgangssystemer
- Heldekkende brannalarmsystem
- Brannspjeld kabling og styring
- Instrumentering
- Utendørs belysningsanlegg, og røranlegg til gass og gassfakkel

### Instrumentering

I kalkylen er inkludert instrumentering for prosessdelene, vannprøvetakere (10 stk.), mengdemålere for vann (2 stk. i parshallrenne og 9 stk. elektromagnetiske), slam og kjemikalier. Det inngår også kostnader for programmeringsunderlag, tavler, PLS og operatørpanel.

## 3.8. Ny blokk for vannrensing – alternativ 2

### Generelt

Et forenklet flytskjema for totalprosessen i den nye vanddelen, basert på alternativ 2, er vist i figur 4. Prosessen består av:

- Forbehandling og primærrensing
- IFAS-MBR prosess med kombinert for- og etter-denitrifisering pluss simultanfelling.
- Separat rensing av rejektivann (ikke vist i flytskjema).

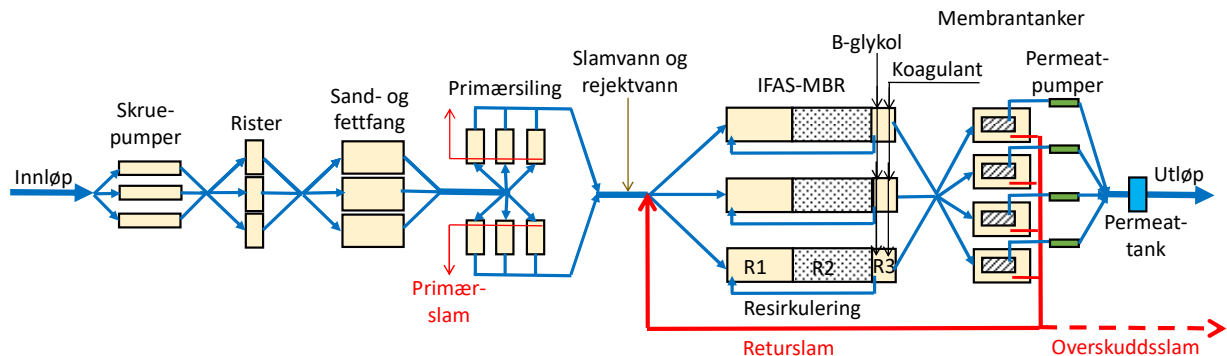


Figure 4. Forenklet flytskjema for ny vanddel ved GRA, basert på alternativ 2.

Blåsemaskiner til sandfang, primærsiler, IFAS-prosess og membrantanker er ikke vist. Det samme gjelder utrustning til kjemisk rengjøring av membraner. Diverse doseringspumper og pumper for slam og slamvann er heller ikke vist.

## Bygg

Betongarbeider utføres i forbindelse med følgende anleggsdeler:

- Kum for fordeling av vann til ny og eksisterende vanddel
- Innløpspumpestasjon
- Rister
- Sand- og fettfang
- Finsiler inkl. flokkulering foran finsiler
- Aktivslam- og IFAS-reaktorer
- Membrantanker
- Permeattank
- Rejektivannrensaneanlegg (lagring av rejektivann er ikke inkludert)
- Lagringstank for B-glykol
- Kanaler

Aktivslam- og IFAS-tanker utformes med betongoverdekning inkl. kupoler. Øvrige anleggsdeler overdekkes med aluminiumplank hvor det er aktuelt. Det er inkludert kostnader for lagringstank for fellingskjemikalie i byggekostnadene.

## Maskin

I maskinkostnadene inngår utstyr knyttet til de ulike prosessdelene, inkludert rør og pumper for slam og rejektivann mellom ny vanddel og eksisterende slambehandling.

## VVS

Ventilasjon med luktreduksjon er inkludert i kostnadene, samt varme- og sanitæranlegg.

## Elektro

Tilsvarende kostander som for alternativ 1 forutsettes, se forrige kapittel.

## Instrumentering

I kalkylen er inkludert instrumentering for prosessdelene, vannprøvetakere (10 stk.), mengdemålere for vann (2 stk. i parshallrenne og 4 stk. elektromagnetiske), slam og kjemikalier. Det inngår også kostnader for programmeringsunderlag, tavler, PLS og operatørpanel.

### 3.9. Ny utløpsledning til Leira

Kapasiteten for utløpsledningen er 500 l/s (1800 m<sup>3</sup>/h). I prognosene for fremtidig tilrenning vil  $Q_{maks}$  bli større enn 1800 m<sup>3</sup>/h i år 2033. Det vil altså bli aktuelt med en ny utløpsledning før 2050, men det er ikke beregnet kostnader for utløpsledningen i dette skisseprosjektet.

## 4. Kostnadsberegninger

### 4.1. Investeringskostnader

Direktekostnader for bygg, maskin, VVS, elektro og automasjon/instrumentering beregnes for de ulike anleggsdelene som ble beskrevet i kapittel 3. Kostnader for uspesifiserte direktekostnader estimeres til 10 % av de beregnede direktekostnadene, og kostnader for uforutsett estimeres til 20 % av spesifiserte og uspesifiserte direktekostnader. Kostnader for prosjektering samt prosjekt- og byggeledelse beregnes estimeres til 10 % av uforutsett samt spesifiserte og uspesifiserte direktekostnader. Estimerte investeringskostnader for hvert tiltak er presentert i tabell 1. De totale kostnadene for utvidelsen er estimert til:

**684 mill. kr** ved utvidelse med alternativ 1, og  
**564 mill. kr** ved utvidelse med alternativ 2.

De estimerte investeringskostnadene er usikre. Det er potensiale for å redusere kostnader, f.eks. hvis anlegget kan gjøres mer arealeffektivt eller hvis man kan få ned kostnadene for enkelte elementer. Det er også risiko for at kostnader for uspesifisert, uforutsett og prosjektering, prosjekt- og byggeledelse blir høyere enn estimert.

### 4.2. Årskostnader for investeringer

For å beregne årskostnader for investeringene benyttes en avskrivningstid for bygg på 40 år. Avskrivningstiden gjelder også for 50 % av uspesifiserte kostnader samt kostnader for uforutsett og prosjekt- og byggeledelse. Maskin, VVS, elektro og automasjon, samt resterende kostnader for uspesifisert, uforutsett og prosjekt- og byggeledelse avskrives på 20 år. Dette gjelder imidlertid ikke for membraner i MBR-anlegget (alternativ 2), hvor det benyttes en avskrivningstid på 10 år. En rente på 5 % benyttes for å beregne amortiseringsfaktorer for samtlige poster. Det gir amortiseringsfaktorer på 0,0253 for bygg, 0,0503 for maskin, VVS, elektro og automasjon, samt 0,1003 for membraner i MBR-anlegg.

Totale årskostnader for investeringer (kapitalkostnader) er beregnet til:

**25,0 mill. kr pr. år** ved utvidelse med alternativ 1, og  
**20,9 mill. kr pr. år** ved utvidelse med alternativ 2.

### 4.3. Driftskostnader

Estimerte kostnadsberegninger er presentert i tabell 2. Enhetspriser for de kostnadselementer som er inkludert er vist i tabell 3. Det antas at den årlige vedlikeholdskostnaden er 1 % av kostnaden for bygg og 2 % av kostnaden for maskin (beregnet basert på de spesifiserte kostnadene for disse to kostnadspostene). Totale driftskostnader er beregnet til:

**13,6 mill. kr/år** for alternativ 1, og  
**11,3 mill. kr/år** for alternativ 2.

#### **4.4. Totale kostnader per år**

Summen av årskostnader for investeringer og driftskostnader er beregnet til:

**38,6 mill. kr/år** for alternativ 1, og  
**32,2 mill. kr/år** for alternativ 2.

Alle de driftskostnadene man per i dag har i eksisterende renseanlegg kommer i tillegg. I tillegg vil de driftskostnadene i slambehandlingen som er avhengig av mengden slam øke proporsjonalt med slammengdene. Slammengden er estimert å bli 1,9 ganger høyere i 2050 enn i dag.

**Tabell 1. Estimerte investeringskostnader i NOK (2017 kostnadsnivå)**

Kostnadselement	Rehabilitering eksisterende anlegg	Flytting av gassklokke og fakkell	Sandfilter i eksisterende anlegg	Nytt forrenseanlegg	Nytt bygg med administrasjon, lab, garderobes	Nytt anlegg alternativ 1	Nytt anlegg alternativ 2
Bygg	15 435 000	1 120 000	22 014 800	9 520 917	28 950 000	194 465 171	133 658 318
Maskin	4 144 800	1 050 000	11 192 500	6 772 653	-	124 470 043	111 056 550
VVS	3 047 500	-	632 500	920 000	-	22 563 000	17 560 500
Elektro	-	100 000	1 343 100	1 015 898	-	18 670 506	18 670 506
Automasjon	-	100 000	670 000	639 000	-	9 487 000	5 633 000
<b>SUM direktekostnader</b>	<b>22 627 300</b>	<b>2 370 000</b>	<b>35 852 900</b>	<b>18 868 468</b>	<b>28 950 000</b>	<b>369 655 721</b>	<b>286 578 875</b>
Uspesifisert	2 262 730	237 000	3 585 290	1 886 847	-	36 965 572	28 657 887
<b>SUM inkl. uspesifisert</b>	<b>24 890 030</b>	<b>2 607 000</b>	<b>39 438 190</b>	<b>20 755 315</b>	<b>28 950 000</b>	<b>406 621 293</b>	<b>315 236 762</b>
Uforutsett	4 978 006	521 400	7 887 638	4 151 063	-	81 324 259	63 047 352
<b>SUM inkl. uspesifisert og uforutsett</b>	<b>29 868 036</b>	<b>3 128 400</b>	<b>47 325 828</b>	<b>24 906 378</b>	<b>28 950 000</b>	<b>487 945 551</b>	<b>378 284 115</b>
Prosjektering, prosjekt- og byggeledelse	2 986 804	312 840	4 732 583	2 490 638	2 895 000	48 794 555	37 828 411
<b>Totalt estimat</b>	<b>32 854 840</b>	<b>3 441 240</b>	<b>52 058 411</b>	<b>27 397 016</b>	<b>31 845 000</b>	<b>536 740 106</b>	<b>416 112 526</b>

**Tabell 2. Estimerte driftskostnader i NOK/år (2017 kostnadsnivå)**

Kostnadselement	Sandfilter i eksisterende anlegg	Nytt forrenseanlegg	Nytt anlegg alternativ 1	Nytt anlegg alternativ 2
Energi	88 152	683 280	2 887 167	2 533 964
Ekoflock-90	177 723		2 726 042	1 868 958
Polymer			58 000	58 000
Øvrige innsatsmidler			751 052	757 052
B-glykol			0	0
Spylevann			948	948
Vedlikehold	523 821	282 421	5 378 354	4 337 833
<b>SUM driftskostnader</b>	<b>789 696</b>	<b>965 701</b>	<b>11 801 563</b>	<b>9 556 754</b>

**Tabell 3. Enhetspriser for beregning av driftskostnader**

Kostnadselement	Enhet	Pris
Energi	NOK/kWh	0,8
Ekoflock-90	NOK/kg	2,1
Polymer	NOK/kg	40
B-glykol	NOK/m <sup>3</sup>	0

## 5. Alternative anskaffelsesmodeller

Det er viktig å avsette tid og ressurser i forprosjektet for å få full forståelse av hvordan utvidelsen bør gjennomføres. Man må vurdere alternativer for fremtidig utvidelse, etter 2050, og avklare disse planene med flyplassen for å unngå fremtidige konflikter for arealbruk, etc. Kostnadsberegninger bør gjennomføres også i forprosjektet, slik at beslutningsgrunnlaget inkluderer de endringer som er gjennomført i denne fasen av prosjektet. I forprosjektet bør man også detaljere omfanget av bygg- og anleggsvirksomheten og forventet fremdrift av prosjektet. Man bør etablere en prosjektorganisasjon med riktig kompetanse og kapasitet som planlegger prosjektgjennomføringen, og som velger egnet entreprisform og anskaffelsesprosedyre for utvidelsen. Man må forsikre seg om at grunnlag for videre detaljprosjektering, kontrahering og kontrakt med utførende er av god nok kvalitet. Et grundig forarbeid og best mulig kjennskap til alle sider ved prosjektet er den viktigste forutsetningen for å kunne velge riktig entreprisform.

De entreprisformene som kan bli aktuelle for utvidelsen av Gardermoen rensesanlegg er følgende:

1. Byggherrestyrt delt entreprise (inkl. hovedentreprise/generalentreprise)
2. Totalentreprise
3. Kombinasjon byggherrestyrt delt entreprise og totalentreprise
4. OPS- eller partneringkontrakt

For byggherrestyrt delt entreprise og totalentrepriser er det standardkontrakter tilgjengelige som kan brukes på forskjellige måter. Det er mulig å kombinere disse to kontraktene til en kombinert byggherrestyrt delt entreprise og totalentreprise. Det er også mulig å kombinere kontraktene med en OPS- eller partneringavtale.

### 5.1. Byggherrestyrt delt entreprise (inkl. hovedentreprise/generalentreprise)

I byggherrestyrte delte entrepriser har byggherren separate kontrakter med rådgivere, utførende entreprenører og leverandører. En byggherrestyrt delt entreprise kan innebære at både prosess og bygg kontraheres som delte entrepriser. Byggherren leier normalt inn en rådgiver som styrer detaljprosjekteringen av prosess, maskin og bygningsmessige fag. Arbeidene kontraheres normalt i flere delte entrepriser etter byggherrens vurderinger. Denne arbeidsformen gir byggherren stor frihet å styre utformingen av anlegget, men krever en byggherreorganisasjon som kan håndtere alle aktører og grensesnitt i gjennomføringsfasen av prosjektet. Det kreves at byggherren har kompetanse/leier inn kompetanse for å samordne de ulike fagene på detaljnivå.

Entreprisformene hovedentreprise og generalentreprise inngår under kategorien byggherrestyrte delte entrepriser, og kan defineres på følgende måte:

#### Hovedentreprise

Byggherren engasjerer rådgivere og er ansvarlig for utarbeidelse av tilbudsgrunnlag for de ulike fag. Ved kontrahering kan en eller flere entrepriser tiltransporteres til en hovedentreprenør som blir ansvarlig for gjennomføring av flere entrepriser. Den entreprenør som overtar ansvaret for delentrepriser i en hovedentreprise får kompensert for de ytelser og ansvar som dette innebærer i samsvar med definert avtale mellom byggherre og hovedentreprenør.

#### Generalentreprise

Byggherren engasjerer rådgivere, er ansvarlig for utarbeidelse av tilbudsgrunnlag for alle arbeider som prosjektet innebærer, innhenter tilbud på dette og inngår én kontrakt med én

kontraktspartner på entreprenørsiden (generalentreprenøren) som har sine egne kontrakter med underentreprenører.

Byggherrestyrte delte entrepriser, med for eksempel både hovedentrepriser og generalentrepriser, er regulert av definerte kontraktbetingelser, NS 3430/NS 8405/8406.

## 5.2. Totalentreprise

I en totalentreprise har byggherren kontrakt med en entreprenør/leverandør som igjen har kontrakt med nødvendige rådgivere og underentreprenører/leverandører for gjennomføring av prosjektet. Totalentreprise er definert av kontraktbetingelser NS 3431 eller NS 8407. Totalentreprise har til en viss grad fellestrekk med en generalentreprise, med den forskjell at all prosjektering, produksjon av arbeidstegninger og vanligvis byggeledelse, ligger inne i kontrakten med totalentreprenøren.

## 5.3. Kombinasjon byggherrestyrt delt entreprise og totalentreprise

Anskaffelsen av et renseanlegg kan deles inn i en totalentreprise for prosess og delte entrepriser for bygg. Konkurranses grunnlaget for prosessanlegget utformes som en åpen kravspesifikasjon og en prosessleverandør kontraheres som en totalentreprise. Byggprosjektering skjer med delte entrepriser for bygg, anlegg, VVS og byggelektro.

En rådgiver engasjeres normalt for å assistere byggherren i hele prosjektfasen etter behov, og primært med utarbeidelse av kravspesifikasjon og kontrahering av prosess teknisk leverandør. Prosessleveransen danner deretter grunnlag for prosjektering av bygg, VVS og byggelektro. Etter behov bør det være rom for en viss grad av fleksibilitet knyttet til framdrift for detaljprosjektering av prosessanlegg og byggprosjektering/kontrahering av byggetekniske fag. Det er en betingelse at det er nært samarbeid og god dialog mellom prosess teknisk leverandør og prosjekterende for bygg, VVS og elektro for å unngå konflikter i byggefase (grensesnittproblematikk spesielt for elektro og VVS, men også for bygg). Det kan være en fordel at prosessanlegget detaljprosjekteres før tilbudsgrunnlaget for bygg og tekniske fag utarbeides.

Sammenlignet med en delt entreprise vil anskaffelsesmodellen stille større krav på at byggherrens ønsker er tydelig definert i konkurransegrunnlaget og spesifikasjonene for prosessleveransen. Inndelingen i totalentreprise for prosess og delt entreprise for bygg gir færre grensesnitt for leveransene, da hele den prosess tekniske leveransen er en entreprise og kan dermed redusere behovet for egen prosjektorganisasjon/byggeledelse hos byggherren. Funksjonsansvaret for anlegget er plassert hos en aktør, prosessleverandøren.

Inndelingen i totalentreprise for prosessanlegget og delt entreprise for bygg gir en større fleksibilitet for byggherren enn en ren totalentreprise. Byggherren tar imidlertid også et større helhetsansvar, og det er også krav om at byggherreorganisasjon kan håndtere alle aktører og grensesnitt i gjennomføringsfasen av prosjektet.

## 5.4. OPS- eller partneringkontrakt

OPS (Offentlig Privat Samarbeid) er et samarbeid mellom offentlig og privat sektor om et prosjekt, der privat sektor tar en større del av ansvaret knyttet til utvikling og/eller drift av prosjektet. OPS finnes i mange ulike varianter, og det er ingen gitt form på samarbeidet. Det innebærer normalt at partene har avtaler om fordeling av økonomiske risiko i prosjektet. OPS innebærer normalt også samarbeid etter at bygget eller anlegget er ferdig og er i driftsfasen.

Den overordnede intensjonen med OPS er at den offentlige byggherren overlater alt ansvar for bygging, finansiering og drift av et byggeobjekt til en privat aktør og betaler en årlig «leie» for ytelsen over en lengre tidsperiode på for eksempel 20-30 år.



Partneringkontrakter innebærer generelt at en byggherre inngår en avtale om teknisk og økonomisk ansvar/risiko og samarbeider om prosjektet fra en tidlig fase til prosjektet er ferdigstilt.

For OPS- og partneringkontrakter må den positive effekten av tidlig tverrfaglig involvering veies opp mot en mer komplisert anskaffelsesprosess. Det er ikke standardkontrakter tilgjengelige for disse entrepriseformene.

### 5.5. Innovativ anskaffelse/innovasjonspartnerskap/innovasjonskontrakter

Innovative anskaffelser er et utvalg av metoder og verktøy for å få bedre behovsdekning i en anskaffelse. Innovasjon i offentlig anskaffelser legger til rette for anskaffelsesprosesser som gir grunnlag for nyskaping. For å legge til rette for innovasjon i offentlige anskaffelser, må markedet involveres i forkant av anskaffelsen. Det gjelder å formidle virksomhetens behov slik at leverandørene gis handlingsrom til å finne den beste løsningen for virksomheten. Hvis det etter en grundig behovsvurdering og dialog med markedet har blitt klart at behovet ditt ikke kan dekkes av eksisterende løsninger, kan det være aktuelt å utvikle nye løsninger sammen med leverandører og/eller forskningsmiljøer.

Utvikling av nye løsninger skjer som regel i flere faser. Til sammen utgjør fasene en utviklingsprosess. Det er vanlig å markere overgangen fra utvikling til det at løsningen settes i ordinær drift, som et viktig skille. Stadiene før skillet kaller vi tidlig fase, og det er i denne fasen at utviklingsaktiviteter foregår.

En utviklingsprosess kan deles opp i seks faser:

- Idégenerering (forskning)
- Konseptfase
- Prototypefase
- Testfase
- Markedsintroduksjon
- Standardløsning

Det er flere metoder tilgjengelige for å gjennomføre slike utviklingsprosesser, f.eks. innovasjonspartnerskap.

Innovasjonspartnerskap legger til rette for utvikling av løsninger i en samarbeidsprosess mellom kjøper og utvikler/leverandør. Prosedyren brukes ved anskaffelser av løsninger som ikke finnes i markedet fra før. For å legge til rette for innovasjon i offentlige anskaffelser bør man involvere markedet i forkant av anskaffelsen. Formålet med innovasjonspartnerskap er å ta frem helt nye løsninger for å løse et spesifikt behov i virksomheten. I forhold til andre prosedyrer i anskaffelsesregelverket har innovasjonspartnerskap følgende særtrekk:

- Prosedyren skal kun benyttes for anskaffelser av varer og tjenester som per i dag ikke finnes på markedet
- Innovasjonspartnerskap inngås med forhandling
- Det kan inngås partnerskap med en eller flere leverandører
- Selve utviklingsarbeidet skal struktureres i faser med delmål
- Etter hver fase kan oppdragsgiver, basert på delmålene, avslutte innovasjonspartnerskapet

Innovasjon Norge kan bidra økonomisk til samarbeid mellom offentlig og privat sektor i såkalte innovasjonskontrakter. Innovasjonskontrakter basert på forsknings- og

utviklingssamarbeid har som formål å utvikle et nytt produkt eller løsning som ikke tilbys i markedet. Partene i innovasjonskontrakten er en bedrift som utvikler produktet/løsningen og en kunde som har behov for løsningen som utvikles. Førstnevnte kalles leverandørbedriften og sistnevnte pilotkunde. Et krav for prosjektet er at det har internasjonal potensial.

## 5.6. Anbefaling av anskaffelsesmodell for utvidelse av GRA

Valg av anskaffelsesmodell for GRA bør bases på en analyse av prosjektet og prosjektgjennomføringen. Man bør definere tilgjengelige ressurser i prosjektorganisasjonen og analysere tidligere erfaringer med lignende prosjekter. Et grundig forarbeid for å vurdere de mest egnede entreprisformene er en viktig del av beslutningene, og disse må tas av kompetent personell i en tidlig fase i prosjektet.

Vi har god erfaring av kombinasjonen av byggherrestyrt delt entrepris og totalentreprise for prosess. Det er flere leverandører som leverer komplette prosessløsninger på markedet. De er vant med å jobbe med denne entreprisformen, og kan levere prosessløsninger med funksjons- og prosessgaranti. Gjennom å utnytte disse leverandørenes kompetanse og erfaring, så kan man få en kostnadseffektiv prosessløsning. Disse leverandørene har ikke komplette byggfag i sine organisasjoner for å levere totalentrepriser, men for å levere totalentrepriser er de nødt til å samarbeide med underleverandører. Det er ofte en fordel for byggherren å være fleksibel når det gjelder gjennomføring av arbeider innen byggfagene, og da er denne entreprisformen gunstig. Hvis man velger en delt entrepris for alle fag kan man få problemer hvis man ønsker prosessgarantier av prosessleverandøren. Ulempen ved å gå for en totalentreprise kan altså være at det blir vanskeligere å styre prosjektet underveis.

Det er også mulig å dele opp prosessentreprisene i flere pakker, for eksempel en totalentreprise prosess for forbehandling og primærrensing, og en annen totalentreprise prosess for biologisk og kjemisk rensing. Da har byggherren større muligheter til å få de prosessene han ønsker. I slike tilfeller må man imidlertid være svært nøy med grensesnitt. Det vil også være utfordringer med tanke på prosessgarantier og garantitesting, som vil stille store krav til utforming av garantidokumentene og gjennomføring av testene.

Hvis alternativ 1 velges kan altså en totalentreprise for prosess og en delt entrepris for bygg være et godt alternativ. Det er imidlertid ikke aktuelt å gå videre med alternativ 2 uten at prosessløsningen testes. Det er blant annet usikkerheter tilknyttet hvordan simultanfelling i en IFAS-MBR prosess vil påvirke biofilmen i de aerobe reaktorene. Først bør man gjennomføre pilot-tester for å undersøke potensialet for prosessen. Hvis innledende tester er lovende kan man gå videre med en innovativ offentlig anskaffelse basert på framtidrettede funksjonsbeskrivelser. For å sikre tilstrekkelig underlag for en slik innovativ offentlig anskaffelse vil det være behov for ytterligere testing i noe større skala og over lengre tid. Ullensaker kommune kan da gå sammen med aktuelle industripartnere og søke Innovasjon Norge om et hovedprosjekt, hvor målsettingen er å få til en Innovasjonskontrakt som skal lede fram til en innovativ offentlig anskaffelse. For at alternativ 2 skal bli mulig å realisere er det en forutsetningen at et innovasjonssamarbeid gjennomføres.

## 6. Konklusjon

De totale investeringskostnadene for utvidelsen er beregnet til 684 mill. kr ved utvidelse med alternativ 1, og 564 mill. kr ved utvidelse med alternativ 2. Alternativ 1 er altså estimert til å være ca. 20 % dyrere enn alternativ 2.

Også driftskostnadene er ca. 20 % høyere for alternativ 1 enn for alternativ 2 (13,6 mill. kr/år for alternativ 1, og 11,3 mill. kr/år for alternativ 2).

Årskostnadene for investeringer er beregnet basert på en rente på 5 % og en avskrivningstid på 40 år for bygg og 20 år for maskin, VVS, elektro og automasjon. For membraner i alternativ 2 er det benyttet en avskrivningstid 10 år. De totale årskostnadene, inkl. driftskostnader og avskrivning av investeringskostnader, er beregnet til 38,6 mill. kr/år for alternativ 1, og 32,2 mill. kr/år for alternativ 2. For alternativ 1 er de totale årskostnadene dermed ca. 20 % høyere enn for alternativ 2.

Det totale arealbehovet (inkl. ny vanddel, sandfilter for utløpet fra eksisterende anlegg, utvidet forrenseanlegg og ny administrasjonsdel) er ca. 33 % større for alternativ 1 enn alternativ 2. Det totale arealbehovet for nye bygningsmasser er estimert til ca. 4300 m<sup>2</sup> ved utvidelse med alternativ 2, sammenlignet med et arealbehov på ca. 5700 m<sup>2</sup> for alternativ 1.

Alternativ 2 gir altså en kostnadseffektivere og mer kompakt løsning. IFAS-MBR er en etablert prosess, men det er usikkerheter knyttet til å kombinere prosessen med simultanfelling, hvilket trengs for å oppnå kravet til <0,1 mg Tot-P/l i utløpet. Før det kan bli aktuelt å velge prosessen må man derfor gjennomføre tester av prosessen. Testene kan med fordel gjennomføres i samarbeid med en industripartner, og også anskaffelsen kan gjennomføres som en innovativ offentlig anskaffelse.

Alternativ 1 anbefales hvis det ikke er tid/ressurser tilgjengelig for å gjennomføre tester av alternativ 2, eller hvis det ikke blir aktuelt med en innovativ offentlig anskaffelse for alternativ 2.

Før man går videre med alternativ bør man avklare hvordan man bør plassere adkomstveier til anlegget. Man bør også vurdere mulighetene til videre utvidelser av anlegget når kapasiteten er nådd (i 2050 ifølge prognosene). Man bør også vurdere alternative plasseringer av anlegget, på tomt sør for E16.