

Tønsberg renseanlegg IKS

► **Konseptvalgutredning - felles renseanlegg for 5 kommuner**

Hovedrapport KVV

Oppdragsnr.: 52309897 Dokumentnr.: KVV-1 Revisjon: J02 Dato: 2025-04-01



Konseptvalgutredning - felles renseanlegg for 5 kommuner

Hovedrapport KVV

Oppdragsnr.: 52309897 Dokumentnr.: KVV-1 Revisjon: J02



Oppdragsgiver: Tønsberg renseanlegg IKS
Oppdragsgivers kontaktperson: Petter Silden Jahre
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Larvik
Oppdragsleder: Einar Klavenes
Fagansvarlig: Magnus Utne Gulbrandsen
Andre nøkkelpersoner: Maja Olderskogen Albertsen, Matilde Avdem Frankmo, Markus Lund Andersen (Menon Economics) samt Eirik Bjørn, Jon Arne Engan, Karin Raamat m.fl (Norconsult)

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
J02	2025-04-01	For bruk	Menon	Magnus Utne Gulbrandsen	Einar Hasaas Klavenes

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult og Menon Economics som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

For å imøtekomme nye krav fra EU og redusere miljøbelastningen på Oslofjorden må Vestfoldkommunene Horten, Holmestrand, Sandefjord, Tønsberg og Færder gjennomføre betydelige oppgraderinger i avløpssystemene sine framover. I denne KVV-en peker vi ut fem alternativer kommunene bør velge mellom. Hvilket av alternativene som bør gjennomføres er en avveining mellom totale kostnader og påvirkningen på naturmiljøet i Oslofjorden. Spesifikt dreier det seg her om et valg mellom lavere kostnader eller større positiv påvirkning på resipientene og tilstanden i Ytre Oslofjord. Basert på en samlet vurdering av alle virkningene framstår konseptkombinasjon III (regionale anlegg på Falkensten og Tønsberg Vallø) som den mest samfunnsøkonomisk lønnsomme konseptkombinasjonen. Konseptkombinasjonen medfører noe høyere kostnader enn nullalternativet, men har samtidig en stor positiv virkning på resipientene. Gitt verdien Oslofjorden har vil alternativet kunne utløse store samfunnsøkonomiske gevinster som følge av redusert belastning på sårbare resipienter. På bakgrunn av de analysene vi har gjort, vurderer vi det som sannsynlig at gevinstene ved dette alternativet veier opp for de ekstra kostnadene.

Vestfoldkommunene Horten, Holmestrand, Sandefjord, Tønsberg og Færder står ovenfor store investeringer i avløpssystemene sine framover. Miljøtilstanden i Oslofjorden er kritisk og strengere krav fra EU krever oppgradering av kommunenes renseanlegg for å oppnå tilstrekkelig rensing av nitrogen fra avløpsvannet. For å sikre at kravene imøtekommes på en hensiktsmessig måte har kommunene gått sammen for å utrede en rekke ulike konsepter for oppgradering av avløpsanleggene.

Målet med utredningen er å identifisere en løsning som sikrer «*Miljøvennlig, robust og effektiv håndtering av avløpsvann i Holmestrand, Horten, Tønsberg, Færder og Sandefjord.*» Målet er tett knyttet til de identifiserte behovene, og kan sorteres innunder tre overordnede kategorier av effektmål:

- Belastningen på **natur og miljø** må begrenses.
- Håndteringen av avløpsvann må være **robust** for framtidige endringer og ytre påkjenninger.
- Avløpsvannet må håndteres på en **effektiv** måte som begrenser innbyggernes kostnader.

Den mest hensiktsmessige graden av måloppnåelse av hvert effektmål vil styres av hva som gir høyest oppnåelse av samfunnsmålet, vurdert ut ifra konseptenes samfunnsøkonomiske lønnsomhet. Det innebærer en avveining mellom behovet for robusthet, behovet for effektivitet og behovet for å redusere miljøpåvirkningen.

Mulige løsninger

Svært forenklet består et avløpssystem av renseanlegg som behandler avløpsvannet, og transportanlegg som frakter vannet til og fra anlegget. I utformingen av ulike konseptuelle løsninger er det lagt særlig vekt på å undersøke hvorvidt det kan være hensiktsmessig å samle renseanlegg og utslippspunkter for å utnytte stordriftsfordeler og redusere miljøbelastningen. Hvorvidt rensingen av avløpsvannet fordeles på flere mindre anlegg, slik det er i dag, eller samles i færre og større anlegg har stor betydning for kostnadene. Større anlegg vil kunne utløse stordriftsfordeler knyttet til investeringer og drift av selve renseanleggene, men vil kreve større investeringer i transportsystemene. Hvor anleggene plasseres, og avløpsvannet slippes ut, kan ha mye å si for miljøbelastningen på fjorden. Hvilken renseteknologi som benyttes og hvilke rensekrav som

stilles vil også ha betydning for kostnadene, men vil ha mindre betydning for miljøpåvirkningen så lenge rensekravene blir ivarettatt.

For å identifisere den beste løsningen er det utredet hele 20 ulike konseptkombinasjoner. Konseptkombinasjonene varierer først og fremst med antall renseanlegg og hvor de plasseres. Det er i tillegg vurdert ulike prosessløsninger for de anleggene hvor flere løsninger kan være aktuelle. De ulike alternativene kan sorteres innunder fire overordnede kategorier:

Nullalternativet – alle kommuner oppgraderer sine anlegg hver for seg. Det er her vurdert to ulike renseteknologier ved Falkensten:

- Alternativ 1: Prosessløsning MBBR
- Alternativ 2: Prosessløsning aktivslam

Alternativet innebærer en videreføring av fem eksisterende anlegg, men med etablering av nye rensetrinn for å imøtekomme de nye kravene. I tillegg vil det bygges nytt renseanlegg på Falkensten, ettersom plasseringen av dagens anlegg gir begrensede utviklingsmuligheter. Både nytt anlegg og nye rensetrinn vil kreve vesentlige investeringer i hvert enkelt renseanlegg. Samtidig kan mye av transportanleggene videreføres uten større investeringer. Utslippene av nitrogen reduseres betydelig som følge av nye rensetrinn, men de gjenværende utslippene vil være til de samme resipientene som i dag.

Regionale samarbeid – nærliggende kommuner etablerer fellesløsninger med sine nærmeste naboer. Her er det vurdert syv alternative løsninger, med ett sørlig anlegg og ett nordlig anlegg. Løsningene er ulike kombinasjoner av følgende konsepter:

- Regionalt anlegg i sør:
 - 1A: Samling av Bekkevika, Vårnes og Tønsberg RA på Tønsberg Vallø
 - 1B: Samling av Bekkevika, Vårnes og Tønsberg RA på Slagentangen
 - 1D: Samling av Vårnes, Bekkevika og Enga RA på Enga
- Regionalt anlegg i nord:
 - 1C: Samling av Holmestrand og Falkensten RA på Falkensten. I likhet med nullalternativet er det også her vurdert to ulike prosessløsninger – MBBR og aktivslam.
 - 1E: Samling av Holmestrand, Falkensten og Tønsberg RA på Slagentangen

Ved å samle renseanleggene slipper man å bygge ut nye nitrogenrensetrinn ved alle anleggene, noe som kan være kostnadsbesparende. Ved samling til regionale renseanlegg vil også avløpsvannet fjernes fra flere sårbare resipienter. Det kan også være stordriftsfordeler ved å drifte to regionale anlegg fremfor flere individuelle anlegg. Samtidig vil samling av renseanleggene medføre større investeringer i transportanlegg enn ved individuelle anlegg, ettersom avløpsvannet må fraktes fra renseanleggene som legges ned og til det regionale anlegget. Det må derfor legges rørtraséer og etableres pumpestasjoner ved anleggene som avvikles.

Felles renseanlegg – det etableres et stort fellesanlegg hvor alle renseanleggene foruten Enga samles ved en lokasjon på Slagentangen. Det er her vurdert to ulike renseteknologier for dette konseptet:

- Alternativ 1: Prosessløsning MBBR
- Alternativ 2: Prosessløsning aktivslam

Ved et felles anlegg vil behovet for nytt transportanlegg være omfattende. Totalt vil det være behov for fem nye traséer for å frakte avløpsvannet fra dagens anlegg til Slagentangen. Slagentangen er gjennom tidligere utredninger identifisert som det eneste stedet hvor det kan være relevant å legge et slikt fellesanlegg. I dette konseptet fører man også nesten alle utslippene på et gunstig sted med stor vanngjennomstrømning. Dette gjør at man fjerner utslipp ved sårbare resipienter lenger inn i fjorden.

Kombinasjonsløsninger – ulike kombinasjoner av regionale anlegg og videreføring av eksisterende fasiliteter. Dersom det viser seg å være mest lønnsomt med et regionalt anlegg i en region, er det ikke gitt at det samme er tilfellet i den andre regionen. Vi vurderer derfor også ni konseptkombinasjoner, som hver faller under en av to scenarier:

- Regionalt anlegg i sør med utbygging av eksisterende anlegg i nord.
- Regionalt anlegg i nord med utbygging av eksisterende anlegg i sør.

De regionale anleggene er de samme som spesifisert over. Også her vurderer vi to ulike renseteknologier ved Falkenstein – MBBR og aktivslam..

Vurdering av virkninger

Alle konseptkombinasjonene skissert ovenfor er analysert med hensyn til prissatte kostnader og ikke-prissatte virkninger.¹ Enkelte har høyere prissatte kostnader, uten å gi merkbart bedre miljøeffekter. Dette gjelder:

- Konseptkombinasjoner som både er dyrere enn andre og har dårligere virkninger for naturmiljø/naturressurser kan sees bort i fra.
- Konsepter med MBBR-teknologi har lavere kostnader enn aktivslam, samtidig som miljøvirkningene er relativt like.²
- Et regionalt anlegg på Vallø (1A) er mindre kostbart enn et tilsvarende anlegg på Slagentangen (1B), samtidig som miljøvirkningene er svært like.
- For konseptkombinasjoner med like virkninger på naturmiljø og naturressurser beholder vi kun de billigste.

Basert på disse analysene kan vi se bort i fra 15 av de 20 konseptkombinasjonene. Etter at disse er fjernet står vi igjen med de fem mest aktuelle alternativene. Hver av disse konseptkombinasjonene bringer noe eget til bordet, som de andre ikke gjør – enten i form av høye positive ikke-prissatte virkninger, eller ved å være billigere målt i prissatte kostnader. Alternativene og en oppsummering av virkningene er presentert i tabellen nedenfor.

¹ Prissatte virkninger er kostnader knyttet til investering, drift og vedlikehold og klimagassutslipp. Ikke-prissatte virkninger er blant annet virkninger på naturmiljø, kulturmiljø, naturressurser, rekreasjon og friluftsliv.

² Vi har ikke simulert alle prosessløsningene, og det er derfor noe usikkerhet knyttet til påvirkningen på resipientene ved ulike renseteknologier. Konsekvenser av ulike prosessløsninger vil imidlertid kunne undersøkes nærmere i videre detaljeringsfaser.

Tabell 1: Gjenstående konseptkombinasjoner, med tilhørende virkninger (verdier oppgitt i 2025 nåverdi i millioner kroner)³

	Prissatte virkninger	Differanse fra konsept med laveste prissatte virkninger	Naturmiljø - resipient	Naturmiljø – transport-anlegg	Nordlig alternativ	Sørlig alternativ
I	6 767	-	-	-	Separate anlegg	Separate anlegg
XIX	6 796	29	Liten positiv	Liten negativ	0A Holmestrand + 0C-1 Falkensten	1D Enga + 0B Tønsberg Vallø
XVII	6 849	82	Middels positiv	Liten negativ	1C-1 Falkensten	1D Enga + 0B Tønsberg Vallø
III	6 993	226	Stor positiv	Liten negativ	1C-1 Falkensten	1A Vallø + 0F Enga
VIII	8 250	1 483	Meget stor positiv	Ubetydelig	2A-1 Slagen-tangen	2A-1 Slagentangen + 0F Enga

Hvilket av disse alternativene som er det mest hensiktsmessige er en avveining mellom prissatte virkninger og påvirkningen på naturmiljø. Spesifikt dreier det seg her om et valg mellom lavere kostnader eller større positiv påvirkning på resipientene og tilstanden i Ytre Oslofjord. Nullalternativet (I) har de laveste kostnadene, men er også det alternativet som gir minst forbedring på resipientene og vannforholdene i fjorden. På den andre siden har konseptkombinasjonen med den beste totale påvirkningen på resipientene og Ytre Oslofjord (VIII) de høyeste kostnadene. I tillegg må det vurderes en balanse mellom bedre forhold for resipientene gjennom samling av renseanlegg og de negative konsekvensene dette medfører på land. Større anlegg krever mer omfattende transportinfrastruktur og traseer, noe som har en negativ innvirkning på naturmiljø for de fleste av disse alternativene. Disse virkningene er i all hovedsak midlertidige og har derfor mindre betydning for den samlede vurderingen.

Vurdering av samfunnsøkonomisk lønnsomhet

Hvilket av de fem konseptkombinasjonene som er mest hensiktsmessig er avhengig av hvilken verdi man tillegger virkningene på naturmiljø og naturressurser. Å verdsette naturvirkninger er en krevende øvelse. Det finnes imidlertid flere relevante studier vi kan ta utgangspunkt i for å forsøke å vurdere hvilken størrelsesorden de samfunnsøkonomiske verdiene av tiltakenes miljøeffekter på Oslofjorden kan være.

Det er liten tvil om at økosystemtjenestene i Oslofjorden har stor samfunnsverdi, særlig fordi et stort antall mennesker benytter seg av fjordens ressurser og tjenester. Basert på rapporter fra Miljødirektoratet (2019) og NIVA (2019) kan den årlige verdien av Oslofjordens økosystemtjenester være mellom 9 og 15 milliarder kroner.⁴ Disse tjenestene påvirkes av vannkvaliteten, som igjen forringes av utslipp av avløpsvann med suspendert stoff og næringssalter. De foreslåtte konseptene kan påvirke miljøtilstanden i fjorden på to måter:

1. **Innføring av nitrogenrensing.** Dette vil bidra til redusert eutrofiering i hele influensområdet.
2. **Endring av utslippspunkter.** Dette kan redusere både utslipp av fosfor og suspendert stoff og gjenværende nitrogenutslipp i sårbare områder.

³ Virkninger som ikke er vist i tabellen, er utelatt fordi de er ubetydelige i alle konseptkombinasjoner.

⁴ Gjelder turgåing i strandsonen, bading, fritidsfiske, naturbasert reiseliv, kommersielt fiske og hummerfiske. Tall for 2018.

Miljødirektoratet, 2019. Tilgjengelig [her](#).

NIVA, 2019. Tilgjengelig [her](#).

Sett opp mot dagens situasjon vil alle konseptkombinasjonene medføre en bedring av forholdene, ettersom alle kombinasjoner innebærer etablering av nytt nitrogenrensetrinn som vil gjøre at mindre næringssalter slipper ut i fjorden. En studie fra Nordisk ministerråd (2024)⁵ anslår at verdien av økt rensing av nitrogen kan ha en verdi på 43 til 51 euro per kg (2025 verdi). Det gir en samlet verdi av å innføre nitrogenrensingen i de fem aktuelle kommunene på mellom 3,5 og 4,2 milliarder kroner totalt i netto nåverdi over analyseperioden, sett opp mot dagens situasjon. Det er selvfølgelig stor usikkerhet knyttet til denne type verdsetting, men det gir en indikasjon på hvilken størrelsesorden verdien av å rense nitrogen kan gi. Siden oppnåelsen av rensekravene er lik på tvers av konsepter, vil disse verdiene utløses for alle alternativer, inkludert nullalternativet.

Selv om utslippsreduksjonene sett opp mot dagens nivåer er like for alle alternativer har konseptkombinasjonene ulik plassering av utslippspunkt i fjorden, noe som gir forskjellig påvirkning på resipientene. I tillegg til nitrogen inneholder avløpsvannet også fosfor og organisk karbon, og utslippene av disse stoffene vil øke framover på grunn av befolkningsvekst. Flere av de berørte primære- og sekundærresipientene, spesielt i midtre Oslofjord og rundt Tønsberg, har allerede i dag redusert miljøtilstand på grunn av høye konsentrasjoner av fosfor. Nullalternativet (I) innebærer de samme utslippspunktene som i dag, og påvirker 6 primære resipienter og 11 sekundære resipienter – totalt 17 vannforekomster. Økte utslipp av fosfor og organisk karbon vil over tid svekke den positive effekten av å innføre nitrogenrensning på disse resipientene.

Dersom renseanleggene samles, vil disse utslippene fjernes fullstendig fra en rekke sårbare områder. Dette øker sannsynligheten for å oppnå bedret økologisk tilstand. Resipientene ved fellesanlegget vil få økt mengde avløpsvann, men disse vannforekomstene har generelt god vannutskifting og dybde, slik at økt mengde avløpsvann trolig ikke vil påvirke den økologiske tilstanden i nevneverdig grad. Ved å samle utslippene i områder hvor de i mindre grad påvirker fjorden, øker man derfor sannsynlighet for at flere vannforekomster oppnår en tilfredsstillende økologisk tilstand.

Denne effekten er størst hvis man samler det meste av avløpsvannet i et felles anlegg på Slagentangen. Basert på de analysene og faglige vurderingene som er gjort gjennom KVV-arbeidet vurderer vi at etablering av et felles renseanlegg på Slagentangen i (VIII) vil kunne ha like stor positiv effekt på resipientene som implementeringen av nitrogensrensning i seg selv. Legger vi samme verdi som nitrogenrensingen til grunn vil det si at et felles renseanlegg på Slagentangen, konseptkombinasjon VIII, vil kunne utløse en nytteverdi i størrelsesorden 3,5 – 4,2 milliarder kroner i netto nåverdi – utover det som utløses i nullalternativet. Det er selvfølgelig stor usikkerhet tilknyttet dette anslaget og det må kun brukes som en indikasjon på størrelsesorden. Men, selv om en samling av renseanleggene på Slagentangen kun utløser 42 prosent av verdianslaget for miljøgevinsten ved nitrogenrensing vil det forsvare merkostnaden på 1,5 mrd. sett opp mot nullalternativet.

Hvilket alternativ som framstår som det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme er imidlertid avhengig av hvor mye av nytten som kan utløses i de øvrige alternativene sett opp mot kostnadene. Dette er særlig krevende å vurdere fordi verdien av å flytte utslippene fra en svært belastet resipient til en litt mindre belastet resipient (liten positiv virkning på resipient) kan ha en nokså begrenset verdi. På samme måte vil forskjellen i merverdi av å gå fra å flytte utslippene til en godt egnet resipient med bedre miljøtilstand (som gir stor positiv virkning på resipienten) til å flytte utslippene til den mest egnede resipienten (svært stor positiv virkning på resipienten) også kunne være noe begrenset. For å kunne gi en indikasjon på hvilket av de aktuelle alternativene som kan være det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme har vi gjennomført noen eksempelberegninger, vist tabellen nedenfor. I beregningene har vi brukt de verdsettingsmetodene vi har skissert ovenfor, kombinert med faglige vurderingene av resipientvirkninger, til å indikere et mulig spenn for den samfunnsøkonomiske verdien av resipientvirkningene i de aktuelle alternativene.

⁵ Nordisk ministerråd, 2024. Tilgjengelig [her](#).

Tabell 2: Estimert samfunnsøkonomisk lønnsomhet ved de fem mest aktuelle konseptkombinasjonene. Nåverdi i 2025-kroner.

	Prissatte virkninger	Virkninger på resipient	Naturmiljø – verdi (eksempelberegning)	Samf.øk. lønnsomhet (eksempelberegning)
I	6 767 mill.	-	3 570 – 4 240 mill. kr	-3 200 – -2 530 mill. kr
XIX	6 796	Liten positiv	3 610 – 5 300 mill. kr	-3 190 – -1 500 mill. kr
XVII	6 849	Middels positiv	5 360 – 6 350 mill. kr	-1 490 – -500 mill. kr
III	6 993	Stor positiv	6 250 – 8 430 mill. kr	-740 – 1 440 mill. kr
VIII	8 250	Meget stor positiv	7 140 – 8 470 mill. kr	-1 110 – 220 mill. kr

Beregningene ovenfor er svært usikre og kun å anse som eksempelberegninger. De kan likevel gi en indikasjon på hvilket alternativ som har det største potensialet for å være samfunnsøkonomisk lønnsomt. Vi ser av tabellen at konseptkombinasjon III, regionale anlegg, har det høyeste potensialet for lønnsomhet gitt forutsetningene som ligger til grunn. Av det resterende alternativene er det tt felles anlegg på Slagentangen, alternativ VIII, som kommer nærmest. Øvrige alternativer framstår med et lavere potensial for å være samfunnsøkonomisk lønnsomme og nullalternativet framstår som det alternativet som er minst samfunnsøkonomisk lønnsomt.

Andre tilnærminger til å verdsette de positive virkningene på resipientene understøtter den samme konklusjonen. Det er blant annet studier som viser at berørte innbyggere har svært høy betalingsvillighet for å bedre den økologiske tilstanden i fjorden. Det støtter oppunder konklusjonene om at alternativer som medfører vesentlige forbedringer av miljøforholdene i Oslofjorden sannsynligvis er samfunnsøkonomisk lønnsomme, hvis ikke kostnadene blir for store.

Samlet vurdering og anbefaling

Basert på en samlet vurdering av alle virkningene framstår konseptkombinasjon III, **regionale anlegg på Falkenstein og Tønsberg Vallø**, som den mest samfunnsøkonomisk lønnsomme konseptkombinasjonen. Konseptkombinasjonen medfører høyere kostnader enn nullalternativet, men har samtidig en stor positiv virkning på resipientene. Gitt den verdien Oslofjorden har vil alternativet kunne utløse store samfunnsøkonomiske gevinster som følge av redusert belastning på sårbare resipienter. Selv om vi ikke har grunnlag for å slå fast størrelsen på disse gevinstene, viser eksempelberegninger basert på relevante verdsettsstudier at de samfunnsøkonomiske verdiene vil være betydelige.

På bakgrunn av de analysene vi har gjort, vurderer vi det som sannsynlig at gevinstene ved dette alternativet veier opp for de ekstra kostnadene. Merkostnaden av å velge konseptkombinasjon III fremfor konseptkombinasjonen med de laveste kostnadene (I) er 226 millioner kroner, noe som innebærer rundt tre prosent høyere samlede prissatte virkninger. Til gjengjeld gir konseptkombinasjon III stor positiv påvirkning på resipientene og Oslofjorden. Basert på verdien av Oslofjorden for samfunnet og dens betydning for lokalbefolkningen vurderer vi det derfor som sannsynlig at nyttevirkingen ved en renere Oslofjord overgår merkostnaden.

Til tross for at konseptkombinasjon III fremstår som det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme alternativet, er denne vurderingen gjort på bakgrunn av antagelser som er svært usikre. Både den reelle forbedringen i tilstand og verdsettelsen av denne forbedringen er størrelser det er utfordrende å fastslå. Dette gjør også at

vi ikke kan utelukke at de øvrige fire konseptkombinasjonene kan være mer samfunnsøkonomisk lønnsomme enn III.

Dersom det har svært høy verdi å gå fra stor til meget stor forbedring for resipientene, kan det være at konseptkombinasjon VIII har den største samfunnsøkonomiske netto nytten. Ettersom VIII er en svært dyr løsning skal det imidlertid mye til før dette blir den mest lønnsomme konseptkombinasjonen.

Verdien av forbedrede resipientforhold kan også være lavere enn vi har lagt til grunn i eksempelberegningene over. I et slikt tilfelle vil differansen i verdien av virkningene på resipientene bli lavere, og konseptkombinasjonene I, XIX og XVII ville kommet relativt bedre ut. Også her må forutsetningene endres betydelig for at disse konseptkombinasjonene skal bli mer lønnsomme enn III, ettersom I, XIX og XVII alle inkluderer høyere utslipp ved svært sårbare resipienter. Differansen på kostnadssiden er også liten sett opp mot de totale kostnadene. Sammenliknet med konseptkombinasjon XIX vil for eksempel III medføre en årlig økning per husholdning på 120 kroner mer enn i nullalternativet. Ettersom effekten på resipientene og miljøtilstanden i Oslofjorden vil bli betydelig bedre ved konseptkombinasjon III, anser vi denne merkostnaden som relativt liten i det store bildet.

Anbefalingen om å gå videre med to regionale renseanlegg muliggjør imidlertid en todelt beslutningsprosess i det videre prosjektløpet. I nord viser analysen at en samlokalisering ved Falkensten er den mest hensiktsmessige løsningen i både alternativ III, og i XVII. Begge disse alternativene innebærer en betydelig forbedring av tilstanden i fjorden, samtidig som kostnadene øker marginalt sett opp mot nullalternativet. Vår entydige anbefaling for kommunene i nord er dermed å samle anleggene på Falkensten.

For det regionale anlegget i sør krever konseptvalget en større avveining mellom kostnader og miljøeffekt. Her står i prinsippet valget mellom en samlokalisering helt i sør ved Enga (I og XVII), eller en samling på Vallø (III). Dette valget har stor påvirkning på resipientene, men det er også større forskjeller i kostnader. Kommunene må derfor gjøre en vurdering av hvordan de veier bedre tilstand for resipientene mot de økte kostnadene i den endelige beslutningen. Så lenge det besluttes å gå videre med en todelt regional løsning kan dette valget tas uavhengig av hvilken løsning som velges i nord.

Innhold

Sammendrag	2
Mulige løsninger	2
Vurdering av virkninger	4
Vurdering av samfunnsøkonomisk lønnsomhet	5
Samlet vurdering og anbefaling	7
1 Om utredningen	12
1.1 Bakgrunn og mandat	12
1.2 Situasjonsbeskrivelse	12
1.3 Grensesnitt mot andre prosjekter	14
1.4 Innhold i KVV-rapporten	14
2 Problembeskrivelse	16
2.1 Avløpsvann bidrar til økt nitrogenbelastning i Ytre Oslofjord	17
2.2 EUs revisjon av avløpsdirektivet utløser strengere krav til nitrogenutslipp	17
2.3 Å imøtekomme kravene krever store investeringer	18
3 Behovsanalyse	20
3.1 Behov for å begrense påvirkning på natur og miljø	20
3.1.1 Behov for å ivareta resipientforhold	20
3.1.2 Behov for å begrense utslipp av klimagasser	20
3.1.3 Behov for plassbesparende løsninger som minimerer naturinngrep	21
3.1.4 Begrense negativ innvirkning på omgivelsene	21
3.2 Behov for robuste avløpsanlegg	21
3.2.1 Behov for anlegg som er i stand til å håndtere fremtidige vannmengder og stoffsammensetning	21
3.2.2 Behov for anlegg som er i stand til å imøtekomme fremtidige krav	22
3.2.3 Behov for tilgang på kompetanse	23
3.3 Behov for effektive avløpsanlegg	23
3.3.1 Behov for å utnytte stordriftsfordeler der det er mulig	23
3.3.2 Behov for å balansere investeringskostnader og driftseffektivitet	23
4 Strategiske mål	24
4.1 Samfunnsmål	24
4.2 Effektmål	25
4.2.1 Miljøpåvirkning	25
4.2.2 Robusthet	25
4.2.3 Effektivitet	26
4.3 Mulige målkonflikter og prioritering av effektmål	26
4.3.1 Effektivitet og miljøpåvirkning	26
4.3.2 Robusthet og miljøpåvirkning	26
4.3.3 Robusthet og effektivitet	27
5 Rammebetingelser for konseptvalg	28

5.1	Fremtidige krav	28
5.2	Andre rammebetingelser	28
6	Mulighetsstudie	30
6.1	Struktur – sammenslåing og plassering av renseanlegg	30
6.1.1	Nullalternativet	31
6.1.2	Alternativ 1 – regionalt samarbeid	32
6.1.3	Alternativ 2 – et felles anlegg	32
6.1.4	Kombinasjonsløsninger	33
6.2	Prosessløsning	33
6.3	Transportsystem avløp	35
7	Alternativanalyse	38
7.1	Identifisering av virkninger	38
7.1.1	Virkninger utløst av bygging av eller oppgradering av infrastruktur knyttet til renseanlegg, transportsystem og utslippsledninger	39
7.1.2	Virkninger utløst av endrede utslippspunkter for avløpsvann	40
7.1.3	Tidslinje for oppgradering og samling av renseanlegg	41
7.1.4	Om verdsetting av virkningene	42
7.2	Vurdering av samfunnsøkonomiske virkninger	43
7.2.1	Prissatte virkninger	45
7.2.2	Ikke-prissatte virkninger	47
7.3	Sammenstilling av virkninger	49
7.3.1	Overordnet rangering og utsiling av alternativer	50
7.3.2	Vurdering av samfunnsøkonomisk lønnsomhet	52
7.4	Samlet vurdering og anbefaling	59
7.5	Vurdering av usikkerhet	60
7.6	Fordelingsvirkninger	60
8	Føringer for forprosjektfasen	62
8.1	Renseprosess	62
8.2	Slambehandling	62
8.3	Lystgass	63
8.4	Transportanlegg	63
8.5	Klimagassutslipp	64
8.6	Energinøytralitet	64
8.7	Naturkartlegging	65
8.8	Kulturminner	65
Appendiks A	: Detaljert analyse av samfunnsøkonomiske virkninger	66
A.1	Prissatte virkninger	66
A.1.1	Kostnader	66
A.1.2	Frigjøring av areal	77
A.2	Ikke-prissatte virkninger	78
A.2.1	Naturmiljø	79

A.2.2	Kulturmiljø	85
A.2.3	Naturressurser	86
A.2.4	Rekreasjon/friluftsliv	88
A.2.5	Andre ikke-prissatte virkninger	90
A.2.6	Risiko- og sårbarhet (ROS)	93
A.3	Eksempelberegninger – marginalnytte av resipientforbedringer.	94

1 Om utredningen

For å identifisere mulige løsninger som imøtekommer nye krav til nitrogenrensning av avløpsvann fra EU, og redusere miljøbelastningen på Oslofjorden, har Norconsult og Menon gjennomført en KVV på vegne av Vestfoldkommunene Horten, Holmestrand, Sandefjord, Tønsberg og Færder. KVV-en skal vurdere alternative løsninger som inkluderer videreføring av dagens struktur, etablering av regionale fellesanlegg og etablering av et stort felles anlegg.

1.1 Bakgrunn og mandat

Tønsberg renseanlegg IKS utlyste oktober 2023 en konkurranse om levering av rådgivertjenester for konseptvalgutredning for nytt nitrogenrenseanlegg for 5 kommuner. Følgende fem kommuner er tilknyttet oppdraget som da ble konkurranseutsatt, Horten, Holmestrand, Sandefjord, Tønsberg og Færder. Menon Economics og Norconsult ble tilkjent oppdraget med å utarbeide en KVV for utvidelse av renseanlegg i kommunene.

Følgende presisering er hentet fra konkurransens behovsbeskrivelse

«Prosjektet skal munne ut i en anbefalt løsning (konsept) for den enkelte kommune med tilstrekkelig detaljeringsgrad til at kommunene kan fatte et bindende vedtak om konsept og kostnadsramme.»

KVV-ens omfang ble videre definert i behovsbeskrivelsen pkt A.2 i konkurransegrunnlaget hvor også de aktuelle konsept ble definert.

Underveis i KVV arbeidet er det definert ytterligere et alternativ for delt samarbeid (1E Vallø, Holmestrand, Falkensten, Åsgårdstrand).

Norconsult leder oppdraget og er ansvarlige for å levere rådgivertjenester og utforme konseptuelle løsninger med fokus på VA prosess og VA transportsystemer. Deres fagområder inkluderer ytre miljø, resipientvurderinger, og kostnadskalkyler. Menon Economics har på sin side ekspertise på KVV-metodikk, og har gjennom oppdraget hatt fokus på metode og vurderinger av samfunnsøkonomiske virkninger.

Norconsult og Menon skal belyse virkninger for samfunnet som helhet, og for enkeltkommuner, og gi et godt grunnlag for å vurdere hvilke løsninger det er hensiktsmessig å gå videre med for kommunene.

1.2 Situasjonsbeskrivelse

I dag har de fem relevante Vestfoldkommunene følgende større anlegg Holmestrand RA (Holmestrand kommune), Falkensten RA (Horten kommune), Tønsberg RA (Vallø), Bekkevika RA (Færder kommune), samt Vårnes RA og Enga RA (Sandefjord kommune). Disse renseanleggene er markert med røde bokser på kartet i figur 1-1.

Kartet viser også andre, mindre renseanlegg i området. Vi legger til grunn i denne analysen at de mindre renseanleggene overføres til de større nærliggende anleggene uavhengig av hvilket konsept som velges. Effekten på de mindre renseanleggene vil derfor være den samme i de ulike konseptene, og vi fokuserer derfor gjennomgående på de større renseanleggene markert i rødt.

Figur 1-1: Oversikt over relevante renseanlegg i Vestfold



Alle de større renseanleggene har i dag sekundærrensing, men har ikke rensing av nitrogen. Et nytt direktiv fra EU vil gjøre at alle renseanleggene får krav til nitrogenrensing i fremtiden, og kommunene ønsker derfor å undersøke hvordan de kan gjøre dette på en mest mulig kostnadseffektiv og samfunnsnyttig måte. Denne KVV-en undersøker derfor et spenn av konsepter: Både de beste løsningene innenfor hvert avløpssystem, og større løsninger hvor flere renseanlegg samles.

I denne KVV-en estimerer vi virkningene av at alle utvider renseanleggene sine til å inkludere nitrogenrensing hver for seg (nullalternativet), at noen går sammen i regionale anlegg (alternativ 1) eller at alle⁶ samles til ett felles anlegg (alternativ 2).

1.3 Grensesnitt mot andre prosjekter

Ved oppstarten av KVV-en hadde Horten kommune allerede arbeidet med utredninger av nytt renseanlegg ved Falkensten. Dette arbeidet ble utført av Cowi samt reguleringsarbeid fra Rambøll. Det var der gjennomført ett skisseprosjekt, tomteutredninger og avsatt plass for nytt renseanlegg i kommuneplanen. I dette arbeidet var Holmestrand kommune invitert inn som mulig partner for felles regionalanlegg. For å opprettholde og ivareta den allerede opparbeidede kunnskapen for Falkensten, ble det besluttet at Cowi skulle detaljere og kostnadsberegne konseptet 1C-1 på Falkensten samt utslippsledningen fra renseanlegget og overføringsledningen fra Åsgårdstrand til Falkensten i både 0C-1, 0C-2, 1C-1 og 1C-2. Norconsult har dermed hatt ett grensesnitt mot Cowi i denne KVV-en hvor deler av utredningsarbeidet er utført i regi av Cowi.

I KVV-en siste fase har det kommet et nytt initiativ fra VEAS om samarbeid om et nytt stort renseanlegg på Tofte. En mulighetsstudie utarbeidet av Rambøll ble presentert i november 2024, der kommuner i Mosseregionen, Drammensregionen og Tønsbergregionen var inkludert, i tillegg til overføring fra VEAS. Utredningsarbeidet er nå videreført i et skisseprosjekt der flere rådgiverselskap deltar. Utredningen innebærer å se på tilknytning av alle eller flere av deltakerkommunene i denne KVV-en samt andre renseanlegg med utslipp til Oslofjorden. Det er besluttet å gi Tofte-utredningen tilgang på denne KVV-en sin prosjektdokumentasjon. Hvorvidt de fem deltakerkommunene i denne KVV-en velger å inngå i videre utredningsarbeid i dette initiativet vil det tas stilling til etter mottak av første delrapport som skal foreligge ultimo mai.

1.4 Innhold i KVV-rapporten

Denne KVV-en skrives på oppdrag for kommunene, og er ikke knyttet til en statlig investering. Den er derfor ikke omfattet av kravene under Statens prosjektmodell. KVV-en følger likevel kravene til en KVV iht. rundskriv R-108. Det vil si at KVV-en beskriver problemet som skal løses, behovet som må fylles, strategiske mål og rammebetingelser for prosjektet. Deretter gjennomføres en mulighetsstudie hvor vi utforsker mulighetsrommet og gjør en grovsiling av alternativer. Til slutt ser vi de endelige alternativene opp mot hverandre i alternativanalysen og rangerer i ut ifra samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Avslutningsvis er det gitt råd og føringer til det videre arbeidet med forprosjektet.

Tabell 1-1: Oversikt over prosjektnotat utarbeidet i forbindelse med KVV-en.

Dokument-nummer	Tittel	Kort beskrivelse av innhold
PN-1	Mål og vurderingskriterier	Presenterer mål og vurderingskriterier. Presenterer overordnet problembeskrivelse, konkrete behov problemet medfører og som

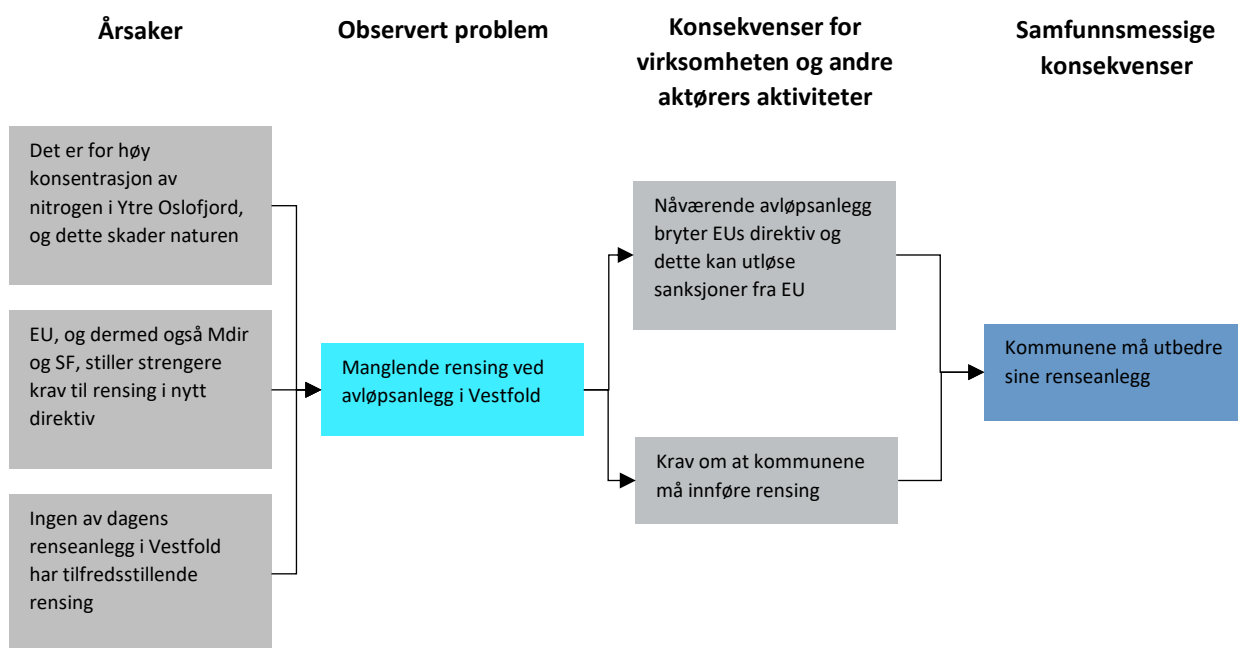
⁶ Alle med unntak av Enga RA.

		konseptene må imøtekomme. Formulerer et sett med strategiske mål. Skisserer veien videre i prosjektet.
PN-2	Dimensjoneringsgrunnlag	Dimensjonerende hydraulisk belastning, stoffbelastning og temperatur er vurdert for alle anlegg.
PN-3	Prosessløsninger	Vurdering av ulike prosessløsninger for hvert av renseanleggene.
PN-4	Dimensjonering av RA	Presenterer dimensjonering av renseanleggene for hver av de aktuelle prosessløsningene.
PN-5	Transportsystem avløp	Omfatter transportanleggene for avløp. Inneholder en beskrivelse av metode, rammebetingelser, mulighetsstudie, alternativanalyse inkl. vurdering av prissatte og ikke prissatte virkninger og konklusjon, samt føringer for videre arbeid.
PN-6	Geotekniske vurderinger av traséer	Inneholder overordnet vurdering av geoteknisk forhold ved renseanlegg fra Holmestrand til Enga. Geotekniske vurderinger for land-delen (ikke sjø).
PN-7	Slambehandling	Omhandler slambehandling ved renseanleggene for hvert av konseptene.
PN-8	Risiko og sårbarhetsvurdering	Rangerer alternativene med hensyn på risiko knyttet til bygge- og anleggsaktiviteter og drift av ferdig løsning. Følgende farer er sårbarhetsvurdert: Forurensning/kulturminner, skred, forsinkelser, bortfall av energiforsyning, drift/reparerbarhet, overbelastning (overløpsutslipp)
PN-9	Resipientvurderinger	Vurdering av hvordan ulike scenarier for utslipp av næringssalter og organisk karbon fra avløp i Vestfoldregionen vil påvirke nærliggende sjøresipienter.
PN-10	Øvrig infrastruktur	Vurdering av øvrig infrastruktur for hvert av konseptene. Med øvrig infrastruktur defineres i denne sammenheng; trafikk og atkomstløsninger, elforsyning, fiberkommunikasjon og vannforsyning.
PN-11	Kalkyle	Sammenfatter resultatene fra kostnadskalkyler, usikkerhetsanalyser og LCC-analyser.
PN-12	Usikkerhetsanalyse	Økonomisk usikkerhetsanalyse av basiskalkyler.
PN-13	Organisering	Vurdering av organisasjonsformer for anleggene.
PN-14	Klimagassberegning	Presenterer klimagassberegninger for de forskjellige alternativene og konseptkombinasjonene. Belyser forskjeller mellom løsningene.
PN-15	Frigjøring av areal og ombruk av RA	Oppsummerer eiendommers status samt potensialet for endret arealbruk for bestående anlegg som berøres av de ulike konseptvalgene.

2 Problembeskrivelse

Avløpsvann fra byområder inneholder høye nivåer av fosfor og nitrogen, som utgjør en stor miljøutfordring for Ytre Oslofjord. Mens Norge har strenge krav til fosforrensing, mangler tilsvarende krav for nitrogenrensing. Derfor er det mange avløpsanlegg i dag som ikke har nitrogenrenseprosesser. Dette gjelder også for kommunene i Vestfold, og innebærer at nitrogenutslippene i dag har en betydelig negativ virkning på økosystemets helse og balanse. EU har gjennom et revidert avløpsdirektiv innført krav til avansert rensing også for nitrogen. For å oppfylle disse kravene, vil norske kommuner, inkludert de relevante kommunene i Vestfold, måtte investere betydelig i oppgraderinger av avløpsanlegg for å beskytte det marine miljøet i Ytre Oslofjord.

Avløpsvann fra byområder representerer en betydelig utfordring for vannmiljøet det slippes ut i, ettersom det kan inneholde skadelige konsentrasjoner av blant annet fosfor og nitrogen. Dette er bakgrunnen for at man nå får nye krav til rensing av avløpsvann i både EU og Norge. I Vestfold er det flere kommuner med avløpsanlegg som behandler utslipp til Ytre Oslofjord, inkludert Horten, Holmestrand, Sandefjord, Tønsberg og Færder. Ingen av disse avløpsanleggene har i dag rensetrinn for nitrogen. Det medfører at kommunene må gjennomføre store investeringer i avløpssystemer for å imøtekomme de nye kravene. De overordnede årsak-virkning-sammenhengene i problemstillingene er illustrert i figuren nedenfor.



Årsak-virkningsforholdene beskrevet ovenfor er en forenkling, men viser de overordnede sammenhengene i problemstillingen kommunene i Vestfold står ovenfor. Forholdene kan oppsummeres i følgende grunnleggende problem:

«Manglende rensing av nitrogen ved avløpsanlegg i Ytre Oslofjord»

2.1 Avløpsvann bidrar til økt nitrogenbelastning i Ytre Oslofjord

Bakgrunnen for avløpsdirektivet er at høye konsentrasjoner av nitrogen utgjør en belastning for havmiljøet. Nitrogen spiller en kritisk rolle i havets økosystem, hvor det bidrar til å opprettholde balansen av liv.⁷ Samtidig vil også for høye konsentrasjoner av nitrogen kunne forstyrre økosystemets balanse, og bidra til tap av arts mangfold og svekkede økosystemtjenester.

Økosystemtjenestene Oslofjorden bidrar med kan deles inn i forsynende, regulerende og kulturelle tjenester. Oslofjorden leverer i dag viktige matressurser som fisk og skjell, regulerer klimaet ved å lagre karbon og varme og tilbyr områder for rekreasjon. Disse tjenestene er avhengige av et rikt arts mangfold og effektive stoffkretsløp, hvorav nitrogenkretsløpet er fundamentalt. Et for lavt nivå av nitrogen kan medføre lite næring i sedimentet og påfølgende lite tilgang på føde for bunndyrsamfunnet.⁸ For høyt nivå av nitrogen, leder derimot til økt planktonproduksjon (eutrofiering), noe som øker belastningen på fjorden. En konsekvens av eutrofiering er at arts mangfoldet kan reduseres, mens individtallene økes ettersom enkelte tolerante eller opportunistiske arter blir dominerende.⁹

Oslofjorden er i dag preget av høy tilførsel av nitrogen. En rapport fra NIVA og Havforskningsinstituttet fra 2022 peker på at tilførselen av nitrogen har økt over tid og nå betraktes som et regionalt problem i Ytre Oslofjord.¹⁰ Kommunale og interkommunale avløpsanlegg står for en betydelig andel av denne tilførselen; totalt 19 prosent av tilførselen i årene 2016-2018.¹¹

I Ytre Oslofjord er det flere sårbare områder, blant annet Horten havn, hvor fortsatt høy tilførsel av nitrogen vil kunne få særlig negative konsekvenser. Dersom nitrogennivåene ikke reduseres, vil dette kunne skade økosystemtjenestene. Økosystemtjenestene i Oslofjorden har stor verdi for samfunnet, særlig fordi et stort antall mennesker benytter seg av fjordens ressurser og tjenester. Verdien av økosystemtjenestene som Oslofjorden leverer er belyst i en rapport av Miljødirektoratet i 2019.¹² Den samlede årlige verdien av forsynende tjenester som kommersielt fiske og hummerfiske, og kulturelle tjenester som turgåing i strandsonen, bading, fritidsfiske og naturbasert reiseliv, er anslått til mellom 9 og 15 milliarder kroner.¹³ Det er altså store samfunnsøkonomiske verdier som vil påvirkes ved en ytterligere forringelse av fjorden.

2.2 EUs revisjon av avløpsdirektivet utløser strengere krav til nitrogenutslipp

I tillegg til at negative konsekvenser av dagens utslipp til Ytre Oslofjord i seg selv er en motivasjon til å redusere utslippene, vil også strengere utslippskrav fra EU kunne innføres i norsk rett. Dette innebærer at det ikke bare vil være internt press om å redusere utslipp fra aktører i Norge, men at det er et konkret krav om reduksjon utenfra. EU vedtok i november 2024 en revisjon av direktivet om rensing av kommunalt

⁷ NIVA, 2021. Tilgjengelig [her](#).

⁸ NIVA, 2021 side 66. Tilgjengelig [her](#).

⁹ NIVA, 2021 side 68. Tilgjengelig [her](#).

¹⁰ NIVA, 2021. Tilgjengelig [her](#).

¹¹ NIVA, 2021. Tilgjengelig [her](#).

¹² Miljødirektoratet, 2019. Tilgjengelig [her](#).

¹³ De forsynende tjenestene til Oslofjorden verdsatt til omtrent 125 millioner kroner årlig i 2017, fordelt på kommersielt fiske og hummerfiske. De kulturelle økosystemtjenestene som Oslofjorden leverer, ble verdsatt i NIVA (2019) til 5,7-10,3 milliarder kroner for turgåing i strandsonen, 2,8-3,8 milliarder kroner for bading, 300 millioner kroner for fritidsfiske, og 208 millioner kroner for naturbasert reiseliv.

avløpsvann fra større tettbebyggelser.¹⁴ Det opprinnelige direktivet fra 1991 er allerede implementert i norsk rett, og det nye direktivet vil trolig også implementeres.¹⁵

Det reviderte direktivet tar sikte på å redusere utslipp av organisk materiale (sekundærrensing) og næringsstoffer for å bekjempe eutrofiering. Det introduserer strengere rensekra, inkludert sekundærrensing som standard og tertiærrensing der nødvendig, samt fjerner muligheten for å kun ha primærrensing i mindre følsomme områder. Avløpsanlegg større enn 10 000 personekvivalenter (PE) vil bli underlagt krav om å utvide med nitrogenrensing (tertiærrensing) i tillegg til sekundærrensing.¹⁶ Nitrogenrensekraet er i direktivet på 80 prosent, mens det er krav om mellom 87,5 (10 000 PE) og 90 prosent (150 000 PE) rensing av fosfor.¹⁷ For anlegg med over 10 000 PE som har utslipp til sensitive områder skal 20 prosent av anleggene oppfylle kravene innen utgangen av 2033, 40 prosent innen utgangen av 2036, og 60 prosent innen utgangen av 2039. Innen utgangen av 2045 skal alle anleggene oppfylle dette rensekraet. Direktivet stiller også krav til kvartærrensing, som her innebærer 80 prosent rensing av mikroforurensning som legemiddelrester og andre kjemiske forbindelser.

At det nye direktivet vil påvirke norske anlegg, bekreftes av både Miljødirektoratet og Statsforvalteren i Vestfold og Telemark. Miljødirektoratet signaliserer at de nye kravene vil bli en realitet, og har blant annet levert innspill til kommisjonen ved flere anledninger. Det har i tillegg kommet klare signaler fra Statsforvalteren i Telemark og Vestfold om at nitrogenfjerning bør være et krav i anleggene.¹⁸ Statsforvalteren henviser i stor grad til høringsforslag til nytt avløpsdirektiv, og peker på at nye anlegg må påregne både tertiær- og kvartærrensing.¹⁹ Statsforvalteren peker også på at høringsutkastet fra EU opererer med bestemte tidsfrister for innfrielse av nye krav, og at nasjonale myndigheter har få muligheter for å gi utsettelse på EUs tidsfrister når disse er endelig vedtatt.

Dersom man ikke innfører rensing i tråd med EUs avløpsdirektiv, vil dette kunne innebære konsekvenser for Norge. I første omgang vil det kunne utgjøre en omdømmerisiko, og være til hinder for fremtidig samarbeid med EU. I tillegg vil det også kunne lede til sanksjoner dersom kravene ikke etterleves. Dette kan skje ved at ESA, som er EFTAs²⁰ overvåkingsorgan, først sender ut et formelt varsel med deres synspunkter, og gir staten en sjanse til å respondere.²¹ Hvis problemet ikke løses kan ESA levere en grunnlagt uttalelse («reasoned opinion»), hvor ESA begrunner sitt syn på saken og pålegger staten å gjennomføre tiltak slik at overtredelsen opphører.²² Dersom ESA og staten ikke kommer til enighet har ESA rett til å stevne staten for EFTA-domstolen, med begrunnelsen om at EØS-avtalen er brutt. Dette er imidlertid en rett, og ikke et påbud. Eventuelle effekter på omdømme og muligheten for stevninger påvirker den samfunnsøkonomiske konsekvensen av å ikke innføre rensing i anlegget.

2.3 Å imøtekomme kravene krever store investeringer

I dag er det ingen av de aktuelle anleggene med utslipp til Ytre Oslofjord som har egne nitrogenrensetrinn. Nitrogenfjerning er aktualisert de siste to årene, hvor Fuglevik RA (MOVAR IKS) i Østfold vil bli det første anlegget i Ytre Oslofjord som oppfyller dette kravet. Kravet der er satt til 70 prosent reduksjon av Total nitrogen (TN), målt som gjennomsnitt over året. Dette var situasjonen før forslaget til nytt avløpsdirektiv kom. I forslaget til avløpsdirektivet var kravet satt til 85 prosent som gjennomsnittlig reduksjon av nitrogen, men

¹⁴Se [DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL CONCERNING URBAN WASTEWATER TREATMENT](#) og beskyttelsen av direktivet [Urban wastewater: Council adopts new rules for more efficient treatment - Consilium](#).

¹⁵ KLD vurderte for eksempel det opprinnelige direktivforslaget som både EØS-relevant og akseptabelt. Se [Revisjon av avløpsdirektivet - regjeringen.no](#).

¹⁶ Se [Europaparlamentets pressemelding](#).

¹⁷ Se artikkel 7 og vedlegg 2 i direktivet, [her](#).

¹⁸ Utvidelse av Falkenstein renseanlegg, Mulighetsstudie Regionalt nitrogenrensing i Nordre Vestfold

¹⁹ Mulighetsstudie regional nitrogenrensing i nordre vestfold

²⁰ "European Free Trade Association"

²¹ Se [How EEA law is Enforced](#).

²² Se [Regjeringens beskrivelse av traktatsbruddsprosedyre](#).

endelig tekst i direktivet angir en lavere reduksjon på 80 prosent. Det er ingen anlegg i Vestfold som har dette kravet i dag, og derfor vil mange anlegg måtte utvides for å også inkludere prosesser tilpasset reduksjon av nitrogen.

Nitrogenrensing innebærer store utbygginger med tilhørende betydelige investeringer. I forbindelse med krav fra Statsforvalter i 2020 om å fjerne 70 prosent av nitrogen fra avløpsvannet ved Fuglevik renseanlegg i Moss, anslo Movar IKS at dette vil ha en kostnad på mellom en halv og én milliard. Kostnadsestimatene for investeringen i nye prosessstrinn innad i kommunene vi ser på spriker fra rundt 200 millioner kroner til rundt halvannen milliard kroner, avhengig av kommune og alternativ utforming. Dette er en kostnad som kan være vanskelig å bære for den enkelte kommune alene jf. mulighetsstudiene og skisseprosjektene for avløpsanlegg i regionen. Selvkostprinsippet²³ tilsier at dette vil være en kostnad som bæres av kommunens innbyggere direkte gjennom gebyrer. En investering i denne størrelsesordenen vil utgjøre en betydelig økning i innbyggernes kostnader knyttet til vann og avløp. Dette er bakgrunnen for at kommunene ønsker å utforske muligheten for å redusere kostnadene gjennom å opprette et eller flere felles avløpsanlegg.

²³ Selvkostprinsippet innebærer at kostnadene kommunen har innenfor vann og avløp skal dekkes av innbyggernes gebyrer, men at gebyrene ikke skal overstige kommunens nødvendige kostnader på vann- og avløpssektoren. Gebyrene skal altså dekke det det koster for kommunen å levere tjenestene, men ikke høyere enn nødvendig. Se [Forskrift om begrenning av forurensning del 4A om kommunale vann- og avløpsgebyrer](#) for detaljer.

3 Behovsanalyse

Kommunene står overfor tre sentrale behov i utbyggingen avløpsanlegg. For det første er det behov for løsninger som begrenser påvirkningen på miljø og klima. Dette innebærer blant annet at løsningene må ivareta resipientforhold og begrense arealbeslag og utslipp av klimagasser. For det andre er det behov for robuste avløpsanlegg, som er i stand til å imøtekomme både fremtidige vannmengder og potensielle fremtidige krav. For det tredje er det behov for effektive løsninger, slik at kostnadene og den økonomiske belastningen på innbyggerne begrenses i så stor grad som mulig

Horten, Holmestrand, Sandefjord, Tønsberg og Færder kommuner må fornye avløpsanleggene for å møte de kravene som stilles i det kommende EU-direktivet. Slike investeringer er kostbare, og har en lang tidshorisont. Behovene som følger av problemet, kan oppsummeres i tre hovedkategorier:

- Behov for å begrense påvirkning på natur og miljø.
- Behov for robuste avløpsanlegg som kan takle framtidige endringer og vekst.
- Behov for kostnadseffektiv avløpsrensing.

Vi går i det følgende nærmere gjennom de avdekkede behovene.

3.1 Behov for å begrense påvirkning på natur og miljø

Behovet for å begrense påvirkningen på natur og miljø er utløsende for at kommunene må investere i nye avløps- og renseanlegg. Viktige deler av å begrense natur- og miljøpåvirkningen er å ivareta resipientforhold, redusere klimagassutslipp og begrense de negative innvirkningene på omgivelsene.

3.1.1 Behov for å ivareta resipientforhold

Ivaretagelse av resipientforhold handler om å beskytte det vannmiljøet som mottar avløpsvann fra renseanlegget. Hele Oslofjorden, inkludert Indre Oslofjord, Drammensfjorden og andre sidefjorder, er del av et sårbart økosystem som har vært utsatt for store antropogene belastninger over lang tid. Det er en stor grad av utveksling av vann og næringssalter mellom disse fjordområdene, og miljøtilstanden i områdene henger tett sammen. Bevisstheten rundt miljøtilstanden og den antropogene belastningen områdene utsettes for har økt over tid, og nye tilstandsrapporter viser til større problemer enn tidligere antatt.²⁴ Tilførsler av næringssalter er en av de største truslene mot resipientmiljøene, og det er behov for betydelige tiltak for å bedre situasjonen.

I Ytre Oslofjord er de totale tilførslene større enn i Indre Oslofjord og Drammensfjorden. I sentrale deler av fjorden bør konsentrasjonen av nitrogen i vannmassene ifølge NIVA reduseres med minst 10 prosent for å unngå at tilstanden havner permanent i klassen «moderat» eller dårligere (Staalstrøm et al. 2022).²⁵ Det er også stort fokus på å redusere den organiske belastningen og mengde av partikulært organisk materiale, da det er tegn til reduksjon i lystilgjengelighet nedover i vannmassene. Strengere krav og mer omfattende renseprosesser vil redusere belastningen på vannmiljøet avløpsvannet slippes ut i.

3.1.2 Behov for å begrense utslipp av klimagasser

Norge har i Parisavtalen forpliktet seg til å redusere sine klimagassutslipp med mellom 50 og 55 prosent innen 2030, sammenlignet med 1990.²⁶ Innen 2050 skal Norge bli et lavutslippssamfunn, som innebærer en

²⁴ Tilstandsrapport for Oslofjorden - miljodirektoratet.no

²⁵ NIVA rapport, Staalstrøm et al., 2022. Tilgjengelig [her](#).

²⁶ Rapport fra Ekspertutvalget for klimavennlige investeringer (2022). Tilgjengelig [her](#).

reduksjon i klimagassutslippene på mellom 90 og 95 prosent, sammenlignet med 1990. Kommunene har et stort ansvar i dette arbeidet, og vil i alle virkeområder måtte søke å begrense sine klimagassutslipp. Virkeperioden for investeringene i avløpsanlegg sammenfaller med perioden for Norges mål om å bli et lavutslippssamfunn. Det er derfor behov for å begrense klimagassutslippene forbundet både med utbyggingsfasen og driftsfasen av avløpsanleggene.

3.1.3 Behov for plassbesparende løsninger som minimerer naturinngrep

Med en stadig økende befolkning følger et økende trykk på arealer og nærliggende naturområder. Det er stadig viktigere å ta vare på de naturverdiene vi har og finne effektive og plassbesparende løsninger uten at det går på bekostning av arters leveområder og naturtyper. Prosjektet etterstreber en løsning som begrenser arealinngrep på land og i sjø, og unngår skadevirkninger for naturmangfold.

3.1.4 Begrense negativ innvirkning på omgivelsene

Avløpsvann kan gi opphav til luktutslipp både fra pumpestasjoner og avløpsanlegg. Normalt vil imidlertid luktreduksjonsanlegg redusere belastningen så mye at lukt ikke oppfattes som et problem for omgivelsene. Utslippenes beliggenhet vil likevel være avgjørende for om dette oppleves som et problem. Støy fra selve avløpsrenseanlegg er sjelden et problem, men transport inn og ut av anlegget med tunge lastebiler vil kunne gi et støyproblem, og fare for uhell der transporten går gjennom boligområder. Et avløpsanlegg med trinn for nitrogenfjerning vil oppta forholdsvis store arealer og kan virke dominerende i omgivelsene. En oppdeling i flere blokker og ulike arkitektoniske grep vil kunne begrense denne påvirkningen.

Kommunene har behov for å begrense avløpsanleggenes negative innvirkning på sine omgivelser. Avløpsanleggets beliggenhet og utforming vil være sentrale variabler som påvirker omfanget av innvirkningen, samt viktigheten av å motvirke eventuell innvirkning på omgivelsene. Desto flere som påvirkes negativt og desto større denne negative innvirkningen er, jo viktigere vil det være å ta steg for å unngå eller minimere innvirkningen.

3.2 Behov for robuste avløpsanlegg

En utbygning av et eller flere avløpsanlegg i de aktuelle kommunene er en stor investering, med lang investeringshorisont. Nye ledningsanlegg bygges med en levetidshorisont på 100 år. Renseanlegg har en levetid på 30 år. Utbyggingen må dermed være robust for fremtidige endringer. For renseanleggene er det derfor behov for å kunne imøtekomme senere innskjerpinger i kravstilling, behov for å kunne håndtere fremtidige vannmengder og stoffsammensetning samt å være robust mot ytre påkjenninger. Behovet til kommunene er å minimere sannsynligheten for å måtte gjøre store, nye investeringer under levetiden til dagens investeringer.

3.2.1 Behov for anlegg som er i stand til å håndtere fremtidige vannmengder og stoffsammensetning

Behovet for vann- og avløpshåndtering påvirkes av mengde vann som må renses i det tilknyttede området. Nye eller utbedrede avløpsanlegg må være i stand til å håndtere fremtidige volumer av avløpsvann. I delutredningen *PN2 Dimensjoneringsgrunnlag* vurderes dimensjonerende vannmengder (hydraulisk belastning), stoffbelastning og temperatur for hvert av KVV-konseptene. Dimensjoneringsgrunnlaget danner utgangspunktet for utformingen av avløpsanleggene.

Den **hydrauliske belastningen** er relevant ettersom vannmengdene er styrende for størrelsen på anlegg og rør. Vi skiller mellom spillvann og fremmedvann. Spillvann kommer fra industri og husholdninger, mens fremmedvann defineres som alt vann i spillvannsførende avløpsnett som ikke er spillvann.

For mengden *spillvann* er befolkningens størrelse en særlig viktig driver. Dimensjoneringsgrunnlaget beregnes med utgangspunkt i SSBs befolkningsframskrivninger i scenarioet for høy nasjonal vekst.²⁷ Vi antar at mengden spillvann fra husholdningene, og dermed antall personekvivalenter tilknyttet hvert renseanlegg, vil øke i takt med befolkningsveksten frem mot 2060.

Fremmedvann kan deles inn i tre kategorier:

- Ikke-nedbøravhengig infiltrasjon, for eksempel fra grunnvann og utlekket drikkevann.
- Nedbøravhengig infiltrasjon, som oppstår når regnvann og smeltevann infiltrerer jorden og når avløpsrørene.
- Nedbøravhengig innlekking, som innebærer direkte innstrømming av overvann fra terrengoverflaten under kraftig regn eller snøsmelting.

Beregningen av dimensjonerende vannmengder er basert på mengder avløpsvann fra 2023. Utviklingen i mengden spillvann og fremmedvann er framskrevet på bakgrunn av disse vannmengdene. I vurderingen av spillvann er befolkningsvekst, industri og hytteutbygging hensyntatt for å estimere volum i 2032, 2060 og 2130. I vurderingen av fremmedvann er det tatt utgangspunkt i en spesifikk mengde nedbøravhengig fremmedvann per person basert på data fra 2023, som er multiplisert med en faktor som har hensyn til variasjonen i tilrenningene observert fra måledata.

Temperaturen avløpsvannet har særlig betydning for nødvendig bassengvolum i biologiske rensetrinn og behovet for lufttilførsel i renseprosessen. Bassengvolumene dimensjoneres i denne KVV-en etter 8 °C for beregning av prosessvolum. For MBBR- prosesser brukes 18 °C for beregning av luftbehov. For lufting av aktivslamanlegg dimensjoneres det etter slamalder ved 8°C og avløpstemperatur ved 10°C. Dimensjonerende temperaturer inneholder her en sikkerhetsmargin for å sikre at renseanlegget kan operere effektivt under varierende driftsforhold.

Stoffbehandling påvirker hva slags behandlingskapasitet renseanlegget må ha. Eksisterende stoffbelastning inkluderer alt avløpsvann som kommer inn til renseanleggene, dvs. sanitæravløp fra både fastboende og hytter, samt næring/industri. Nåværende stoffbelastning er beregnet på grunnlag av analyserte konsentrasjoner i perioden 2021-2023. Vi beregner antall PE ut ifra stoffbelastningsdata, basert på dimensjonerende forurensingsmengder fra Norsk Vann rapport 258, 2020. Renseanlegg dimensjoneres etter både 60-percentilen og 90-percentilen.

Videre utdyping av grunnlaget for dimensjoneringsgrunnlaget kan leses i PN2.

3.2.2 Behov for anlegg som er i stand til å imøtekomme fremtidige krav

Kravene kommunale VA-anlegg står overfor vil trolig øke i omfang fremover, blant annet som følge av fremtidige miljøambisjoner og/eller EU-reguleringer. Kostbare og langsiktige investeringer i kommuner bør være i stand til å møte ikke bare vedtatte krav, men også krav til avløpsanlegg som vil kunne komme i løpet av anleggets levetid. Dette kan gjøres både ved å planlegge for denne typen krav allerede i dag, eller ved å

²⁷ Framskrivningene tar utgangspunkt i høy befolkningsvekst på bakgrunn av målsetninger og kapasitetsønsker i kommunene. Flere av kommunene har målsetninger om å øke befolkningsveksten, og gjør tiltak for å bidra til økt bostedsattraktivitet i kommunene. SSBs framskrivninger baseres i hovedsak på historisk utvikling i befolkningsmengde, og fanger ikke opp eventuelle lokale tiltak for å øke bostedsattraktivitet. Det kan dermed være grunn til å tro at SSBs hovedestimerer undervurderer det kommende behovet. For å imøtekomme kommunenes forventninger om befolkningsvekst, samt ønske om å dimensjonere for tilstrekkelig kapasitet i dette tilfelle brukes derfor scenarioet for høy befolkningsvekst i alle kommunene. Denne forutsetningen medfører en risiko for overdimensjonering av kapasiteten i alle alternativene.

dimensjonere anlegg for å kunne møte utbygginger og modifikasjoner i fremtiden. Nedenfor er det listet opp noen relevante krav som løsningene kan ha behov for å imøtekomme i fremtiden:

- Kvartært rensetrinn for mikroforurensninger, som skal fjerne organisk mikroforurensede stoffer som medisinerester, rester fra kosmetikk og pleieprodukter, skal være implementert innen 2045. Det er i direktivet lagt til grunn gradvis implementering av kvartærrensning, med mål om 100 prosent innen 2045.
- Energinøytralitet for avløpsanlegg over 10 000 pe skal oppnås innen 2045. Direktivet stiller krav til gradvis økning i andel fornybar energi, med mål om 100 prosent innen 2045.
- Utslipp fra overløp av urensset avløpsvann innen 2040 skal ikke utgjøre mer enn 2 prosent av oppsamlet avløpsvann i tørt vær.

3.2.3 Behov for tilgang på kompetanse

For å sikre et trygt og faglig høyt nivå på vann- og avløpstjenestene i kommunene i fremtiden behøves arbeidstakere med riktig kompetanse. Det er stor konkurranse mellom kommuner om personer med slik spisskompetanse. Kommunene bør søke å være et attraktivt arbeidssted for å tiltrekke seg kvalifiserte medarbeidere med spisskompetanse innen avløpsvannsbehandling. Dette omhandles også i delutredningen PN8 Risiko og sårbarhetsvurdering,

3.3 Behov for effektive avløpsanlegg

Å investere i og drifte avløpsanlegg er en vesentlig kostnad for kommunene. Det er derfor et behov for løsninger som imøtekommer krav og fremtidige behov på en kostnadseffektiv måte.

3.3.1 Behov for å utnytte stordriftsfordeler der det er mulig

Etablering av nye rense- og avløpsanlegg krever store investeringer og må driftes over lang tid. Det kan være krevende å håndtere innenfor stramme kommunale budsjetter, særlig for små kommuner. Det er derfor et stort behov for å finne kostnadseffektive løsninger som begrenser belastningen på kommuneøkonomien og innbyggerne, både med hensyn til investering og drift. Samarbeid mellom kommuner kan være en måte å redusere de samlede kostnadene på, ettersom etableringen og driften av et avløpsanlegg innebærer store faste kostnader, men lave kostnader per ekstra enhet renset. Det vil derfor være potensiale for å utnytte stordriftsfordeler i renseprosessen.

3.3.2 Behov for å balansere investeringskostnader og driftseffektivitet

Kommunene må balansere behovet for å minimere investeringskostnader mot et behov for kostnadseffektiv drift. Som beskrevet i forrige delkapittel finansieres VA-tjenester direkte fra innbyggere, og kommunene ønsker å begrense innbyggernes kostnader så langt det lar seg gjøre. Dette innebærer å minimere både investeringskostnader og driftskostnadene, hvor valg av renseløsning og plassering av renseanlegg vil ha stor innvirkning. Noen løsninger kan ha høy investeringskostnad, men samtidig relativt lave driftskostnader, mens andre løsninger kan ha lavere investeringskostnader og høyere driftskostnader. Sistnevnte kan for eksempel inntreffe ved prosessløsninger med høyt kjemikalieforbruk.

4 Strategiske mål

De strategiske målene i KVVUen skal definere det overordnede målet for samfunnet og hvilke virkninger som søkes oppnådd. Samfunns målet i denne KVVUen er definert som en miljøvennlig, robust og effektiv håndtering av avløpsvann i Holmestrand, Horten, Tønsberg, Færder og Sandefjord. Det er samtidig tre effektmål: For det første skal belastningen på natur og miljø begrenses. For det andre skal håndteringen av avløpsvann være robust for fremtidige endringer og ytre påkjenninger. Til slutt skal også avløpsvannet håndteres på en effektiv måte som begrenser innbyggernes kostnader. Det er ikke gjort en eksplisitt prioritering av effektmålene, og hensiktsmessig grad av måloppnåelse av hvert effektmål vil styres av hva som gir høyest oppnåelse av samfunns målet. Sistnevnte er vurdert ut ifra konseptenes samfunnsøkonomiske lønnsomhet.

I en KVVU er fastsettelsen av strategiske mål kritisk for å styre prosjektets retning og definere det overordnede formålet. Det overordnede formålet med prosjektet bidrar til å definere hvilke virkninger som ønskes utløst, og er derfor en sentral komponent inn i mulighetsstudien. Målene omfatter et samfunns mål og ett eller flere effektmål.

Basert på identifiserte problem og behov for de fem kommunene, defineres samfunns målet for denne utredningen som en miljøvennlig, robust og effektiv håndtering av avløpsvann i Holmestrand, Horten, Tønsberg, Færder og Sandefjord. Samfunns målet understøttes med spesifikke mål knyttet til miljøpåvirkning, robusthet, og effektivitet. Disse målene skal balansere behovet for å begrense miljøpåvirkningen, sikre anleggets robusthet mot fremtidige endringer, og håndtere avløpsvann på en kostnadseffektiv måte. Samtidig må prosjektet navigere gjennom potensielle målkonflikter for å oppnå en bærekraftig utvikling.

Bruken av de strategiske målene vil variere gjennom de ulike fasene av prosjektet. Selv om sistnevnte fastsettes i KVVU-fasen, vil de følge prosjektet videre gjennom planlegging, gjennomføring og drift. Det er viktig at målene konkretiseres i de senere fasene slik at de tjener som et effektivt styringsverktøy for prosjektet.

4.1 Samfunns mål

Samfunns målet skal reflektere hvilken samfunnsutvikling prosjektet skal bygge opp under. Det er knyttet til tiltakets virkninger for samfunnet som helhet. Basert på identifiserte problem og behov har vi formulert følgende samfunns mål for utredningen:

*Miljøvennlig, robust og effektiv håndtering av avløpsvann i
Holmestrand, Horten, Tønsberg, Færder og Sandefjord.*

Samfunns målet er utledet fra de identifiserte problemene og behovene, herunder behovet for robuste og effektive avløpsanlegg og behovet for å begrense påvirkningen av avløpsvann på natur og miljø.

Samfunns målet i dette tilfellet kan avgrenses til kommunene Holmestrand, Horten, Tønsberg, Færder og Sandefjord. Ettersom EUs direktiver angir 2045 som frist for å innføre nitrogenrensing er det også naturlig å ha dette som en tidsmessig avgrensning.

Grad av måloppnåelse vurderes ut ifra konseptenes samfunnsøkonomiske lønnsomhet. For å vurdere forventet måloppnåelse sammenlikner man forventede nyttevirksomheter med forventede kostnader.

4.2 Effektmål

Effektmålene er prosjektspesifikke og reflekterer ønskede virkninger for brukerne, samtidig som de støtter opp under samfunnsmålet og har en klar sammenheng med problemer og behov. Dersom effektmålene nås, skal de bidra til at samfunnsmålet nås. Effektmålene er knyttet opp til de forventede nyttevirkningene av tiltaket og gjenspeiles i de samfunnsøkonomiske virkningene i alternativanalysen.

Målene er tett knyttet til de identifiserte behovene, og kan sorteres innunder tre overordnede kategorier:

- Belastningen på **natur og miljø** må begrenses
- Håndteringen av avløpsvann må være **robust** for framtidige endringer og ytre påkjenninger
- Avløpsvannet må håndteres på en **effektiv** måte som begrenser innbyggernes kostnader

Vi vil i det følgende gjennomgå effektmålene.

4.2.1 Miljøpåvirkning

Målet om å minimere miljøpåvirkning handler om å sikre at et prosjekt eller anlegg opererer på en måte som reduserer de negative effektene på miljøet, herunder klima, naturmangfold, naturressurser og nærmiljø.

- **Begrense negativ innvirkning på resipienter:** Anlegget skal iverksette tiltak for å forbedre lokale forhold i områder hvor vannkvaliteten er under press, for å sikre en positiv effekt på det omkringliggende miljøet.
- **Begrense utslipp av klimagasser:** Design, etablering og drift av anlegget skal fokusere på å minimere klimapåvirkning gjennom lavt energiforbruk og reduksjon av klimagassutslipp. Videre skal det legges vekt på energieffektive løsninger og fremme gjenvinning av ressurser for å støtte prinsippene om sirkulærøkonomi.
- **Begrense negativ innvirkning på natur og omgivelser:** Anlegget skal minimere sin påvirkning på lokalmiljøet ved å redusere transportbehov, lukt og støy samt arealinngrep.

Måloppnåelsen for dette effektmålet vil vurderes med utgangspunkt i miljøanalyser som gjøres av den relevante påvirkning, og vurderinger av konsekvensene i tråd med samfunnsøkonomisk metodikk. Vurderingene vil være en kombinasjon av ikke-prissatte virkninger i tillegg til verdsetting av de virkningene der dette er mulig. Eksempler på slike virkninger er blant annet klimagassutslipp og annen relevant luftforurensning.

4.2.2 Robusthet

Målet om robusthet innebærer at et system, prosjekt eller anlegg bør designes for å tåle og tilpasse seg ulike utfordringer og endringer over tid. Robusthet sikrer at anlegget fortsetter å operere effektivt og oppfyller sine mål selv under uforutsette forhold.

- **Imøtekomme fremtidige krav:** For å sikre langsiktig effektivitet, skal anlegget utformes med kapasitet til å tilpasse seg og oppfylle fremtidige rensekrav som med høy sannsynlighet vil innføres av EU eller andre regulatoriske myndigheter.
- **Håndtere fremtidige volumer:** Med forventet befolkningsvekst må anlegget ha kapasitet til å behandle økende volumer av avløpsvann uten å kompromittere rensekvaliteten.
- **I stand til å motstå ytre belastninger:** Anlegget skal designes for å være robust nok til å håndtere ytre påkjenninger og trusler som ekstremvær eller krisesituasjoner.

Graden av robusthet vil vurderes gjennom sensitivitetsanalyser og i risiko- og sårbarhetsvurderingen. Sannsynligheten for at en gitt hendelse inntreffer vil ha betydning, samtidig som potensiell kostnad som følge av hendelsen.

4.2.3 Effektivitet

Effektivitetsmålet fokuserer på optimal bruk av ressurser for å oppnå de ønskede resultatene. Dette innebærer å minimere kostnader og ressursbruk (som tid, arbeidskraft og materialer) mens man maksimerer output eller ytelse av et prosjekt eller anlegg. Effektivitet kan omfatte alt fra kostnadseffektiv utbygging og drift, til implementering av innovative løsninger som forbedrer produktiviteten og reduserer sløsing.

- **Effektiv utbygging:** Anlegget skal realiseres gjennom bruk av innovative og fremtidsrettede løsninger som sikrer effektivitet i både utbyggings- og driftsfasen.
- **Effektiv drift:** Ved kontinuerlig å implementere innovative og fremtidsrettede løsninger, samt bruke energieffektive løsninger og legge til rette for høy sikres en kostnadseffektiv og bærekraftig drift av anlegget.

Effektiviteten til den enkelte løsning vil vurderes ved samfunnsøkonomisk kost/nyttemetodikk.

4.3 Mulige målkonflikter og prioritering av effektmål

Effektmålene spesifisert ovenfor er ikke binære, men kan oppnås i ulik grad. Det vil si at det ikke er satt konkrete terskelverdier for nødvendig måloppnåelse konseptene må oppfylle. Det er heller ikke gjort en prioritering mellom de ulike effektmålene. Hva som er den mest hensiktsmessige graden av måloppnåelse av hvert effektmål vil styres av hva som gir høyest oppnåelse av samfunnsmålet, vurdert ut ifra konseptenes samfunnsøkonomiske lønnsomhet. Det innebærer en avveining mellom behovet for robusthet, behovet for effektivitet og behovet for å redusere miljøpåvirkningen.

Disse konfliktene oppstår fordi tiltak som fremmer ett mål, kan ha negative konsekvenser for et annet. Under beskriver vi kort noen eksempler på mulige målkonflikter. For å håndtere disse målkonfliktene, er det viktig å gjennomføre grundige vurderinger og avveininger mellom ulike mål. Dette kan innebære å utforske kompromisser, finne balanserte løsninger, og vurdere langsiktige konsekvenser av ulike valg. En integrert tilnærming som tar hensyn til alle relevante faktorer – økonomiske, teknologiske, sosiale og miljømessige – vil være nødvendig for å oppnå en bærekraftig utvikling av anlegget.

4.3.1 Effektivitet og miljøpåvirkning

Fokus på effektiv utbygging og drift ved å implementere innovative og fremtidsrettede løsninger kan noen ganger føre til valg av teknologier som er energieffektive eller kostnadseffektive på kort sikt, men som har en ukjent negativ innvirkning på miljøet over tid. For eksempel kan en løsning som reduserer driftskostnadene ved å minimere energiforbruket, samtidig øke utslipp av andre miljøskadelige stoffer.

4.3.2 Robusthet og miljøpåvirkning

Et anlegg som er robust nok til å håndtere økonomisk usikkerhet og komplekse omlegginger vil kunne innebære valg av løsninger som er mindre risikable på kort sikt, men som potensielt har en større miljøpåvirkning i fremtiden. For eksempel kan det å velge tradisjonelle, velprøvde teknologier over nyere, mer energieffektive løsninger redusere risikoen for forsinkelser, men øke anleggets energiforbruk og klimagassutslipp.

4.3.3 Robusthet og effektivitet

Tilrettelegging av anlegget for å imøtekomme fremtidige krav og håndtere økende volumer kan kreve betydelige investeringer i kapasitet og teknologi. Dette kan gå på bekostning av effektivitetsmålet om kostnadseffektiv utbygging og drift, ettersom større kapasitet og avansert teknologi ofte er dyrere både i anskaffelse og vedlikehold.

5 Rammebetingelser for konseptvalg

En av de viktigste rammebetingelsene for denne utredningen er at alle løsningene må innfri nye rensekrav slik definert i EUs avløpsdirektiv. At renseanleggene skal ha et eget rensetrinn for nitrogen er derfor gitt. Det er i tillegg forhåndsbestemt at vi ser på konsepter for de fem kommunene Holmestrand, Horten, Tønsberg, Færder og Sandefjord. Konsepter som inkluderer andre kommuner eller er utenfor de forhåndsdefinerte konseptene er derfor ikke vurdert i denne analysen. Det er også en rammebetingelse at Enga renseanlegg skal bestå, og vi har derfor ikke utredet alternativer hvor dette renseanlegget avvikes.

Rammebetingelser beskriver de betingelsene som skal oppfylles for alle relevante konseptuelle løsninger. Rammebetingelsene i dette prosjektet følger av gjeldende og fremtidige krav og reguleringer, i tillegg til betingelser gitt av bestillingen eller tidligere utredninger.

5.1 Fremtidige krav

Alle de relevante anleggskonseptene er allerede eller vil i framtiden bli underlagt forurensningsforskriftens kapittel 14. Forskriften omhandler utslipp av kommunalt avløpsvann fra tettbebyggelse med samlet utslipp større enn eller lik 2 000 PE til ferskvann eller 10 000 PE til sjø. Det er derfor en rammebetingelse at alle løsningene må oppfylle kravene i denne forskriften.

I tillegg vil avløpsanleggene måtte innfri kravene satt i EUs nye avløpsdirektiv, datert 27. november 2024. Direktivet stiller blant annet følgende krav til anlegg over 10 000 PE som alle konsepter må imøtekomme:

- **Overløpsforurensing:** Det er satt et veiledende ikke-bindende mål om et maksimalt stoffutslipp fra overløp på 2 % av tørrværmengden med en frist i 2045 for anlegg over 10 000 PE og 2039 for tettbebyggelser fra 100 000 pe.
- **Tertiærrensekrav:** Gjelder ved utslipp til resipient som er utsatt for eller i fare for eutrofiering (sårbar område). Renseanleggene skal møte disse kravene innen 2045.
- **Kvartærrensekrav:** Gjelder ved utslipp til områder identifisert som følsomme for forurensning med mikroforurensninger. Renseanleggene skal møte disse kravene innen 2045
- **Energinøytralitet:** Total årlig energi fra fornybare kilder generert på eller utenfor anleggsstedet, av eller på vegne av anleggseiere, skal utgjøre 100 prosent av energiforbruket (energinøytralitet) for anlegg over 10 000 PE innen 2045.
 - Hvis dette målet ikke nås til tross for å ha implementert alle energi-effektiviseringstiltak og tiltak for å forbedre produksjonen av fornybar energi identifisert i energirevisjonen, kan det unntaksvis tillates å kjøpe energi fra ikke-fossile drivstoffkilder. Dette kjøpet skal begrenses til maksimalt 35 prosent av energiforbruket.

Kvartærrensekravet er oppgitt som 80 prosent fjerning av mikroforurensninger. Ettersom Oslofjorden er i dårlig tilstand og høyt belastet, går vi i KVV-en ut ifra at fjorden også er følsom for mikroforurensninger og at kvartærrensekrav derfor skal møtes for utslippet. I KVV-en settes det derfor av areal til fremtidig kvartærrensetrinn. Kostnaden for implementering av kvartærrensing tas imidlertid ikke med i KVV-en ettersom kravene ikke er definert ennå, men det tilrettelegges for og avsettes plass for å kunne imøtekomme kommende krav på et senere tidspunkt.

5.2 Andre rammebetingelser

KVV-en er avgrenset gjennom bestillingen fra de fem kommunene som deltar. Dette innebærer at en del av rammebetingelsene er at det er renseanlegg i Holmestrand, Horten, Tønsberg, Færder og Sandefjord som skal utredes, og løsninger med andre kommuner inkluderes ikke. Det har i prosessen vært sonderinger og

samtaler med MOVAR om hvorvidt det kunne gi synergier å inkludere renseanlegget i Moss i en felles renseløsning på Slagentangen. Av pumpetekniske og økonomiske årsaker ved kryssing av Oslofjorden ble det av oppdragsgiver besluttet å ikke utvide konseptalternativer med slik løsning. Ulike prosjektfaser og fremdrift var også medvirkende til dette valget.

Det er i tillegg gjort en rekke tidligere utredninger for hvilke konsepter for samling av renseanlegg som er relevante, og hva som er relevante plasseringer av nye renseanlegg. Slagentangen er for eksempel tidligere identifisert som den eneste relevante plasseringen dersom alle renseanleggene samles, og denne KVV-en har ikke satt spørsmålsteget ved dette.

Det er i tillegg gjennomført en lokaliseringsstudie av Horten kommune i forbindelse med fornyelsen av Falkensten RA, hvor det ble fastslått at et eventuelt nytt anlegget skal legges vest for eksisterende renseanlegg på Falkensten. Arealet er videre avsatt til offentlig formål i revidert kommuneplan. Skisseprosjektarbeid utført av Horten kommune med rådgiver COWI har vist at gjenbruk/utvidelse av dagens anlegg ikke er regningssvarende, og både med og uten Holmestrand kommune vil løsningen i Horten være nytt renseanlegg. Dette legger vi også til grunn i denne utredningen.

Vi anser det også som en rammebetingelse at Enga renseanlegg skal bestå, ettersom dette er vedtatt i Sandefjord kommune. Sandefjord kommune har i tidligere studie vurdert om Enga skal inkluderes fullt ut i KVV-en. Studien viste at det ikke er regningssvarende å legge ned Enga renseanlegg og pumpe dette videre til annen lokasjon. Denne KVV-en ser derfor ikke på konsepter hvor Enga legges ned.

I tillegg til betingelsene listen ovenfor, er det også gjort en rekke tidligere analyser og vurderinger med relevans for utforming av traséer og andre delkomponenter av denne analysen. Mer detaljerte rammebetingelser, premisser og beslutninger fra tidligere utredninger er nærmere beskrevet i de respektive prosjektnotatene.

6 Mulighetsstudie

Konseptene vurdert i denne utredningen skiller seg både overordnet, gjennom plasseringen av renseanlegg og hvilke utslipp som samles, og gjennom ulike prosessløsninger og traséer for transportanlegg. Av prosessløsninger vurderes aktivslam med MBR og MBBR som de mest relevante teknologiene, og det er disse som utredes videre i alternativanalysen. For traséene for transportanlegg tar vi med ett alternativ per strekning inn i den videre alternativanalysen basert på hvilken trase som framstår mest hensiktsmessig for hver løsning.

Formålet med mulighetsstudien er å identifisere og beskrive tiltak, samt å velge ut tiltakene som er mest relevante for å løse problembeskrivelsen i kapittel 2 og oppnå målene formulert i forrige delkapittel.

Mulighetsstudien skal ha en bred tilnærming til mulige alternative løsninger, basert på problemstillingen, behov, målsettinger og rammebetingelser. Alle løsningene vil omfatte nytt rensetrinn for nitrogen, men konseptene vil variere både i grad av samling av renseanlegg, prosessløsning og plassering av renseanlegg og transportanlegg. Hovedformålet med mulighetsstudien er å identifisere et utvalg av alternativer som er legger til rette for å identifisere den beste løsningen i alternativanalysen. Det er viktig å utforske et bredt spekter av løsninger og ikke begrense mulighetsrommet for tidlig, slik at potensielt gode løsninger ikke overses.

På et overordnet nivå vurderes ulike løsninger innenfor tre sentrale dimensjoner, som beskrives i de følgende delkapitlene:

- **Struktur – sammenslåing og plassering av renseanlegg.** Her identifiseres hvilke konsepter for renseanlegg som skal vurderes i alternativanalysen. Det innebærer å bestemme hvilke renseanlegg som kan samles og hvor disse skal lokaliseres.
- **Prosessløsning.** I denne dimensjonen vurderer vi hvilken teknologi som er mest aktuell for å behandle avløpsvannet. Det kan være variasjon i hvilke prosessløsninger som er mest fordelaktige for ulike renseanlegg og konsepter.
- **Transportsystem avløp.** Ved sammenslåing av renseanlegg må avløpsvann transporteres fra det nedlagte anlegget til det regionale anlegget. Denne dimensjonen vurderer de best egnede plasseringene for traseer til transportanleggene.

6.1 Struktur – sammenslåing og plassering av renseanlegg

Det overordnende spørsmålet kommunene må ta stilling til er hvorvidt eksisterende renseanlegg skal utvides hver for seg, samles til regionale anlegg, eller samles til ett stort fellesanlegg. Utvelgelsen av alternativene følger i hovedsak de samme alternativene som er presentert i COWIs mulighetsstudie for regional nitrogenrensing i Nordre Vestfold fra 2023. Alternativene har blitt valgt ut basert på en rekke faktorer, deriblant den geografiske nærhet mellom anleggene. For eksempel ville det ikke være naturlig å samle kun Enga, som ligger helt sør i fylket, med Holmestrand i nord. I COWIs mulighetsstudie ble også et samarbeid med Østfold-siden vurdert, men dette ble forkastet på grunn av ulike tidsrammer for å oppfylle kravene til nitrogenrensing. Konseptene er definert i samråd med de involverte kommunene, og de fleste av alternativene er gitt av oppdragsbrevet. Basert på mulighetsstudien for sammenslåing og plassering av renseanlegg er følgende konsepter videreført til alternativanalysen:

- Nullalternativet – alle bygger ut sine anlegg separat
 - Konsept 0A: Holmestrand
 - Konsept 0B: Tønsberg Vallø
 - Konsept 0C: Falkensten (nytt renseanlegg)
 - Konsept 0D: Vårnes
 - Konsept 0E: Bekkevika
 - Konsept 0F: Enga
- Alternativ 1 – regionale samarbeid
 - Konsept 1A: Vallø
 - Konsept 1B: Slagentangen
 - Konsept 1C: Falkensten
 - Konsept 1D: Enga
 - Konsept 1E: Slagentangen
- Alternativ 2 – et felles anlegg
 - Konsept 2A: Slagentangen

Det er enkelte lokasjoner som er mer egnet for samling enn andre. Det vil for eksempel ikke være gunstig med samling på Vårnes eller Bekkevika, som er mindre anlegg med begrenset mulighet for utvidelser og dårlige utslippsforhold. Ved Vallø er det derimot identifisert at nabotomten er egnet til utvidelse. I nord har en tidligere lokaliseringstudie konkludert med at det er tomta ved siden av dagens renseanlegg på Falkensten som er aktuell dersom det skal bygges nytt lokalt eller regionalt renseanlegg.

6.1.1 Nullalternativet

Nullalternativet innebærer i hovedsak **separate renseanlegg** for de ulike kommunene, se figur til høyre.²⁸ Det betyr at Holmestrand RA, Falkensten RA, Tønsberg Vallø RA, Vårnes RA, Bekkevika RA og Enga RA opprettholdes, med enkelte utvidelser for innføring av nitrogenrensing. For Falkensten er det besluttet at man i nullalternativet skal bygge et nytt anlegg vest for det nåværende renseanlegget, hovedsakelig på grunn av anleggets alder og grunnforhold. Kapasiteten ved Falkensten vil også øke da både Åsgårdstrand RA og Nykirke RA skal tilknyttes dette anlegget. Disse to renseanleggene inkluderes også i fellesanleggene som Falkensten RA er en del av i de øvrige alternativene. I tillegg legges det til grunn at Andebu RA, Fossnes RA og Høyjord RA tilknyttes Vårnes RA, og Kodal RA tilknyttes Enga RA, både i nullalternativet og i de øvrige alternativene.

Figur 6-1: Kart over anlegg i nullalternativet



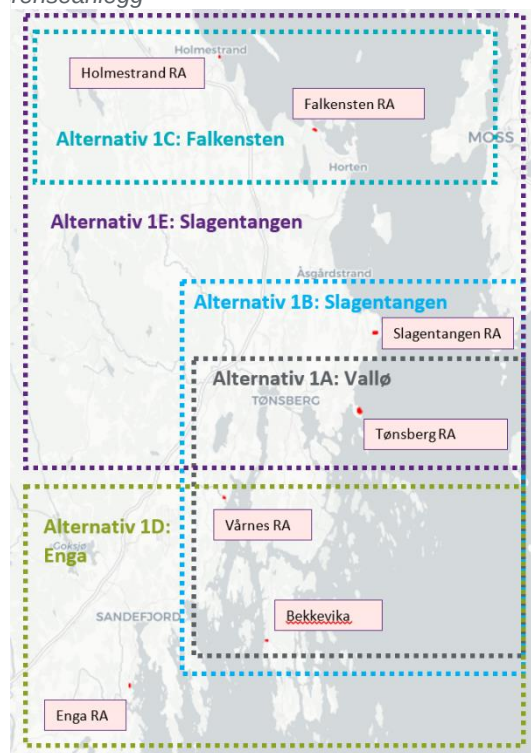
²⁸ Renseanlegg markert med rødt er inkludert i nullalternativet. Grå renseanlegg er anlegg som legges ned, hvor aktiviteten overføres til et av anleggene i nullalternativet.

6.1.2 Alternativ 1 – regionalt samarbeid

Ettersom utvidelse av eksisterende anlegg med nitrogenrensetrinn er en kostbar prosess, undersøker vi også om det vil være mer kostnadseffektivt for kommunene å samle seg i regionale anlegg. Ved regionale anlegg vil kommunene kunne utnytte stordriftsfordeler i både investering og drift av renseanleggene. Alternativ 1 innebærer flere regionale anleggs-løsninger: 1A, 1B, 1C, 1D og 1E. Alternativene 1A, 1B og 1D gjelder sørlige anlegg, mens 1C og 1E er for nordlige anlegg. Se figuren til høyre for hvilke renseanlegg som inngår i de ulike regionale renseanleggene.

I alternativ 1B samles de samme renseanleggene som i 1A, men anlegget lokaliseres på Slagentangen. Slagentangen er valgt ut som aktuelt område ettersom det er det eneste relevante større industriområdet langs kysten, og renseanlegget bør ligge nært utslippspunktet grunnet primærløsning som er å slippe rensed avløpsvann ut med gravitasjon fremfor å måtte bruke energi for å pumpe. Alternativ 1D inkluderer ikke Tønsberg Vallø RA. Her samles Vårnes RA, Bekkevika RA og Enga RA til et felles anlegg på Enga.

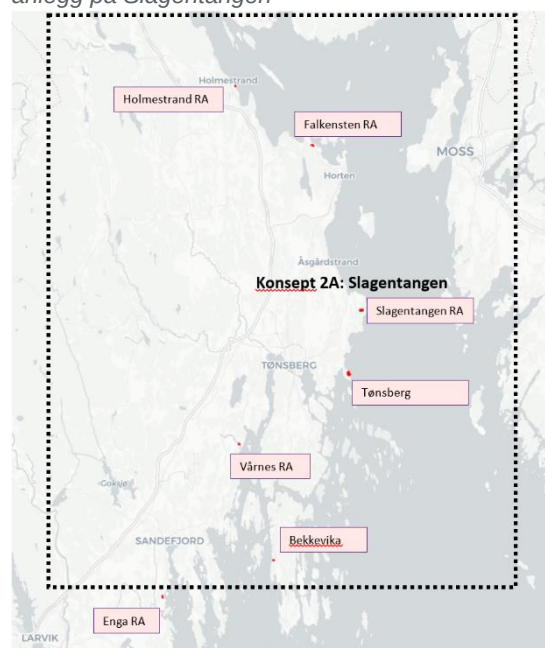
Figur 6-2: Oversikt over konsepter med regionale renseanlegg



6.1.3 Alternativ 2 – et felles anlegg

Dersom stordriftsfordelene ved renseanleggene er store nok, kan det være lønnsomt å utnytte dette ved å samle alle dagens renseanlegg til ett felles anlegg. Vi utreder derfor også konsept 2, hvor samtlige renseanlegg foruten Enga samles til **ett felles anlegg** på Slagentangen. Slagentangen er gjennom tidligere utredninger identifisert som den eneste tomte egnet til å plassere et renseanlegg dimensjonert for å ta imot avløpsvann fra både Holmestrand, Horten, Tønsberg og Færder.²⁹ For alternativene med renseanlegg på Slagentangen, 1B, 1E og 2A er det som en del av transportsystemets utjevningsbehov forutsatt etablering av ett buffervolum utsprenkt i berg nord-vest for renseanleggstomten.

Figur 6-3: Oversikt over alternativ 2 med ett felles anlegg på Slagentangen



²⁹ Norconsult har vurdert kyststrekningen mellom Holmestrand og Sandefjord, men ikke kommet opp med tomtealternativer eller plasseringer av nytt fellesanlegg som er egnet eller vurderes som bedre enn Slagentangen.

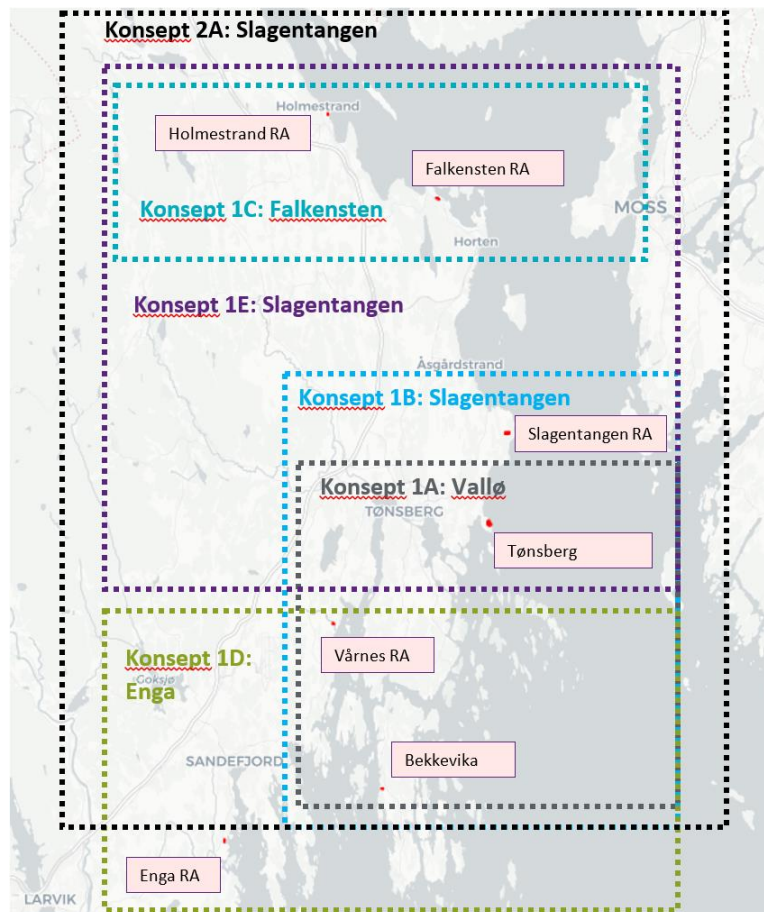
6.1.4 Kombinasjonsløsninger

De ulike konseptene presentert over kan kombineres sammen til ulike *konseptkombinasjoner*.³⁰ Det vil derfor være mulig å gjennomføre ulike kombinasjoner av videreføring av eksisterende fasiliteter og regionale anlegg i én region. Dersom det viser seg å være mest lønnsomt med et regionalt anlegg i en region, er det ikke gitt at det samme er tilfellet i den andre regionen. Vi vurderer derfor også ni konseptkombinasjoner, som hver faller under en av to scenarier:

- Regionalt anlegg i sør med utbygging av eksisterende anlegg i nord.
- Regionalt anlegg i nord med utbygging av eksisterende anlegg i sør.

Kartet til høyre illustrerer hvordan de ulike alternativene treffer kommunenes renseanlegg. Overlappende alternativer er gjensidig utelukkende, mens alle alternativer lar seg kombinere med en eller flere nullalternativsløsninger.

Figur 6-4: Oversikt over konsepter for samling.



6.2 Prosessløsning

Hvert konseptuelle alternativ omhandler ulike renseanlegg, og for hvert av disse anleggene må det tas beslutninger angående utformingen og hvilke prosessløsninger som bør implementeres.

Prosessløsninger i et renseanlegg refererer til de ulike metodene og teknologiene som brukes for å behandle avløpsvann og fjerne forurensninger før vannet slippes ut i naturen eller gjenvinnes. Disse løsningene kan inkludere en rekke forskjellige trinn og teknologier, avhengig av typen forurensninger som skal fjernes og ønsket renhetsnivå.

Eksisterende anlegg inkludert i denne KVV-en har fra før egne prosessløsninger for rensing av organisk stoff (sekundærrensing) og rensing av fosfor (tertiærrensing). Det er derfor ulike prosessløsninger for nitrogenrensing som er mest relevant å vurdere, ettersom dette steget ikke finnes ved renseanleggene i dag.

Alle de vurderte prosessene er former for biologisk nitrogenfjerning. Dette krever større reaktorvolum og anlegget må tilføres oksygen og en karbonkilde. Biologisk nitrogenfjerning består (med unntak av Anammox)

³⁰ For en fullstendig oversikt over konseptkombinasjonene som inngår i analysen, se tabell 7-2.

av to hovedprosesser: nitrifisering og denitrifisering. Under nitrifisering omdannes ammonium til nitrat i en aerob prosess, mens denitrifisering foregår under anoksiske forhold der nitrat omdannes til nitrogengass. De ulike prosessløsninger for nitrogenrensing som er vurdert er:

- Tradisjonell aktivslamprosess
- Aktivslam med MBR
- Standard SBR
- Nereda SBR
- MBBR
- IFAS
- Anammox

Se PN3 for detaljert beskrivelse av de ulike teknologiene, deres egenskaper og begrunnelse for valg av prosessløsning.

I vurderingene av hvilke prosessløsninger som er mest relevante har vi lagt vekt på løsningens robusthet, effektivitet og virkning på natur og miljø, i tråd med målsettingene i kapittel fire. Prosessløsninger som ikke imøtekommer kravene, eller som er åpenbart mindre kostnadseffektive enn andre løsninger for det enkelte konseptet har vi derfor silt ut innledningsvis, slik at disse ikke er med videre i analysen.

For de alternativene som ikke kan utelukkes innledningsvis har vi gjort mer detaljerte vurderinger av blant annet kostnader, klimagassutslipp og naturvirkninger. Andre faktorer som er med på å avgjøre hvilken prosessløsning som passer best til et gitt anlegg er blant annet avløpsvannets temperatur og sammensetning, grunnforhold, disponibelt areal og andre forhold ved eksisterende anlegg. Sistnevnte kan for eksempel være eksisterende prosessløsninger og kapasitet. Det fokuseres på å utnytte eksisterende utstyr (som er i god stand) så mye som mulig ved utvidelse av renseanleggene.

Resultatene fra analysen viser at det i hovedsak er MBBR og Aktivslam med MBR som er de best egnede prosessløsningene for nitrogenrensing. Tabellen under oppsummerer hvilke alternativer som anses som mest aktuelle for de ulike renseanleggene og som vil vurderes i alternativanalysen. Det velges i hovedsak én prosessløsning per renseanlegg/konsept, foruten alternativ 2A og Falkenstein, hvor det vil utredes to ulike prosessløsninger. Merk at det siste tallet på benevnelsen av alternativet refererer til prosessløsning, hvor 1 tilsvarer MBBR, 2 tilsvarer Aktivslam MBR med Bio-P og 3 tilsvarer Aktivslam MBR. For løsninger med aktivslam vurderes også biologisk rensing av fosfor, Bio-P.³¹

Tabell 6-1: Alternativ som tas med videre til alternativanalysen

Alternativ	Lokasjon	Nitrogenrensing
0A-1	Holmestrand RA	MBBR
0B-3	Tønsberg RA	Aktivslam MBR
0C-1	Falkenstein RA	MBBR
0C-2		Aktivslam MBR, Bio-P
0D-1	Vårnes RA	MBBR
0E-1	Bekkevika RA	MBBR
0F-1	Enga RA	MBBR
1A-3	Tønsberg RA	Aktivslam MBR
1B-2	Slagentangen RA	Aktivslam MBR, Bio-P

³¹ Renseanleggene i denne utredningen har allerede fosforfjerning, men dette gjøres typisk med kjemisk felling på dagens anlegg. Biologisk fosforfjerning vil kunne redusere behovet for bruk av fellingskjemikalier, noe som gir lavere klimagassutslipp, og vil kunne legge bedre til rette for at fosforet kan gjenvinnes.

1C-1	Falkensten RA	MBBR
1C-2		Aktivslam MBR, Bio-P
1D-1	Enga RA	MBBR
1E-2	Slagentangen RA	Aktivslam MBR, Bio-P
2A-1	Slagentangen RA	MBBR
2A-2		Aktivslam MBR, Bio-P

6.3 Transportsystem avløp

En del av mulighetsstudien har vært knyttet til å vurdere alternative traseer for rørledninger og plasseringer av pumpestasjoner, buffermagasiner og grovrensende overløp i konseptenes transportsystemer for avløp. Det er et stort antall strekninger som er relevante å analysere i denne KVV-en. For å vurdere hva som er det beste alternativet innenfor hver strekning må man vurdere gjennomførbarhet og konsekvenser av hvert alternativ. I mulighetsstudien gjøres en grovsiling av alternative traseer basert på flere parametere:

- **Miljøpåvirkning.** Vurderes ved å analysere effekten på marint naturmangfold, terrestrisk miljø, kulturmiljø og forurensset grunn, med mål om å beskytte økosystemer, historiske funn og redusere forurensningsrisiko.
- **Robusthet.** Vurderes ut fra byggbarhet, basert på grunnforhold og prosjektets kompleksitet, samt fra interessenter, hvor potensielle konfliktområder som sjøkabler og fiskeri identifiseres for å sikre prosjektgjennomføring.
- **Effektivitet.** Vurderes gjennom drift- og vedlikeholdskostnader, samt kostnadseffektivitet, med fokus på inspeksjonsadgang, vedlikeholdsfrekvens, og bærekraftige løsninger i bygge- og driftsfasen.

Det gjennomføres i første omgang en grovsiling, for å utelukke delstrekninger som åpenbart er dårligere enn andre. Ettersom det etter grovsilingen er flere strekninger for transportanlegg hvor flere traséer fortsatt er aktuelle, har det blitt gjennomført en mer detaljert analyse av løsningene basert på parameterne over. En detaljert beskrivelse av gjennomføringen av denne analysen og begrunnelse for valg av endelige traseer fremkommer i PN5. En oppsummering av resultatene fra grovsilingen, analysen av traseene og de endelige valg av trase oppsummeres i tabellen under.

Tabell 6-2: Oversikt over vurderte traséer og silingsprosess.

Strekning	Vurderte alternativer	Alternativer etter grovsiling	Alternativer etter analyse
Holmestrand–Falkensten	Holmestrand–Drasund–Falkensten Holmestrand–Luftekum–Drasund–Falkensten Holmestrand–Kjerkebukta–Falkensten Holmestrand–Luftekum–Kjerkebukta–Falkensten	Holmestrand–Drasund–Falkensten Holmestrand–Kjerkebukta–Falkensten	Holmestrand–Drasund–Falkensten
Falkensten–Voldestranda	Falkensten–Vikveien–Voldestranda Falkensten–Borre vannet–Voldestranda	Falkensten–Borre vannet–Voldestranda	Falkensten–Møringen–i sjø ved Voldestranda

	Falkensten–Holtanveien – Voldestranda Falkensten–Fergehavna–Voldestranda Falkensten–Indre havn– i sjø ved Voldestranda Falkensten–Løvøysund–i sjø ved Voldestranda Falkensten–Vealøsrenna–i sjø ved Voldestranda Falkensten–Møringen–i sjø ved Voldestranda	Falkensten–Holtanveien–Voldestranda Falkensten–Indre havn–i sjø ved Voldestranda Falkensten–Møringen–i sjø ved Voldestranda	
Linden/Voldestranda–Slagentangen	Linden–Teigsverven – Slagentangen Linden–Åsgårdstrand–Teigsverven–Slagentangen Voldestranda–Teigsverven–Slagentangen Voldestranda–Åsgårdstrand–Teigsverven–Slagentangen Åsgårdstrand–Teigsverven–Slagentangen	Voldestranda–Teigsverven–Slagentangen Åsgårdstrand–Teigsverven–Slagentangen	Åsgårdstrand–Teigsverven–Slagentangen (inkl Voldestrand – Åsgårdstrand)
Åsgårdstrand–Falkensten	Åsgårdstrand–Linden Åsgårdstrand–Voldestranda	Åsgårdstrand–Voldestranda	Åsgårdstrand–Voldestranda *
Tønsberg Vallø–Slagentangen	Tønsberg Vallø–i sjø–Slagentangen Tønsberg Vallø–kombinert sjø og land–Slagentangen Tønsberg Vallø–på land–Slagentangen	Tønsberg Vallø–på land–Slagentangen	Tønsberg Vallø–på land–Slagentangen
Vårnes–Tønsberg Vallø	Vårnes–Tønsberg Vallø	Vårnes–Tønsberg Vallø	Vårnes–Tønsberg Vallø
Bekkevika–Vårnes	Bekkevika–Vårnes Bekkevika–Veierland–Vårnes	Bekkevika–Vårnes Bekkevika–Veierland–Vårnes	Bekkevika–Vårnes
Bekkevika–Enga	Bekkevika–Enga	Bekkevika–Enga	Bekkevika–Enga

*) kostnader er vurdert av Cowi se deres rapporter

Plasseringen til de endelige traseene illustreres i kartet under.

Figur 6-5: Kart over valgte traséer.



7 Alternativanalyse

En samlet vurdering av prissatte og ikke-prissatte virkninger viser at kommunene burde velge en av fem konseptkombinasjoner: I, XIX, XVII, III eller VIII. Hver av disse konseptkombinasjonene bringer noe eget til bordet, som de andre ikke gjør – enten ved mer positiv virkning på resipienter, mindre negative ikke-prissatte virkninger, eller ved lavere prissatte kostnader. Basert på en samlet vurdering av alle virkningene framstår konseptkombinasjon III (regionale anlegg på Falkenstein og Tønsberg Vallø) som den mest samfunnsøkonomisk lønnsomme konseptkombinasjonen. Konseptkombinasjonen medfører noe høyere kostnader enn nullalternativet (I), men har samtidig en stor positiv virkning på resipientene. Gitt verdien til Oslofjorden vil alternativet kunne utløse store samfunnsøkonomiske gevinster som følge av redusert belastning på sårbare resipienter. På bakgrunn av de analysene vi har gjort, vurderer vi det som sannsynlig at gevinstene ved dette alternativet veier opp for de ekstra kostnadene.

I dette kapittelet vil vi identifisere og vurdere virkningene ved de ulike konseptkombinasjonene. Vi analyserer de totale virkningene knyttet til hver kombinasjon gjennom en alternativanalyse, og konkluderer med hvilken konseptkombinasjon som har den største totale samfunnsøkonomiske nytteverdien. I dette kapitelet presenterer vi kun resultatene av analysene av prissatte og ikke prissatte virkningene ved hver konseptkombinasjon. For en detaljert oversikt over vurderingene av hver virkning, også på konseptnivå (per anlegg), henviser vi til Vedlegg A.

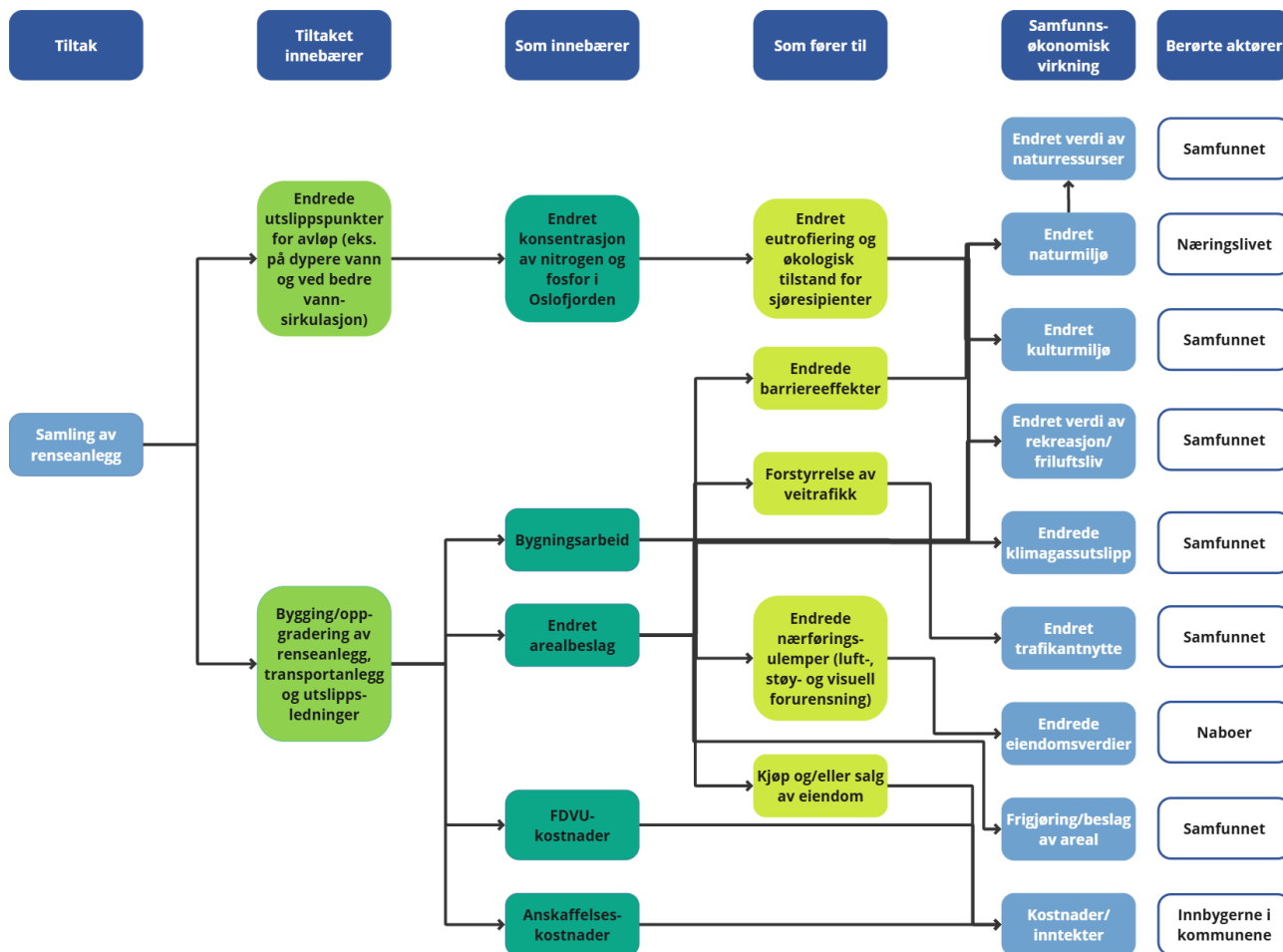
7.1 Identifisering av virkninger

Samfunnsøkonomiske virkninger er alle konsekvenser av tiltaket som påvirker velferden for de som berøres direkte. Dette inkluderer både goder som omsettes i markedene, som kostnader ved investeringer i infrastruktur, og ikke-omsettelige goder som forbedret biologisk mangfold. Virkningene beskriver endringer i velferd sammenlignet med nullalternativet. Virkninger som også ville inntruffet uavhengig av tiltaket, for eksempel som følge av allerede fattede beslutninger eller kostnader som allerede er påløpt («sunk cost»), analyseres ikke. Kun virkninger for berørte i Norge omfattes av analysen.

I årsak-virkningsdiagrammet nedenfor oppsummerer vi virkningene som er identifisert i denne analysen, og hvordan virkningene henger sammen med tiltaket. Tiltaket er her definert som samling av renseanlegg, ettersom grad av samlokalisering er den store konseptuelle forskjellen mellom alternativene. Hva som er det ideelle konseptvalget avhenger derfor av hvilke effekter man utløser av å etablere felles renseanlegg, versus at kommunene oppgraderer sine renseanlegg individuelt.

Virkninger knyttet til innføring av nitrogenrensing er ikke hensyntatt i årsak-virkningsdiagrammet. Dette kommer av at innføringen av nitrogenrensing allerede er vedtatt, og vil forekomme i samtlige konsepter. Denne virkningen skiller seg derfor ikke mellom konseptkombinasjoner. Alle konseptkombinasjonene vil imidlertid medføre økt rensegrad og ha tilhørende positiv virkning på resipienter og det marine miljøet.

Figur 7-1: Årsak-virkningsdiagram over virkninger som utløses av tiltakene



De to viktigste effektene av samlingen er endrede utslippspunkter for avløpsvann og utbygging av infrastruktur. Disse to virkningene utdypes i de følgende delkapitlene.

7.1.1 Virkninger utløst av bygging av eller oppgradering av infrastruktur knyttet til renseanlegg, transportsystem og utslippsledninger

De ulike alternativene for avløpsanlegg krever i varierende grad utbygging av renseanlegg, utslippsledninger og utvidelse av transportsystemer for vann og avløp. **Utvikling av infrastruktur** medfører anskaffelseskostnader, og driften av anleggene vil også medføre årlige forvaltnings-, drifts-, vedlikeholds- og utskiftingskostnadene (**FDVU-kostnader**). Disse kostnadene er anslått gjennom kostnads kalkyler. I tillegg vil det ved endret behov for arealer til infrastrukturen, utløses et behov for å kjøpe og/eller selge eiendom. Utgiftene knyttet til utbygging vil trolig bli finansiert gjennom kommunale vann- og avløpsgebyrer, noe som innebærer at vi ikke medregner noen skattefinansieringskostnad i denne analysen.³²

³² Bruk av offentlige midler medfører i hovedsak en skattefinansieringskostnad på 20 prosent av utgiftene, i henhold til DFØs veileder. Om renseanleggene finansieres gjennom en brukavgift, eksempelvis gjennom høyere kommunale vann- og avløpsavgifter, vil det ikke medføre skattefinansieringskostnad ettersom dette ikke har en innvirkning på offentlige budsjetter. Brukerne betaler her kun for spesifikke tjenester, slik at finansieringen ikke medfører noen vridningseffekt.

Bygningsarbeidet vil i tillegg medføre **klimagassutslipp**, som representerer en samfunnsmessig kostnad. Klimagassutslipp prissettes her i henhold til karbonprisbanene Finansdepartementet har utarbeidet for bruk i samfunnsøkonomiske analyser. I tillegg kan byggearbeidene føre til trafikkforstyrrelser, noe som medfører redusert **trafikanntytte** for reisende på grunn av økt reisetid.

Samling av renseanlegg gir mulighet for nedleggelse av enkelte eksisterende renseanlegg, samtidig som andre anlegg må utvides for økt mottak av avløpsvann. Dette kan resultere i endret arealbruk ved at arealer som tidligere var knyttet til renseaktivitet blir frigjort for andre formål, som boligbygging eller friluftsområder. Samtidig kan det medføre en økning i arealbruken andre steder tilknyttet infrastruktur for renseaktivitet, noe som representerer et tap knyttet til forbigåelse av andre potensielle arealformål.

Endringer i arealbeslag som brukes til renseanlegg og transportanlegg kan også ha innvirkning på **klimagassutslipp**. For eksempel kan fjerning av myr, skog eller annen vegetasjon som binder CO₂, føre til økte utslipp. Bruk av arealer som tidligere har utgjort utmark eller friluftslivsområder vil ha negativ påvirkning på **naturmiljø, og rekreasjon/friluftsliv**. Samtidig kan økt arealbruk ha negativ innvirkning på **kulturmiljø** om det skulle være forekomster av kulturminner i områdene som benyttes. Infrastruktur knyttet til renseanlegg og transportanlegg kan også skape barrierer for dyrelivet ved å hindre vandring mellom habitater eller fragmentere disse, noe som kan resultere i redusert **naturmiljø**. På den annen side kan fjerning av infrastruktur ha positive effekter på **naturmiljø og rekreasjon/friluftslivet**.

Arealbeslag og tilhørende infrastruktur kan også påvirke naboene til renseanleggene, som kan oppleve luft-, støy- og visuelle forurensninger, ofte kalt nærføringsulemper. Slike ulemper kan måles gjennom reduksjon i **eiendomsverdier** for dem som bor i nærheten av renseanleggene og tilhørende infrastruktur.³³

7.1.2 Virkninger utløst av endrede utslippspunkter for avløpsvann

De ulike konseptkombinasjonene har to viktige virkninger for naturmiljøet i fjorden:

- **Innføring av nitrogenrensing** vil bidra til redusert eutrofiering i hele influensområdet, og gjelder i alle konseptkombinasjoner.
- **Samling av utslippene** kan redusere både fosforutslipp og gjenværende nitrogenutslipp i sårbare områder, og flytte dette til områder med større utskiftning av vann og mer robuste resipienter.³⁴ Denne virkningen er bare aktuell for konseptkombinasjonene hvor renseanlegg samles, og graden av virkningen varierer mellom konseptkombinasjonene.

Sett opp mot dagens situasjon vil alle konseptkombinasjonene medføre en bedring av forholdene, ettersom alle kombinasjoner innebærer etablering av nytt nitrogenrensetrinn som vil gjøre at mindre næringssalter slipper ut i fjorden. Selv om utslippsreduksjonene sett opp mot dagens nivåer er like for alle alternativer har konseptkombinasjonene ulik plassering av utslippspunkt i fjorden, noe som gir forskjellig påvirkning på resipientene.

Ulike plasseringer av renseanlegg påvirker mengden avløpsvann som slippes ut i de berørte vannforekomstene. Selv om den totale mengden nitrogen og fosfor (samt mikroforurensning og organisk karbon) som slippes ut i Oslofjorden ikke påvirkes av ulike utslippspunkter, så vil det påvirke konsentrasjonen av forurensning ved ulike vannforekomster (resipienter). Det er her særlig to hensyn som bør ivaretas:

- Utslippspunkter med bedre vanngjennomstrømning reduserer ansamlingen av nitrogen og fosfor, noe som resulterer i lavere konsentrasjoner av disse stoffene i resipientene. Utslipp i nærheten av vikar og

³³ Vi har vurdert nærføringsulemper for både renseanlegg og transportanlegg. Disse virkningene er vurdert å ha svært begrenset omfang, og er derfor ikke omtalt nærmere i analysen.

³⁴ I tillegg til næringssaltene nitrogen og fosfor, medfører samling av renseanlegg også flytting av utslipp av andre eutrofieringsparametere, som organisk karbon, medisinske stoffer, PFAS, metaller, mikroplast, og lignende.

- fjordarmer med dårlig vanngjennomstrømning fører til høyere konsentrasjon av stoffene i disse områdene, enn ved utslipp i større havområder med bedre sirkulasjon.
- Nitrogen og fosfor har spesielt negativ påvirkning på resipientene om de konsentreres i det øverste vannlaget, ettersom det er særlig her det kan forekomme algeoppblomstring og eutrofiering. Utslippspunkter på dypere vann er derfor bedre for resipientene.

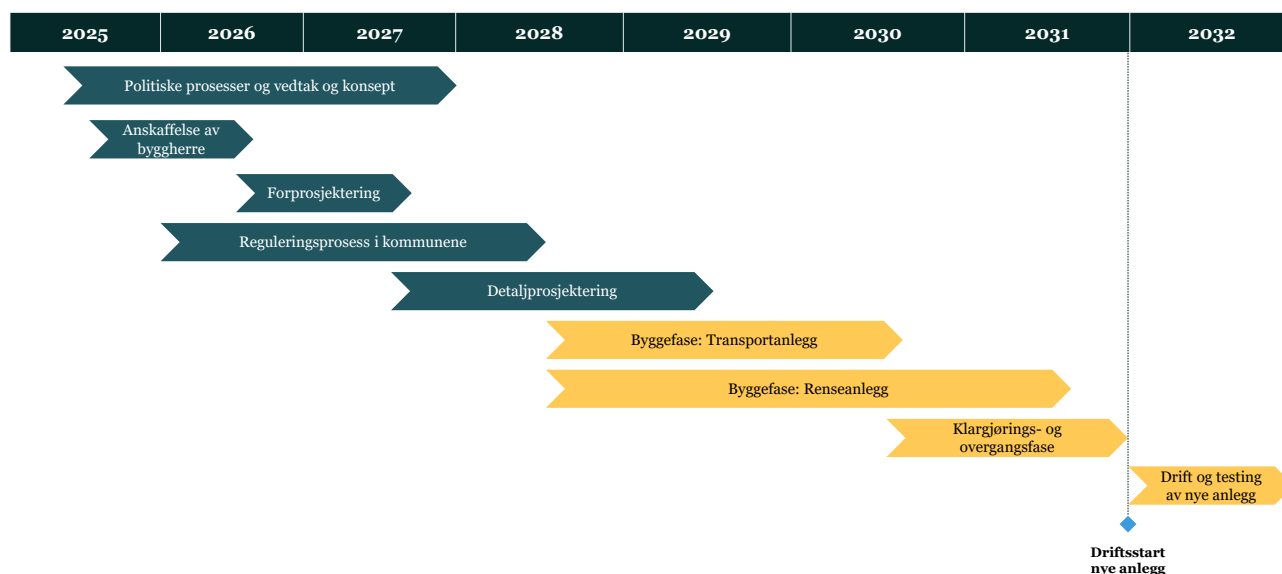
Endret konsentrasjon av nitrogen, fosfor og mikroforurensninger, samt endret økologisk og kjemisk tilstand på resipienter medfører samfunnsøkonomiske virkinger gjennom påvirkning på **naturmiljøet, rekreasjon/friluftslivet og kulturmiljøet** i Oslofjorden. Endret naturmiljø har også innvirkning på **naturressurser** som gir verdier gjennom fritids- og næringsfiske i fjorden, hvor sistnevnte kan ha direkte påvirkning gjennom næringens verdiskaping.

Ettersom omfanget og verdien av naturmiljø, rekreasjon/friluftsliv og kulturmiljø varierer i ulike områder av Oslofjorden, vil også den negative påvirkningen fra utslipp avhenge av utslippspunktens plassering i forhold til disse verdiene. For eksempel vil utslippspunkter som fører til høyere konsentrasjoner av forurensning nær viktige leveområder for fisk og andre dyrearter, samt ved badeplasser, ha større negative konsekvenser enn tilsvarende utslipp i områder hvor slike verdier ikke finnes.

7.1.3 Tidslinje for oppgradering og samling av renseanlegg

I figuren under presenterer vi en overordnet tidslinje for prosjektet. Det vil være noe variasjon i tidsbruk for ulike faser mellom konseptene, og tidslinjen under presenterer derfor kun en overordnet plan.

Figur 7-2: Generell tidslinje for etablering av nye renseanlegg



Før man kan starte byggingen av nye renseanlegg må kommunene gjennomgå sine politiske prosesser for valg av konsept. Videre må kommunene gjennomføre en reguleringsprosess samtidig som de anskaffer byggherre og gjennomfører prosjektering.

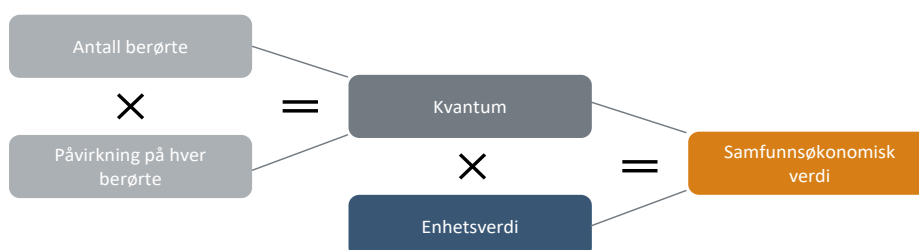
Oppstart av byggefase vil trolig være i midten av 2028, og man vil da starte arbeidet med både transportanlegg og selve renseanleggene. Førstnevnte innebærer bygging av sjøledninger, pumpestasjoner ved tidligere renseanlegg og VA ledninger. Dette er forventet å ta omtrent to år. Byggefase for renseanleggene vil være noe lengre og vil trolig vare rundt tre og et halvt år. I slutten av byggefase og frem til de nye renseanleggene starter drift og produksjon, vil det være nødvendig med en overgangsfase fra

de gamle til de nye renseanleggene. Dette omfatter i hovedsak testing av nye anlegg, innkobling, sanering av utfasede anlegg og anleggsteknisk overtakelse. I starten av 2032 vil nye renseanlegg være fullstendig ferdigstilt og starte sin driftsfase.

7.1.4 Om verdsetting av virkningene

Omfanget av samfunnsøkonomiske virkninger avhenger av antall berørte personer, samt påvirkningen per berørt. Metoden som benyttes til å prissette den samfunnsøkonomiske verdien av en virkning er vist i figuren under, hvor man multipliserer antall berørte med påvirkningen per berørt. Der hvor det er mulig skal disse virkningene så langt det lar seg gjøre prissettes i kroner. Man multipliserer derfor kvantumet med verdien av påvirkningen (enhetsverdien).

Figur 7-3: Samfunnsøkonomisk verdi består av antall berørte, grad av påvirkning og eventuell enhetsverdi



Vi benytter den samme tilnærmingen også der vi mangler enhetsverdi, fordi informasjon om antall berørte og påvirkning per berørt gir et grunnlag for å vurdere størrelsesorden på den samfunnsøkonomiske virkningen selv om den ikke kan prissettes. Når informasjonen er utilstrekkelig til å gjennomføre troverdige og presise verdsettinger, vil vi behandle virkningene som ikke-prissatte virkninger i tråd med DFØs veileder.³⁵ Dette innebærer at vi kvantifiserer virkningen så langt det lar seg gjøre og ellers beskriver virkningen kvalitativt. I tabellen under oppsummerer vi virkningene identifisert i forrige delkapittel og hvorvidt de prissettes eller inngår i analysen som ikke-prissatte virkninger.

Tabell 7-1: Oversikt over samfunnsøkonomiske virkninger som verdsettes i KVV-en, fordelt på prissatte og ikke-prissatte virkninger

Prissatte virkninger	Ikke-prissatte virkninger
Anskaffelseskostnader	Endret naturmiljø
FDVU-kostnader	Endret verdi av rekreasjon/friluftsliv
Frigjøring av areal (salg av eiendom)	Endret kulturmiljø
Endret klimagassutslipp	Endret verdi av naturressurser

Virkninger knyttet til nærføringsulempene og endringer i trafikanntytte er midlertidige og/eller av liten betydning og er derfor ikke omtalt nærmere i kapitlene nedenfor. Renseanlegg og annen infrastruktur forventes ikke å gi betydelig visuell forurensning, støy eller luktforurensning, og vil derfor ikke endre påvirke nærføringsulempene i nevneverdig grad. Trafikkforstyrrelser under anleggsperioden antas å være marginale og midlertidige, og vil derfor ha begrensede effekt på trafikanntytte hele analyseperioden sett under ett.

³⁵ Veileder i samfunnsøkonomiske analyser - Kap. 3.4 Tallfeste, verdsette og vurdere virkninger (fase 4) | DFØ

7.2 Vurdering av samfunnsøkonomiske virkninger

Det overordnende spørsmålet kommunene må ta stilling til er hvorvidt de skal utvide eksisterende renseanlegg hver for seg, samle seg om noen regionale anlegg, eller samles til ett stort fellesanlegg.

Konseptene kan kombineres på ulike måter til fullstendige konseptkombinasjoner som dekker hele analyseområdet. Enkelte konsepter er overlappende og dermed gjensidig utelukkende. Alle samlingsalternativer lar seg kombinere med en eller flere nullalternativsløsninger. Totalt kan de ulike konseptene settes sammen på 20 ulike måter – dette er konseptkombinasjonene som vurderes opp mot hverandre i alternativanalysen. Disse illustreres i tabellen under.

Tabell 7-2: Konseptkombinasjoner som vurderes i KVV-en

E	Nordlig alternativ	Sørlig alternativ	Traseer
I	Separate anlegg (prosessløsning C-1 ved Falkensten)	Separate anlegg	Åsgårdstrand-Falkensten
II	Separate anlegg (prosessløsning C-2 ved Falkensten)	Separate anlegg	Åsgårdstrand-Falkensten
III	1C (prosessløsning C-1 ved Falkensten)	1A + Enga RA	- Åsgårdstrand-Falkensten - Holmestrand-Falkensten - Bekkevika-Vårnes - Vårnes-Tønsberg Vallø
IV	1C (prosessløsning C-2 ved Falkensten)	1A + Enga RA	- Åsgårdstrand-Falkensten - Holmestrand-Falkensten - Bekkevika-Vårnes - Vårnes-Tønsberg Vallø
V	1C (prosessløsning C-1 ved Falkensten)	1B + Enga RA	- Åsgårdstrand-Falkensten - Holmestrand-Falkensten - Bekkevika-Vårnes - Vårnes-Tønsberg Vallø - Tønsberg Vallø-Slagentangen
VI	1C (prosessløsning C-2 ved Falkensten)	1B + Enga RA	- Åsgårdstrand-Falkensten - Holmestrand-Falkensten - Bekkevika-Vårnes - Vårnes-Tønsberg Vallø - Tønsberg Vallø-Slagentangen
VII	1E	1D	- Holmestrand-Falkensten - Falkensten-Slagentangen (inkl. Åsgårdstrand-Falkensten) - Tønsberg Vallø-Slagentangen - Bekkevika-Vårnes - Bekkevika-Enga
VIII	2A (prosessløsning A-1 ved Slagentangen)	2A + Enga RA	- Holmestrand-Falkensten - Falkensten-Slagentangen (inkl. Åsgårdstrand-Falkensten) - Tønsberg Vallø-Slagentangen - Vårnes-Tønsberg Vallø - Bekkevika-Vårnes

IX	2A (prosessløsning A-2 ved Slagentangen)	2A + Enga RA	• Holmestrand-Falkensten • Falkensten-Slagentangen (inkl. Åsgårdstrand-Falkensten) • Tønsberg Vallø-Slagentangen • Vårnes-Tønsberg Vallø • Bekkevika-Vårnes
X	Separate anlegg: <i>Holmestrand RA, Falkensten RA</i> (prosessløsning C-1 ved Falkensten)	1A + Enga RA	• Åsgårdstrand-Falkensten • Bekkevika-Vårnes • Vårnes-Tønsberg Vallø
XI	Separate anlegg: <i>Holmestrand RA, Falkensten RA</i> (prosessløsning C-2 ved Falkensten)	1A + Enga RA	• Åsgårdstrand-Falkensten • Bekkevika-Vårnes • Vårnes-Tønsberg Vallø
XII	Separate anlegg: <i>Holmestrand RA, Falkensten RA</i> (prosessløsning C-1 ved Falkensten)	1B + Enga RA	• Åsgårdstrand-Falkensten • Bekkevika-Vårnes • Vårnes-Tønsberg Vallø • Tønsberg Vallø-Slagentangen
XIII	Separate anlegg: <i>Holmestrand RA, Falkensten RA</i> (prosessløsning C-2 ved Falkensten)	1B + Enga RA	• Åsgårdstrand-Falkensten • Bekkevika-Vårnes • Vårnes-Tønsberg Vallø • Tønsberg Vallø-Slagentangen
XIV	1C (prosessløsning C-1 ved Falkensten)	Separate anlegg: <i>Vårnes RA, Bekkevika RA, Tønsberg Vallø RA, Enga RA</i>	• Åsgårdstrand-Falkensten • Holmestrand-Falkensten
XV	1C (prosessløsning C-2 ved Falkensten)	Separate anlegg: <i>Vårnes RA, Bekkevika RA, Tønsberg Vallø RA, Enga RA</i>	• Åsgårdstrand-Falkensten • Holmestrand-Falkensten
XVI	1E	Separate anlegg: <i>Vårnes RA, Bekkevika RA, Enga RA</i>	• Holmestrand-Falkensten • Falkensten-Slagentangen (inkl. Åsgårdstrand-Falkensten) • Tønsberg Vallø-Slagentangen
XVII	1C (prosessløsning C-1 ved Falkensten)	1D + Tønsberg RA	• Åsgårdstrand-Falkensten • Holmestrand-Falkensten • Bekkevika-Vårnes • Bekkevika-Enga
XVIII	1C (prosessløsning C-2 ved Falkensten)	1D + Tønsberg RA	• Åsgårdstrand-Falkensten • Holmestrand-Falkensten • Bekkevika-Vårnes

			• Bekkevika-Enga
XIX	Separate anlegg: <i>Holmestrand RA, Falkensten RA, Tønsberg Vallø RA</i> (prosessløsning C-1 ved Falkensten)	1D	• Bekkevika-Enga • Åsgårdstrand-Falkensten • Bekkevika-Vårnes • Bekkevika-Enga
XX	Separate anlegg: <i>Holmestrand RA, Falkensten RA, Tønsberg Vallø RA</i> (prosessløsning C-2 ved Falkensten)	1D	• Åsgårdstrand-Falkensten • Bekkevika-Vårnes • Bekkevika-Enga

Tabellen over viser hvilke renseanlegg og transportanlegg som inngår i de ulike konseptkombinasjonene. For flere av konseptkombinasjonene er det kun valg av prosessløsning som er forskjellen mellom alternativene. Konseptkombinasjonene inkluderer i tillegg ulike traseer for transport av avløpsvann. For å vurdere konseptkombinasjonene opp mot hverandre må vi ta stilling til de samfunnsøkonomiske nytte- og kostnadsvirkningene som følger av konseptkombinasjonen. I de følgende delkapitlene vil vi presentere de prissatte og ikke-prissatte virkningene knyttet til hver av konseptkombinasjonene presentert i tabellen over.

7.2.1 Prissatte virkninger

I tabellen under presenterer vi en sammenstilling av alle de prissatte virkningene for hver enkelt konseptkombinasjon, og rangerer konseptkombinasjonene etter samlet prissatt samfunnsøkonomisk kostnad. For en mer omfattende beskrivelse av kostnadskomponenter og metodikk henvises det til Vedlegg A.1.

Tabell 7-3: Sammenstilling av prissatte virkninger i konseptkombinasjonene, netto kostnad, angitt i 2025 nåverdi (millioner kroner). «0-alt» betegner nullalternativ og separate anlegg.

	Nordlig alternativ	Sørlig alternativ	Kostnader (anskaffelse, FDVU og restverdi)	Klimagass-utslipp	Frgjorte arealer	Netto prissatte virkninger	Rangering (laveste kostnad=1)
I	0-alt (C-1)	0-alt	6 481	286	0	6 767	1
II	0-alt (C-2)	0-alt	6 613	286	0	6 899	5
III	1C-1	1A + 0F	6 681	312	0	6 993	10
IV	1C-2	1A + 0F	6 787	313	0	7 100	12
V	1C-1	1B + 0F	8 084	306	-10	8 380	17
VI	1C-2	1B + 0F	8 190	307	-10	8 487	20
VII	1E	1D	7 878	285	-10	8 153	14
VIII	2A-1	2A-1 + 0F	7 962	298	-10	8 250	15
IX	2A-2	2A-2 + 0F	8 184	298	-10	8 472	19
X	0-alt (C-1)	1A + 0F	6 627	313	0	6 940	8
XI	0-alt (C-2)	1A + 0F	6 759	312	0	7 071	11
XII	0-alt (C-1)	1B + 0F	8 030	307	-10	8 327	16
XIII	0-alt (C-2)	1B + 0F	8 162	307	-10	8 459	18
XIV	1C-1	0-alt	6 535	285	0	6 820	3
XV	1C-2	0-alt	6 642	286	0	6 928	6
XVI	1E	0-alt	7 850	284	-10	8 124	13
XVII	1C-1	1D + 0B	6 563	286	0	6 849	4
XVIII	1C-2	1D + 0B	6 669	287	0	6 956	9
XIX	0-alt (C-1)	1D + 0B	6 509	287	0	6 796	2
XX	0-alt (C-2)	1D + 0B	6 641	287	0	6 928	6

De største prissatte virkningene er anskaffelses- og FDVU-kostnader, som derfor i hovedsak avgjør hvilke konseptkombinasjoner som har de laveste kostnadene. Klimagassutslippskostnader og positive virkninger fra frigjorte arealer er ikke store eller varierte nok til å påvirke rangeringen i betydelig grad.

Konseptkombinasjonen med de laveste totale prissatte virkningene er alternativ I (nullalternativet), på 6 767 millioner kroner. Dette alternativet innebærer separate renseanlegg i nord og sør. Den dyreste konseptkombinasjonen er alternativ VI, som har 1 720 millioner kroner høyere prissatte virkninger.

Felles renseanlegg gi stordriftsfordeler – både knyttet til investeringer og drift. Samtidig medfører økte kostnader knyttet til investeringer og drift av mer omfattende transportanlegg at de totale kostnadene øker. Derfor har nullalternativet, med separate renseanlegg og færrest nye transportanlegg, de laveste totale prissatte virkningene, selv om nullalternativet ikke realiserer gevinster knyttet til stordriftsfordeler.

Etter nullalternativet følger konseptkombinasjon XIX, som har samling av renseanlegg på Enga i sør og separate anlegg i nord. Her får man realisert stordriftsfordeler ved Enga, men unngår samtidig store utbedringer i transportanlegget. Ettersom kostnadene ved transportanlegg er den kostnaden som varierer mest mellom konseptkombinasjonene, er det generelt konseptene med minst utbygging av transportanlegg som får lavest kostnader.

I motsatt ende av skalaen har konseptkombinasjonen VI med 1B Slagentangen, Enga og 1C-2 Falkensten de høyeste kostnadene. Det er flere grunner til at dette er et lite kostnadseffektivt alternativ. For det første må anlegget på Slagentangen bygges nytt, slik at 1B får betydelig høyere anskaffelseskostnader enn konsept 1A, som håndterer den samme mengden avløpsvann. Det er derfor lite stordriftsfordeler sett opp mot 1A. I tillegg har 1B behov for omfattende transportanlegg med høye energikostnader, særlig forbundet med å pumpe avløpsvann ut til Slagentangen.

Konseptkombinasjoner med felles rensing på Slagentangen (konsept 2) gir de største stordriftsfordelene, men innebærer også betydelige kostnader ved transportanlegg. Totalt sett gjør dette at disse konseptkombinasjonene rangeres som nummer 15 og 19 når det gjelder samlede prissatte virkninger. Overordnet er det konseptkombinasjoner som inkluderer felles renseanlegg på Slagentangen som har de høyeste kostnadene, både 1B Slagentangen og 2A Slagentangen. Alle konseptkombinasjonene som inkluderer disse konseptene er rangert med høyest prissatte virkninger, fra nummer 15 til 20. Årsaken til dette er hovedsakelig høye kostnader forbundet ved å transportere avløpsvann ut til Slagentangen, gjennom bygging av omfattende transportanlegg og energikostnader knyttet til pumping av avløpsvannet.

Mange av konseptkombinasjonene skiller seg kun i form av valg av prosessløsning på Slagentangen eller Falkensten, hvor det bygges nye anlegg. Basert på kostnadsanslagene i denne KVV-en har MBBR-teknologi lavere kostnader enn aktivslam-teknologi. Siden renseteknologiene har ingen eller marginal effekt på klimagassutslipp, er MBBR også den teknologien med de laveste samlede prissatte virkninger.

7.2.2 Ikke-prissatte virkninger

I vedlegg A.1 vurderes de ikke-prissatte virkningene per konsept. I dette kapitlet er virkningene sammenstilt til virkninger på konseptkombinasjonsnivå. Prinsippene og grunnlaget er det samme som i vedlegget, men vi har her kalibrert vurderingen av hver virkning i forhold til prosjektets totale omfang. Selv om en virkning oppfattes som stor på konseptnivå, er det derfor ikke sikkert at den oppfattes som stor på konseptkombinasjonsnivå. Videre er virkningene også vurdert relativt til nullalternativet, slik at virkningene i konseptkombinasjon I/II er satt til null.

Virkningene på konseptkombinasjonsnivå er oppsummert i tabell 7-4.

Tabell 7-4: Ikke-prissatte virkninger i konseptkombinasjonene.

	Naturmiljø	Kulturmiljø	Naturressurser	Rekreasjon/friluftsliv	Annet
I / II	–	–	–	–	–
III / IV	Stor positiv	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig
V / VI	Stor positiv	Ubetydelig	Liten negativ	Ubetydelig	Ubetydelig
VII	Middels positiv	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig
VIII / IX	Meget stor positiv	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig
X / XI	Middels positiv	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig
XII / XIII	Middels positiv	Ubetydelig	Liten negativ	Ubetydelig	Ubetydelig
XIV / XV	Liten positiv	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig
XVI	Liten positiv	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig
XVII / XVIII	Middels positiv	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig
XIX/XX	Liten positiv	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig

Naturmiljø er den viktigste ikke-prissatte virkningen i vår analyse, ettersom det både er her vi vurderer at de største ikke-prissatte konsekvensene er, og fordi det er denne virkningen som skiller seg mest mellom konseptene. I vurderingen av naturmiljø er det her tre komponenter:

1. Virkninger fra legging av transportanlegg
2. Arealbeslag fra renseanleggene
3. Virkninger på resipienter

Transportanlegg kan påvirke naturmiljøet negativt dersom traséen går gjennom viktige naturtyper eller påvirker viktige områder for dyr og andre arter. Det er her snakk om et midlertidig arealbeslag. Renseanleggene i seg selv kan også medføre nytt arealbeslag, som kan påvirke omkringliggende natur. Den tredje virkningen er virkningen på resipienter som følger av hvor utslippspunktene blir lokalisert, slik beskrevet i kapittel 7.1.2. Generelt vurderes samling av utslipp ved Tønsberg Vallø eller Slagentangen som positivt, mens (økte) utslipp ved Vårnes eller Enga bør unngås.³⁶

Totalvurderingen av naturmiljø følger i stor grad resipientvurderingene. Dette kommer av at resipientvurderingene vurderes som den klart viktigste virkningen på naturmiljøsidan. Avløpsvann fra renseanlegg vil slippes ut gjennom hele levetiden til renseanlegget, og virkningene beskrevet for resipienter er dermed permanente og påvirker alle tilhørende økosystemtjenester fjorden leverer. Virkningene på

³⁶ For en mer detaljert beskrivelse av utsatte resipienter, se vedlegg A.8.1 og PN-9 Resipientvurderinger.

transportsiden er derimot i hovedsak midlertidige, og skiller seg i mindre grad mellom konsepter. En nærmere vurdering av hvordan tiltakene påvirker resipientene og hvilken samfunnsøkonomiske verdi disse virkningene har er gitt i kapittel 7.3.

På kulturmiljø er det som vist i vedlegget få lokaliteter som berøres generelt, og ingen av konseptkombinasjonene har noen nevneverdige negative konsekvenser. Virkningen på kulturmiljø vurderes derfor som ubetydelig for samtlige kombinasjoner basert på den informasjonen vi har tilgjengelig i denne KVV-en.

På naturressurssiden er det flere av konseptkombinasjonene som har transportanlegg som går over jordbruksområder og gjennom fiskeriområder. Dette innebærer at bruken av disse naturressursene vil begrenses i anleggsfasen og potensielt også noen år etter. Selv om disse virkningene er midlertidige, er omfanget av naturressurser som påvirkes i enkelte av kombinasjonene likevel såpass omfattende at vi har gitt de vurderingen liten negativ.

Samtidig er det også virkninger på naturressurser som følge av arealbeslag ved selve renseanleggene. Som vist i vedlegget er det særlig renseanlegg på Falkensten og Enga hvor det vil opptas ny mark. Arealbeslag fra utvidelse eller bygging av nytt renseanlegg er lavere enn arealet som vil beslaglegges ved traséene. Disse områdene vil imidlertid beslaglegges permanent, og vi vurderer dem derfor som like viktige som beslaget fra transportanlegget totalt sett.

Samtidig skal renseanlegget ved Enga utvides uavhengig av konseptvalg. Dersom det blir samling av flere renseanlegg ved Enga vil det være behov for noe større anlegg, men differansen i beslaglagt mark vil trolig være liten. For Falkensten vil imidlertid konsekvensene avhenge av konseptkombinasjon, ettersom det er enkelte konseptkombinasjoner hvor det ikke vil være behov for å bygge ut et nytt renseanlegg her. Dette gjelder konseptkombinasjonene XVI, VII, VIII og IX, som alle inkluderer samling av avløpsvann fra Holmestrand og Falkensten ved Slagentangen. For disse konseptkombinasjonene veier derfor det at man ikke må bygge ut nytt renseanlegg ved Falkensten opp for virkningene på transportanleggsiden, slik at konsekvensene blir ubetydelige totalt sett. De fire konseptkombinasjoner hvor vi vurderer at virkningen på naturressurser er liten negativ totalt har altså både negative virkninger av en viss størrelse fra transportanlegget, og negative virkninger som følge av nytt renseanlegg ved Falkensten.

For rekreasjon og friluftsliv er det noen lokaliteter som berøres i alle alternativer, deriblant en rekke strandområder. I likhet med for naturressurser er det her en rekke lokaliteter som berøres også i nullalternativet. Når vi ser konseptkombinasjonene opp mot nullalternativet blir derfor virkningene være ubetydelige, siden forskjellene er så små. Samtlige av virkningene på friluftsliv er i tillegg midlertidige, og det vil være mulig å tilpasse anleggsperioden for å minimere påvirkningen på omgivelsene.

Andre ikke-prissatte virkninger er blant annet virkninger på veitrafikk, industri og annet næringsliv. Også her er det en del virkninger i nullalternativet, og samtlige av virkningene er midlertidige. Vi vurderer derfor at det heller ikke her er noen betydelig forskjell mellom alternativene på konseptkombinasjonsnivå.

7.3 Sammenstilling av virkninger

Rangering av alternativer skal gjøres på bakgrunn av deres samlede samfunnsøkonomiske virkninger, både prissatte og ikke-prissatte. Å vurdere prissatte og ikke-prissatte virkninger opp mot hverandre er ofte krevende. For en del av alternativene er imidlertid rangeringen enklere. I dette delkapitlet beskriver vi først hvilke konseptkombinasjoner som utgjør rasjonelle valg for kommunene, basert på både prissatte og ikke-prissatte virkninger. Deretter vurderer vi hvilken konseptkombinasjon som sannsynligvis gir den høyeste samlede samfunnsøkonomiske lønnsomheten, ved å veie de prissatte virkningene opp mot de ikke-prissatte.

7.3.1 Overordnet rangering og utsiling av alternativer

Prissatte og ikke-prissatte virkninger kan ikke direkte måles opp mot hverandre. Dette gjør det vanskelig å konkludere med én foretrukken konseptkombinasjon basert på totaliteten av de samfunnsøkonomiske virkningene. Samtidig er det mulig å ekskludere konseptkombinasjoner som åpenbart har en lavere samfunnsøkonomisk lønnsomhet enn andre. En konseptkombinasjon kan dominere en annen, dersom sistnevnte både er dyrere og slår svakere eller likt ut på alle typer ikke-prissatte virkninger. I et slikt tilfelle vil den dominerte kombinasjonen aldri vil være det foretrukne valget ut ifra et samfunnsøkonomisk perspektiv. Med dette som utgangspunkt kan vi eliminere flere konseptkombinasjoner. Deretter står vi igjen med de reelle, rasjonelle konseptvalgene basert på samfunnsøkonomisk lønnsomhet.

Vi har gjort følgende observasjoner som lar oss eliminere et større antall konseptkombinasjoner:

- **MBBR-teknologi har alltid lavere samlede kostnader enn aktivslam-teknologi.** Flere av konseptkombinasjonene skiller seg kun fra hverandre ved valget av prosessløsning på enten Slagentangen eller Falkenstein. Valget av prosessløsning har ikke utslag i de ikke-prissatte virkningene i konseptkombinasjonene.³⁷ Dermed er det kun kostnadene som skiller. MBBR-teknologien er konsekvent billigere enn aktivslam-teknologien. Derfor kan vi her utelukke alle konseptkombinasjoner som benytter aktivslam-teknologi for selve konseptvalget.
- **Konseptkombinasjoner som både er dyrere og verre for naturmiljø/naturressurser.** Det er for eksempel ikke rasjonelt å velge en dyr konseptkombinasjon fremfor en konseptkombinasjon som er billigere og bedre for naturmiljøet. Konseptkombinasjoner som domineres av andre på denne måten er derfor også ekskludert.
- **Det er billigere å samle utslippene på Vallø (1A) enn på Slagentangen (1B).** Alternativ 1B – nytt renseanlegg på Slagentangen er en alternativ løsning til å samle utslippene på Vallø i Tønsberg (1A). Utbyggingen av transportanlegg fra Vallø til Slagentangen, samt kostnadene ved å bygge et helt nytt anlegg fører til at dette alternativet er dyrere enn 1A, samtidig som utslippspunktene på begge steder har om lag lik virkning på resipientene. I konseptkombinasjoner som ellers er like, men der valget mellom 1A og 1B varierer, vil alltid førstnevnte dominere. Vi kan derfor utelukke alle konseptkombinasjoner som inkluderer alternativ 1B.
- **For konseptkombinasjoner med like virkninger på naturmiljø og naturressurser beholder vi kun de billigste.** Enkelte konseptkombinasjoner har lik påvirkning på naturmiljø og naturressurser, men ulike prissatte virkninger. I slike tilfeller har vi valgt å utelukke konseptkombinasjonen med de høyeste kostnadene, ettersom man kan oppnå en tilsvarende virkning på naturmiljø og naturressurser til en lavere pris.

Gjennom rasjonale i det første punktet ovenfor kan vi eliminere alle 9 konseptkombinasjoner som inkluderer aktivslam-teknologi. Dette innebærer at konseptkombinasjonene II, IV, VI, IX, XI, XIII, XV, XVII og XX kan utelukkes. Dermed står vi igjen med 11 konseptkombinasjoner som benytter MBBR-teknologi, som er presentert i tabellen nedenfor. Videre kan vi basert på de øvrige punktene eliminere flere dominerte konseptkombinasjoner. Hvorvidt en konseptkombinasjon er dominert og dermed kan fjernes, eller om den fortsatt utgjør et rasjonelt valg, fremgår av kolonnen helt til høyre i tabellen nedenfor, sammen med en forklaring av hvorfor.

³⁷ Vi har ikke simulert alle prosessløsningene, og det er derfor noe usikkerhet knyttet til påvirkningen på resipientene ved ulike renseteknologier. Konsekvenser av ulike prosessløsninger vil imidlertid kunne undersøkes nærmere i videre detaljeringsfaser. I for-/detaljeringsfase etter at konseptvalget er fattet bør nærmere vurderinger av endelige prosessløsninger foretas.

Tabell 7-5: Konseptkombinasjoner med MBBR-teknologi, med tilhørende virkninger (verdier oppgitt i 2025 nåverdi i millioner kroner)

	Prissatte virkninger	Differanse fra konsept med laveste prissatte virkninger	Naturmiljø	Naturressurser	Beskrivelse av om konseptkombinasjonen er dominert (lyseblå) eller om den er et aktuelt valg (mørkeblå) ³⁸
I	6 767	-	-	-	Det billigste alternativet.
III	6 993	226	Stor positiv	Ubetydelig	Det billigste alternativet med stor positiv virkning på naturmiljø.
V	8 380	1 613	Stor positiv	Liten negativ	Domineres av III, som har lik påvirkning på naturmiljø, men lavere prissatte virkninger og bedre påvirkning på naturressurser.
VII	8 153	1 386	Middels positiv	Ubetydelig	Domineres av XVII, som har lik påvirkning på naturmiljø, men lavere prissatte virkninger.
VIII	8 250	1 483	Meget stor positiv	Ubetydelig	Det beste alternativet for naturmiljøet.
X	6 940	173	Middels positiv	Ubetydelig	Domineres av XVII, som har lik påvirkning på naturmiljø og naturressurser, men lavere prissatte virkninger.
XII	8 327	1 560	Middels positiv	Liten negativ	Domineres av XVII, som har lik påvirkning på naturmiljø, men lavere prissatte virkninger og bedre påvirkning på naturressurser.
XIV	6 820	53	Liten positiv	Ubetydelig	Domineres av XIX, som har lik påvirkning på naturmiljø og naturressurser, men lavere prissatte virkninger.
XVI	8 124	1 357	Liten positiv	Ubetydelig	Domineres av XVII, som har lik påvirkning på naturressurser, men lavere prissatte virkninger og bedre påvirkning på naturmiljø.
XVII	6 849	82	Middels positiv	Ubetydelig	Det billigste alternativet med middels positiv virkning på naturmiljø.
XIX	6 796	29	Liten positiv	Ubetydelig	Det billigste alternativet med liten positiv virkning på naturmiljø.

Basert på vurderingene i tabellen over kan vi utelukke totalt 15 av konseptkombinasjonene i KVUen, og står igjen med fem aktuelle valg. Disse er presentert i tabellen nedenfor. Hver av disse konseptkombinasjonene bringer noe eget til bordet, som de andre ikke gjør – enten ved å øke de positive ikke-prissatte virkningene, begrense de negative ikke-prissatte virkningene, eller ved å være billigere målt i prissatte kostnader. I tabellen har vi valgt å splitte opp totalvurderingen på naturmiljø ovenfor resipientene og virkningene knyttet til transportanleggene.

³⁸ Merk at en dominert konseptkombinasjon kan være dominert av flere andre konseptkombinasjoner selv om vi kun har oppgitt én.

Tabell 7-6: Gjenstående konseptkombinasjoner etter eliminering, med tilhørende virkninger (verdier oppgitt i 2025 nåverdi i millioner kroner).³⁹

	Prissatte virkninger	Differanse fra konsept med laveste prissatte virkninger	Naturmiljø - resipient	Naturmiljø – transport-anlegg	Nordlig alternativ	Sørlig alternativ
VIII	8 250	1 483	Meget stor positiv	Ubetydelig	2A-1 Slagentangen	2A-1 Slagentangen + Enga
III	6 993	226	Stor positiv	Liten negativ	1C-1 Falkensten	1A Vallø + Enga
XVII	6 849	82	Middels positiv	Liten negativ	1C-1 Falkensten	1D Enga + Tønsberg Vallø
XIX	6 796	29	Liten positiv	Liten negativ	0A Holmestrand + 0C-1 Falkensten	1D Enga + Tønsberg Vallø
I	6 767	-	-	-	Separate anlegg	Separate anlegg

Hvilket av disse alternativene som er det mest hensiktsmessige er en avveining mellom prissatte virkninger og påvirkningen på naturmiljø. Spesifikt dreier det seg her om et valg mellom lavere kostnader eller større positiv påvirkning på resipientene og tilstanden i Ytre Oslofjord. Nullalternativet (I) har de laveste kostnadene, men er også det alternativet som gir minst forbedring på resipientene og vannforholdene i fjorden. På den andre siden har konseptkombinasjonen med den beste totale påvirkningen på resipientene og Ytre Oslofjord (VIII) de høyeste kostnadene. I tillegg må det vurderes en balanse mellom bedre forhold for resipientene gjennom samling av renseanlegg og de negative konsekvensene dette medfører på land. Større anlegg krever mer omfattende transportinfrastruktur og traseer, noe som har en negativ innvirkning på naturmiljø i de fleste av disse alternativene. Men, disse virkningene er i all hovedsak midlertidige og har derfor mindre betydning for den samlede vurderingen.

7.3.2 Vurdering av samfunnsøkonomisk lønnsomhet

Hvilket av de fem gjenstående alternativene som bør velges avhenger av hvor mye man vektlegger virkninger på naturmiljø. For å vurdere hvorvidt en konseptkombinasjon med bedre påvirkning på resipientene og Ytre Oslofjord rettferdiggjør merkostnaden i prissatte virkninger, må vi vurdere verdien av resipientene og Oslofjorden.

Økosystemtjenestene i Oslofjorden har stor samfunnsverdi, særlig fordi et stort antall mennesker benytter seg av fjordens ressurser og tjenester. Disse tjenestene påvirkes av vannkvaliteten, som igjen forringes av utslipp av avløpsvann med næringssalter. Miljødirektoratet (2019)⁴⁰ har belyst verdien av Oslofjordens økosystemtjenester. De forsynde tjenestene, som inkluderer kommersielt fiske og hummerfiske, ble i 2017 verdsatt til omtrent 125 millioner kroner årlig. De kulturelle økosystemtjenestene ble verdsatt av NIVA (2019)⁴¹ og gjengitt i Miljødirektoratets rapport. Ifølge NIVA var den årlige verdien i 2018 av:

- Turgåing i strandsonen: 5,7–10,3 milliarder kroner
- Bading: 2,8–3,8 milliarder kroner
- Fritidsfiske: 300 millioner kroner
- Naturbasert reiseliv: 208 millioner kroner

³⁹ Virkninger som ikke er vist i tabellen, er utelatt fordi de er ubetydelige i alle konseptkombinasjoner.

⁴⁰ Miljødirektoratet, 2019. Tilgjengelig [her](#).

⁴¹ NIVA, 2019. Tilgjengelig [her](#).

Disse verdiene har stor samfunnsøkonomisk betydning og er direkte avhengige av vannkvaliteten, som igjen påvirkes av avløpsutslipp. Det er imidlertid utfordrende å kvantifisere hvordan valget av konseptkombinasjon påvirker de økonomiske verdiene nevnt ovenfor. For å vurdere hvorvidt nytten av bedre påvirkning på resipientene overstiger merkostnadene – og dermed hvilke konseptkombinasjoner som bør velges – benytter vi to tilnærminger: 1) Sammenligning av verdien av endrede utslippspunkter med verdien av økt rensegrad, og 2) vurdering av husholdningenes betalingsvillighet for en bedre økologisk tilstand i Oslofjorden.

I de følgende delkapitlene går vi gjennom disse to tilnærmingene for å synliggjøre verdien av å samle renseanleggene, og gi et grunnlag for å vurdere hvilke av konseptkombinasjonene som har høyest samlet samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Det må samtidig understrekes at analysene er preget av betydelig usikkerhet og bør anses som eksempelberegninger. Vurderingene kan imidlertid gi en indikasjon på størrelsesorden av virkningene.

7.3.2.1 Sammenligning av verdien av endrede utslippspunkter med verdien av økt rensegrad

Som nevnt tidligere har konseptkombinasjonene to viktige virkninger for naturmiljøet i fjorden:

- **Innføring av nitrogenrensing** vil bidra til redusert eutrofiering i hele influensområdet, og gjelder i alle konseptkombinasjoner.
- **Samling av utslippene** kan redusere både fosforutslipp og gjenværende nitrogenutslipp i sårbare områder, og flytte dette til områder med større utskiftning av vann og mer robuste resipienter.⁴² Denne virkningen er bare aktuell for konseptkombinasjonene hvor renseanlegg samles, og graden av virkningen varierer mellom konseptkombinasjonene.

Sett opp mot dagens situasjon vil alle konseptkombinasjonene medføre en bedring av forholdene, ettersom alle kombinasjoner innebærer etablering av nytt nitrogenrensetrinn som vil gjøre at mindre næringssalter slipper ut i fjorden. En studie fra Nordisk ministerråd (2024)⁴³ anslår at verdien av økt rensing av nitrogen kan ha en verdi på 43 til 51 euro per kg (2025 verdi). Det gir en samlet verdi av å innføre nitrogenrensing i de fem aktuelle kommunene på mellom 3,5 og 4,2 milliarder kroner totalt i netto nåverdi over analyseperioden, sett opp mot dagens situasjon. Det er selvfølgelig stor usikkerhet knyttet til denne type verdsetting, men det gir en indikasjon på hvilken størrelsesorden verdien av å rense nitrogen kan gi. Siden oppnåelsen av rensekravene er lik på tvers av konsepter, vil disse verdiene utløses for alle alternativer, inkludert nullalternativet.

Selv om utslippsreduksjonene sett opp mot dagens nivåer er like for alle alternativer har konseptkombinasjonene ulik plassering av utslippspunkt i fjorden, noe som gir forskjellig påvirkning på resipientene. I tillegg til nitrogen inneholder avløpsvannet også fosfor og organisk karbon, og utslippene av disse stoffene vil øke framover på grunn av befolkningsvekst. Flere av de berørte primær- og sekundærresipientene, spesielt i midtre Oslofjord og rundt Tønsberg, har allerede i dag redusert miljøtilstand på grunn av høye konsentrasjoner av fosfor. Nullalternativet (I) innebærer de samme utslippspunktene som i dag, og påvirker 6 primære resipienter og 11 sekundære resipienter – totalt 17 vannforekomster. Økte utslipp av fosfor og organisk karbon vil over tid svekke den positive effekten av å innføre nitrogenrensing på disse resipientene.

⁴² I tillegg til næringssaltene nitrogen og fosfor, medfører samling av renseanlegg også flytting av utslipp av andre eutrofieringsparametere, som organisk karbon, medisinske stoffer, PFAS, metaller, mikroplast, og lignende.

⁴³ Nordisk ministerråd, 2024. Tilgjengelig [her](#).

Dersom renseanleggene samles, vil disse utslippene fjernes fullstendig fra en rekke sårbare områder. Dette øker sannsynligheten for å oppnå bedret økologisk tilstand. Resipientene ved fellesanlegget vil få økt mengde avløpsvann, men disse vannforekomstene har generelt god vannutskifting og dybde, slik at økt mengde avløpsvann trolig ikke vil påvirke den økologiske tilstanden i nevneverdig grad. Ved å samle utslippene i områder hvor de i mindre grad påvirker fjorden, øker man derfor sannsynlighet for at flere vannforekomster oppnår en tilfredsstillende økologisk tilstand.

Denne effekten er størst hvis man samler det meste av avløpsvannet i et felles anlegg på Slagentangen. Basert på de analysene og faglige vurderingene som er gjort gjennom KVV-arbeidet vurderer vi at etablering av et felles renseanlegg på Slagentangen i (VIII) vil kunne ha like stor positiv effekt på resipientene som implementeringen av nitrogensrensning i seg selv. Dersom vi på bakgrunn av dette antar at samlingen av utslippene ved mer gunstige utslippspunkter i konseptkombinasjon VIII kan antas å ha like store positive effekter på fjorden som innføringen av nitrogenrensingen, kan vi verdsette samlingen indirekte ved å bruke verdien av nitrogenrensingen som en indikasjon på verdien av å samle utslippene på mer gunstige plasseringer. Innføring av nitrogenrensing og samling av renseanlegg har begge som mål å forbedre naturmiljøet i Oslofjorden. Dersom effekten på resipientene er omtrent lik, betyr dette at vi kan anslå at verdien av en samling av renseanleggene i konseptkombinasjon VIII også er i størrelsesorden 3,5 – 4,2 milliarder kroner.

Det er selvfølgelig stor usikkerhet tilknyttet dette anslaget og det må kun brukes som en indikasjon på størrelsesorden. Men, selv om en samling av renseanleggene på Slagentangen kun utløser 40 prosent av verdianslaget for miljøgevinsten ved nitrogenrensing vil det forsvare merkostnaden på 1,5 mrd. sett opp mot nullalternativet.

Hvilket alternativ som framstår som det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme er imidlertid avhengig av hvor mye av nytten som kan utløses i de øvrige alternativene sett opp mot kostnadene.

Hvilket av de fem gjenstående konseptkombinasjonene som er mest samfunnsøkonomisk lønnsomt er usikkert. Dette er særlig krevende å vurdere fordi verdien av å flytte utslippene fra en svært belastet resipient til en litt mindre belastet resipient (liten positiv virkning på resipient) kan ha en nokså begrenset verdi. På samme måte vil forskjellen i merverdi av å gå fra å flytte utslippene til en godt egnet resipient med bedre miljøtilstand (som gir stor positiv virkning på resipienten) til å flytte utslippene til den mest egnede resipienten (svært stor positiv virkning på resipienten) også kunne være noe begrenset.

Dette kommer av tre ulike mekanismer:

- De lokale vannforekomstenes tilstand bedres først vesentlig når belastningen krysser enkelte terskler. En vesentlig bedring av forholdene vil til gjengjeld styrke økosystemets egen evne til å hele seg selv. Denne effekten gjør samtidig at verdien av å redusere «de siste» utslippene igjen er lavere.
- Virkningene av en delvis samlokalisering kan redusere presset på sårbare resipienter noe, men kan gi spredning til andre, sårbare resipienter. Dette gjelder særlig for resipientene i Vestfjorden.
- Flere av vannforekomstene som vurderes har også store utslipp fra andre kilder (jordbruket, overvann o.l.) enn avløpsanlegg. Dette gjør at effekten av å fjerne avløpsvannet har mindre innvirkning på resipientene i området.

Disse sammenhengene kan tale for at nyttevirkningene av å bedre tilstanden for resipientene har en såkalt «s-form».

Den nøyaktige formen som nyttefunksjonen har, er ukjent. I ytterste tilfelle kan nytten av å bevege oss fra *ubetydelig* til *liten positiv* effekt på resipienten være tilnærmet lik null, mens det på den andre siden kan være så høyt som 25 prosent av den samlede verdien av et hopp fra *ubetydelig* til *meget stor positiv*. Sistnevnte tilsvarer i så fall en helt lineær sammenheng mellom resipientvirkningene og de reelle samfunnsøkonomiske nyttevirkningene.

For å kunne gi en indikasjon på hvilket av de aktuelle alternativene som kan være det mest samfunnsøkonomisk lønnsomt alternativet kan vi bruke eksempelberegninger til å anslå et mulig intervall verdien av effektene på resipientene kan ha i de ulike **alternativene**. I beregningene har vi tatt utgangspunkt i verdsettelsesfaktorene for reduserte nitrogenutslipp, kombinert med de naturvitenskaplige vurderinger, til å indikere et mulig spenn for den **samfunnsøkonomiske** verdien av resipientvirkningene i de aktuelle alternativene. Spennet i beregningen av naturmiljø hensyntar her også spennet i verdsettelsesfaktor for nitrogenpris (43 til 51 euro).

Tabell 7-8: Estimert samfunnsøkonomisk lønnsomhet ved de fem mest aktuelle konseptkombinasjonene. Nåverdi i 2025-kroner.

	Prissatte virkninger	Virkninger på resipient	Naturmiljø – verdi (eksempelberegning)	Samf.øk. lønnsomhet (eksempelberegning)
I	6 767 mill.	-	3 570 – 4 240 mill. kr	-3 200 – -2 530 mill. kr
XIX	6 796	Liten positiv	3 610 – 5 300 mill. kr	-3 190 – -1 500 mill. kr
XVII	6 849	Middels positiv	5 360 – 6 350 mill. kr	-1 490 – -500 mill. kr
III	6 993	Stor positiv	6 250 – 8 430 mill. kr	-740 – 1 440 mill. kr
VIII	8 250	Meget stor positiv	7 140 – 8 470 mill. kr	-1 110 – 220 mill. kr

Beregningene ovenfor er svært usikre og kun å anse som eksempelberegninger. De kan likevel gi en indikasjon på hvilket alternativ som har det største potensialet for å være samfunnsøkonomisk lønnsomt. Vi ser av tabellen at konseptkombinasjon III, regionale anlegg, har det høyeste potensialet for lønnsomhet gitt forutsetningene som ligger til grunn. Av det resterende alternativene er det tt felles anlegg på Slagentangen, alternativ VIII, som kommer nærmest. Øvrige alternativer framstår med et lavere potensial for å være samfunnsøkonomisk lønnsomt og nullalternativet framstår som det alternativet som er minst samfunnsøkonomisk lønnsomt.

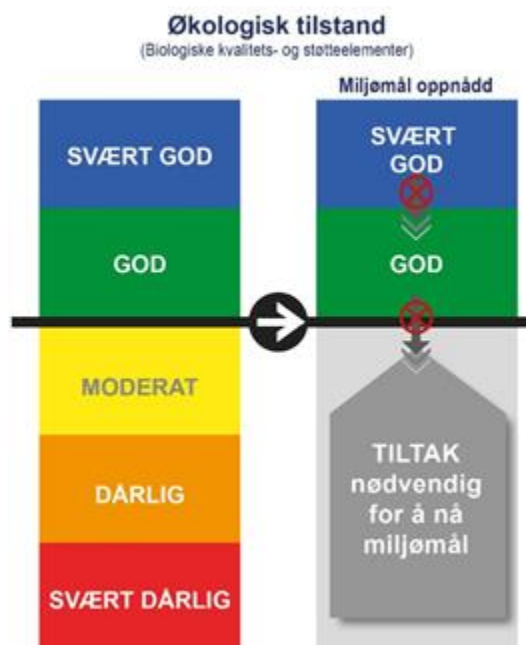
7.3.2.2 Husholdningenes betalingsvillighet for en bedre økologisk tilstand i Oslofjorden

Det er også gjennomført verdsettelsesstudier som undersøker husholdningenes betalingsvillighet for å bedre tilstanden for vannresipientene. Økologisk tilstand brukes ofte som mål på vannkvalitet og defineres som «akseptable avvik fra naturtilstanden» for biologiske kvalitetselementer, samt fysisk-kjemiske og hydromorfologiske støtteparametere. Enkelt forklart beskriver økologisk tilstand hvor lite påvirket resipientene er, og dermed hvor godt det marine naturmiljøet opprettholdes.

I 2019 gjennomførte NIVA en analyse av husholdningenes betalingsvillighet for bedre økologisk tilstand i Oslofjorden.⁴⁴ Dette ble gjort ved verdioverføring av betalingsvillighetsestimater fra en studie av Barton m.fl. (2009)⁴⁵, som undersøkte betalingsvilligheten for bedre økologisk tilstand i innsjøer i Østfold. Studien estimerte en betalingsvillighet som varierte med avstanden til innsjøene. NIVA brukte disse estimatene til å anslå betalingsvilligheten for bedre økologisk tilstand i Oslofjorden. De anslo at den samlede betalingsvilligheten for å forbedre tilstanden fra svært dårlig til svært god var 4,3 milliarder kroner per år i 2018 for hele Oslofjorden, mens den var 1,7 milliarder kroner per år for Ytre Oslofjord.

Basert på Barton m.fl. (2009) sine estimater, NIVAs verdioverføring (2019), gjennomsnittlig avstand fra hver kommune til Oslofjorden, samt informasjon om eksisterende økologisk tilstand for berørte resipienter i Ytre Oslofjord, kan vi anslå betalingsvilligheten per husholdning per år i de aktuelle kommunene. Tabellen nedenfor viser den årlige betalingsvilligheten per husholdning for å forbedre tilstanden fra moderat til god. Vi har valgt denne tilstandsendingen fordi nesten alle berørte resipienter i dag har moderat økologisk tilstand (med unntak av én, som allerede er klassifisert som god). Videre anses det som usannsynlig at tiltakene vurdert i KVV-en vil kunne oppnå en tilstandsforbedring på mer enn et nivå.

Figur 7-5: Skala for vurdering av økologisk tilstand, hentet fra: Vannportalen.no



Tabell 7-9: Anslått gjennomsnittlig årlig betalingsvillighet per husholdning, i 2025-nåverdi⁴⁶

	Anslått gjennomsnittlig betalingsvillighet per husholdning for å gå fra moderat til god økologisk tilstand for resipienter i Oslofjorden
Horten	2 840 kroner
Holmestrand	2 850 kroner
Sandefjord	2 840 kroner
Tønsberg	2 850 kroner
Ferder	2 870 kroner

Den gjennomsnittlige årlige betalingsvilligheten per husholdning er anslått til rundt 2 800 kroner, men varierer noe mellom kommunene på grunn av varierende avstand fra kommunens sentrum til fjorden.

Den årlige betalingsvilligheten til husholdningene kan sammenlignes med den årlige merkostnaden av å velge en konseptkombinasjon som har høyere kostnader, men større positiv virkning på resipientene. Den årlige merkostnaden per husholdning⁴⁷ sammenlignet med konseptkombinasjonen med de laveste kostnadene vises i tabellen under.

⁴⁴ NIVA, 2019. Tilgjengelig [her](#).

⁴⁵ Barton m.fl., 2009. Tilgjengelig [her](#).

⁴⁶ Verdier er diskontert frem til 2025 med en diskonteringsrente på 4 prosent.

⁴⁷ Gitt at husholdningene skulle finansiert merkostnaden ved hvert konsept.

Tabell 7-10 Årlig økte prissatte virkninger per husholdning for bedret påvirkning på resipienter, som annuitet

	Påvirkning på naturmiljø - resipienter	Anslått kostnad per husholdning for merkostnaden relativt til I ⁴⁸
VIII	Meget stor positiv	910 kroner
III	Stor positiv	140 kroner
XVII	Middels positiv	50 kroner
XIX	Liten positiv	20 kroner
I	Ubetydelig	-

Som vist i tabellen over er det en mindre økning i de samfunnsøkonomiske kostnadene per husholdning som skal til for å endre påvirkningen på resipientene fra ubetydelig til liten positiv, middels positiv og stor positiv, med henholdsvis 20, 50 og 140 kroner årlig per husholdning. For en større økning fra ubetydelig til meget stor positiv øker de samfunnsøkonomiske kostnadene per husholdning med 910 kroner.

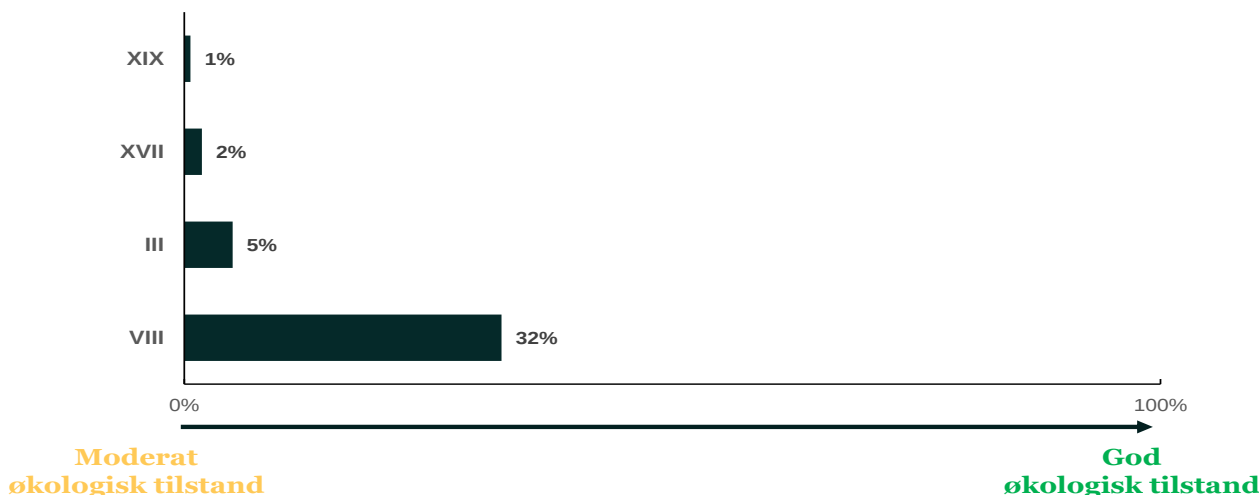
I hvilken grad kostnadene i tabellen over kan sammenlignes med betalingsvilligheten på 2 800 kroner per husholdning for å forbedre økologisk tilstand fra moderat til god, avhenger av hvor stor tilstandsforbedring som faktisk oppnås. Dersom valg av konseptkombinasjon VIII fremfor I fører til en slik forbedring, vil nytten på 2 800 kroner per husholdning overstige kostnaden på 910 kroner.

Det er imidlertid usikkerhet knyttet til om tilstandsforbedringen vil være av denne størrelsen, eller om den vil bli mindre. Gitt forholdet mellom kostnad og nytte viser en break-even analyse at forbedringen må tilsvare minst en tredjedel av overgangen fra moderat til god økologisk tilstand for at konseptkombinasjon VIII skal være verdt merkostnaden på 910 kroner årlig per husholdning. For konseptkombinasjon III, som har en merkostnad på 140 kroner per husholdning per år, må forbedringen tilsvare minst 5 prosent av overgangen fra moderat til god økologisk tilstand for at tiltaket skal være lønnsomt. For konseptkombinasjon XVII, med en merkostnad på 50 kroner per husholdning per år, må forbedringen tilsvare minst 2 prosent av denne tilstandsendingen for at tiltaket skal være verdt kostnaden. For konseptkombinasjon XIX, som har en merkostnad på 20 kroner per husholdning per år, må forbedringen tilsvare minst 1 prosent av tilstandsendingen for at tiltaket skal være verdt kostnaden.

Dette er illustrert i figuren under som viser hvilken andel av en økning i økologisk tilstand fra moderat til god som er tilstrekkelig for å rettferdiggjøre den samfunnsøkonomiske merkostnaden for husholdningene av å velge en dyrere konseptkombinasjon, men som har bedre påvirkning på resipientene.

⁴⁸ Den årlige annuiteten av kostnadsdifferansen fra I per husholdning er beregnet ved å benytte gjennomsnittlig antall husholdninger i analyseperioden fra 2030 til 2060 gitt ved SSBs scenario for høy nasjonal vekst. Dette er totalt 114 702 husholdninger for alle kommunene.

Figur 7-6: Break-even: Andel av bedring fra moderat til god økologisk tilstand som må til for å være samfunnsøkonomisk lønnsom



Det er usikkert om konseptkombinasjonene fører til en forbedring av den økologiske tilstanden som er stor nok til å gi en nytteverdi som overstiger merkostnaden. Basert på overordnede vurderinger anslår vi imidlertid at den nødvendige forbedringen i økologisk tilstand er tilstrekkelig stor for at konseptkombinasjon III, XVII og XIX skal gi en høyere samfunnsøkonomisk nytteverdi for resipientene enn det de medfører av merkostnad. Dette skyldes at kun en liten andel av en økning (5, 2 og 1 prosent) fra moderat til god økologisk tilstand er nødvendig for at disse konseptkombinasjonene skal være samfunnsøkonomisk lønnsomme. For konseptkombinasjon VIII er det derimot større usikkerhet knyttet til om den positive påvirkningen på resipientene vil føre til mer enn en tredjedel av forbedringen fra moderat til god økologisk tilstand.

Usikkerheten knyttet til analysen av befolkningens betalingsvillighet er betydelig, og anslagene må derfor tolkes med varsomhet. Estimaten er basert på en studie fra 2009 som anslo innbyggerne i Østfold sin betalingsvillighet for forbedret økologisk tilstand i nærliggende innsjøer. Dette gir opphav til flere usikkerhetsmomenter. For det første er det usikkert i hvilken grad disse estimatene er representative for befolkningen i de aktuelle kommunene når det gjelder betalingsvillighet for bedre vannkvalitet i kystområder.

Videre har det gått over 15 år siden studien ble gjennomført, og holdninger til miljø og natur kan ha endret seg i både positiv og negativ retning. Økt bevissthet rundt klima- og miljøproblemer kan ha styrket betalingsvilligheten, mens økonomiske prioriteringer kan ha svekket den. Også utviklingen i inntektsnivå siden 2009 spiller en rolle, ettersom betalingsvillighet ofte er positivt korrelert med inntekt. Samtidig kan en forventet økning i vann- og avløpsgebyrer redusere husholdningenes villighet til å betale ytterligere for miljøforbedringer.

Et annet usikkerhetsmoment er hvordan innbyggerne faktisk bruker ulike vannforekomster. Verdsettingen gjelder et utvalg av kystområder i Oslofjorden, men det er uklart i hvilken grad folk kan benytte seg av andre områder til rekreasjon. Dersom befolkningen har god tilgang til alternative, uberørte kystområder kan det redusere betalingsvilligheten. Likevel, gitt at store deler av Oslofjorden allerede har dårlig økologisk tilstand, og at den opprinnelige verdsettingsstudien målte betalingsvillighet for nærliggende vannforekomster, er det sannsynlig at substitusjonseffekten er begrenset og at resultatene fortsatt gir en realistisk indikasjon på betalingsvilligheten.

Vi har også valgt å illustrere verdien av økningen i økologisk tilstand fra moderat til god, ettersom de aller fleste berørte resipientene har moderat tilstand i dag. Det er imidlertid enkelte resipienter som har god

økologisk tilstand eller som ikke vil oppleve en forbedring i tilstand ettersom samling av utslippspunkter fører til økning i utslipp for enkelte resipienter. Betalingsvilligheten vil uansett illustrere nyttevirkingen for befolkning av forbedret økologisk tilstand i deres nærområder.

7.4 Samlet vurdering og anbefaling

Basert på en samlet vurdering av alle virkningene framstår konseptkombinasjon III (regionale anlegg på Falkenstein og Tønsberg Vallø) som den mest samfunnsøkonomisk lønnsomme konseptkombinasjonen blant de fem.

Konseptkombinasjonen medfører noe høyere kostnader enn nullalternativet (konseptkombinasjon I), men har samtidig en stor positiv virkning på resipientene og dermed tilstanden til Ytre Oslofjord. Gitt den verdien Oslofjorden har, vil alternativet kunne utløse store samfunnsøkonomiske gevinster som følge av redusert belastning på sårbare resipienter. Selv om vi ikke har grunnlag for å slå fast størrelsen på disse gevinstene, viser eksempelberegninger basert på relevante verdsettelsesstudier at de samfunnsøkonomiske verdiene vil være betydelige.

På bakgrunn av de analysene vi har gjort, vurderer vi det som sannsynlig at gevinstene ved dette alternativet veier opp for de ekstra kostnadene. Merkostnaden av å velge konseptkombinasjon III fremfor konseptkombinasjonen med de laveste kostnadene (I) er 226 millioner kroner, noe som innebærer rundt tre prosent høyere samlede prissatte virkninger. Til gjengjeld gir konseptkombinasjon III stor positiv påvirkning på resipientene og Oslofjorden. Basert på verdien av Oslofjorden for samfunnet og dens betydning for lokalbefolkningen vurderer vi det derfor som sannsynlig at nyttevirkingen ved en renere Oslofjord overgår merkostnaden.

Til tross for at konseptkombinasjon III fremstår som det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme alternativet, er denne vurderingen gjort på bakgrunn av antagelser som i realiteten er svært usikre. Både den reelle forbedringen i tilstand og verdsettelsen av denne forbedringen er størrelser det er utfordrende å fastslå. Dette gjør også at vi ikke kan utelukke at de øvrige fire konseptkombinasjonene kan være mer samfunnsøkonomisk lønnsomme enn III.

Dersom det har svært høy verdi å gå fra stor til meget stor forbedring for resipientene, kan det være at konseptkombinasjon VIII har den største samfunnsøkonomiske nettonytten. Ettersom VIII er en svært dyr løsning skal det imidlertid mye til før dette blir den mest lønnsomme konseptkombinasjonen.

Verdien av forbedrede resipientforhold kan også være lavere enn vi har lagt til grunn i eksempelberegningene over. I et slikt tilfelle vil differansen i verdien av virkningene på resipientene bli lavere, og konseptkombinasjonene I, XIX og XVII ville kommet relativt bedre ut. Også her må forutsetningene endres betydelig for at disse konseptkombinasjonene skal bli mer lønnsomme enn III, ettersom I, XIX og XVII alle inkluderer høyere utslipp ved svært sårbare resipienter. Differansen på kostnadssiden er også liten sett opp mot de totale kostnadene. Sammenliknet med konseptkombinasjon XIX vil for eksempel III medføre en årlig økning per husholdning på 120 kroner mer enn i nullalternativet. Ettersom effekten på resipientene og miljøtilstanden i Oslofjorden vil bli betydelig bedre ved konseptkombinasjon III, anser vi denne merkostnaden som relativt liten i det store bildet.

Anbefalingen om å gå videre med to regionale renseanlegg muliggjør en todelt beslutningsprosess i det videre prosjektløpet. I nord viser analysen at en samlokalisering ved Falkenstein er den mest hensiktsmessige løsningen i både alternativ III, og i XVII. Begge disse alternativene innebærer en betydelig forbedring av tilstanden i fjorden, samtidig som kostnadene øker marginalt. Vår anbefaling for kommunene i nord er dermed å samles på Falkenstein.

For det regionale anlegget sør krever konseptvalget en større avveining mellom kostnader og miljøeffekt. Her står i prinsippet valget mellom en samlokalisering helt i sør ved Enga (I og XVII), eller en samling på Vallø (III). Dette valget har stor påvirkning på resipientene, og kommunene må veie verdien av å bedre tilstanden for resipientene mot de økte kostnadene. Så lenge det besluttes å gå videre med en todelt regional løsning kan dette valget tas uavhengig av hvilken løsning som velges i nord.

7.5 Vurdering av usikkerhet

Som for alle tidligfase utredninger er det knyttet vesentlig usikkerhet rundt kostnadsanslag og vurderinger av samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Usikkerheten rundt vurderinger av nytteverdien av de ikke-prissatte merknadene er det som er av størst betydning for rangeringen av alternativene. Denne usikkerheten er drøftet i kapitlene ovenfor og nærmere forklart i Vedlegg A, kapittel A3.

Det er også usikkerhet knyttet til kostnadssiden og det er gjennomført konkrete usikkerhetsanalyser av investeringskostnadene i tråd med vanlig estimeringsmetodikk som er dokumentert i prosjektnotat PN-12. Her er usikkerheten rundt kostnadsanslagene vurdert for hvert enkelt alternativ og variasjoner i usikkerhet er reflektert i forventningsverdiene brukt i den samfunnsøkonomiske analysen. Mye av usikkerheten er imidlertid knyttet til faktorer som i begrenset grad varierer på tvers av alternativene og har derfor begrenset innvirkning på rangeringen.

Det er gjennomført også en følsomhetsanalyse for vurdering av usikkerhet og robustheten i LCC analysen med særlig fokus på kjemikaliekostnad og energikostnad som har størst påvirkning på de relative forskjellene mellom alternativene. Analysene viser at verken hver for seg eller samlet gir slik endringer påvirkning på rangeringen mellom konseptene, til tross for at både energiforbruk og kjemikalieforbruk er estimert noe ulikt mellom anleggene.

Usikkerhet i kalkyler og mengder er omtalt i PN-11 Kalkyle og PN-12 Usikkerhetsanalyser.

7.6 Fordelingsvirkninger

Vurdering av samfunnsøkonomisk lønnsomhet synliggjør samfunnets nettovirkninger som følge av et tiltak, og viser hva som er mest lønnsomt for samfunnet sett under ett. Hvilke grupper som blir berørt og hvordan disse berøres kan likevel være relevant for beslutningstakerne, særlig hvis det er spesielt sårbare grupper i samfunnet som blir berørt.

De største kostnadene knyttet til tiltakene kommer hovedsakelig fra økte anskaffelses- og FDVU-kostnader, som dekkes av kommunens innbyggere gjennom justerte vann- og avløpsgebyrer. Selv om felles rensing av avløpsvann kan være mest samfunnsøkonomisk lønnsomt for samfunnet som helhet og for kommunene samlet, kan enkelte kommuner oppleve lavere kostnader ved å stå utenfor felles samarbeid. Det er likevel mulig å etablere en kostnadsfordeling som sikrer at det samfunnsøkonomisk beste tiltaket også er det mest gunstige for hver enkelt kommune. En slik finansieringsmodell må eventuelt utarbeides i forprosjektet.

Den største enkeltstående nyttevirksomheten av tiltakspakken er forbedringen av naturmiljøet i Oslofjorden, noe som øker verdien av fjordens økosystemtjenester. Disse tjenestene konsumeres av innbyggerne i kommunene som bruker fjorden til aktiviteter som bading, fiske, friluftsliv og næringsvirksomhet. Verdien av bedre miljøtilstand i Oslofjorden tilkommer hele befolkningen, men er mest verdifull for de bosatt langs kysten og i nærheten av fjorden, samt for de som driver lokal næringsvirksomhet, som turisme eller fiske. Mat og marine råstoffer er økosystemtjenester som særlig påvirker lokal næringsvirksomhet som fiskeri og oppdrett, i tillegg til turisme. Rekreasjon og estetiske verdier gagnar både lokalbefolkning og besøkende. Det

samme gjelder kultur- og naturarv, men dersom virkningene er betydelige kan de også påvirke hele befolkningen. Regulerende tjenester vil i stor grad være til fordel for lokalbefolkningen.

8 Føringer for forprosjektfasen

I føringer for forprosjekt gir vi råd om hvilke aspekter som bør vurderes nærmere og besluttes i videre faser av prosjektet. Det knytter seg særlig til valg av prosessløsninger, endelig trasevalg for transportanlegg og samarbeid om slambehandling. Videre peker vi på potensiale for bedre håndtering av lystgass, muligheten for å begrense klimagassutslipp og oppnå energinøytralitet i tillegg til videre vurderinger av hvordan belastningen på natur og kulturminner kan begrenses.

Formålet med kapittelet om føringer for forprosjektfasen er å legge best mulig til rette for en effektiv gjennomføring av neste fase i prosjektet. Det innebærer å sikre overføring av sentral informasjon og kompetanse fra KVV-arbeidet slik at forprosjektfasen kan planlegges og gjennomføres godt.

8.1 Renseprosess

Det er gjennom PN-3 Prosessløsninger samt PN-4 Dimensjonering av RA gjort vurderinger omkring ulike renseprosesser for de spesifikke renseanlegg og gjort ett valg for prosess for modellering og kostnadsestimering. Det er imidlertid viktig å presisere at KVV-en ikke har som formål å foreta det endelige prosessvalget for valgt konsept. Prosessene som er lagt til grunn for KVV-en er valgt for å foreta et konseptvalg, men også for å gjøre en nærmere vurderinger rundt forskjeller mellom ulike renseteknologier (MBBR og aktivslam MBR, Bio-P).

I forprosjektfase bør nærmere vurdering og endelig valg av egnet renseprosess fattes. Valg av entreprisestrategi kan også legge føringer for valg, f.eks. dersom man lander på samspill med prosessentreprenør.

Til opplysning er det i slutfasen av KVV utredningen oppdaget en unøyaktighet i FDVU-kostnadene for OC-2 Aktivslam+MBR (gjelder antall driftsoperatører). Dersom unøyaktigheten rettes vil FDVU-kostnadene være størst for MBBR-løsningen for både konsept OC og 1C, men ikke påvirke rangering av samarbeidsformer og plassering.

8.2 Slambehandling

Regelverket for bruk av behandlet slam er under revisjon, både i Norge og i EU. Behandling av slam som tas ut i renseprosessen utgjør en vesentlig kostnad for et avløpsrenseanlegg. Men til tross for kostnadene, så er endelig valg av behandlingsmetode for slam ikke av betydning for valg av konsept for renseanlegg.

Det er naturlig at kommunene i Vestfold samarbeider om slambehandling og bruk av ferdig behandlet slam, uavhengig om man velger å bygge renseanlegg etter konsept 0-, 1-, eller 2.

Det er i PN-7 Slambehandling sett på ulike alternativer for slambehandling. Når konseptvalget er fattes bør det inn i forprosjektfase gjøres en nærmere vurdering rundt endelig løsning for slambehandling på kort og lang sikt.

8.3 Lystgass

Lystgass er en potent klimagass som er omtrent 273 ganger kraftigere enn karbondioksid (CO₂). Dette gjør den til en betydelig bidragsyter til global oppvarming, selv om den utgjør en mindre andel av de totale klimagassutslippene.

I avløpsrenseanlegg dannes lystgass hovedsakelig i biologiske renseprosesser og spesielt ved nitrogenrensing.

Det er for tidlig å være mer konkret rundt lystgassreduksjon i denne KVV-en, da dette er et tema som det enda ikke har vært mye fokus på. Det anbefales å ha fokus på reduksjon av lystgassutslipp i kommende forprosjekter for renseanleggene og tilrettelegge for dette, samt følge med på teknologiutviklingen.

8.4 Transportanlegg

KVV-arbeidet vil være et grunnlag for videre faser i prosjektet - i første rekke forprosjektfasen, og i denne sammenheng fremheves følgende forhold som viktige. I forbindelse med overgang til neste fase av prosjektet, så må blant annet følgende forhold hensyntas (ikke uttømmende) for transportanlegget:

- Generelt for transportsystemer avløp: Alle løsninger er vurdert på et overordnet nivå tilpasset KVV-metodikken som denne utredningen bygger på. Dette innebærer en relativt lav grad av modenhet på det grunnlaget som valgte løsninger bygger på og som videre kalkyler, LCC og klimagassberegninger bygger på. En forprosjektfase må innledes med en gjennomgang, oppdatering og supplering av grunnlag slik at dette er egnet for et høyere detalj- og modenhetsnivå på løsninger som igjen vil gi grunnlag for heving av estimatklasse for kalkyler og LCC samt klimagassberegninger med lavere usikkerhet.
- For strekningen Falkensten – Voldestranda ble alternativet Falkensten – Møringen – i sjø ved Voldestranda rangert høyest. Dette alternativet forventes å kreve godkjenning av Sjøforsvaret, for passering over Møringen. Dette må avklares i neste fase av prosjektet.
- Dersom alternativet Falkensten – Borrevannet – Voldestranda skulle være aktuell, så må det avklares om det kan etableres VA-anlegg i Borrevannet som er vernet med egen forskrift. Dette må i så fall avklares i neste fase av prosjektet.
- Ledningstraseene er plassert med bakgrunn i en «korridortankegang». Det vil si at man har skissert opp en linje, som representerer korridoren til traseen og at traseene kan variere rundt denne linjen. For eksempel dersom linjen er vist igjennom en hul eik, så er tanken at linjen kun representerer en korridor og at traseen kan justeres rundt denne hule eiken. Det forutsettes av traseene må optimaliseres i forprosjektfasen og eventuelt videre i en detaljprosjektfase. Et viktig grunnlag her vil være beskrivelse av, og tegninger med, ikke-prissatte virkninger for natur- og kulturmiljø, naturressurser og samfunn.
- Pumpestasjoner, buffermagasiner, grovrensende overløp, luftekummer osv. som beskrevet og/eller vist på tegninger, er plassert skissemessig. Det forutsettes at plasseringer må optimaliseres i etterfølgende forprosjekt- og detaljprosjektfasen.
- Dimensjonering og overslagsberegninger er gjort på et overordnet nivå og må kvalitetssikres i neste fase av prosjektet når flere detaljer er på plass.
- Det vil være annen teknisk infrastruktur i områder det skal graves og bygges i som f.eks. fjernvarme, elektriske anlegg, fiberanlegg, avfallsanlegg, osv. Det er ikke innhentet grunnlag for dette i KVV-en, og det forutsettes at dette må gjøres i neste fase av prosjektet.
- Kalkyler er utarbeidet med bakgrunn i KVV-arbeidet og må oppdateres i videre fase av prosjektet når flere detaljer er på plass.
- Det er ikke utført en undersøkelse eller tilstandsvurdering av eksisterende utslippsledninger fra eksisterende renseanlegg i arbeidet med KVV-en. I forprosjektfasen bør en nærmere

tilstandsvurdering og dimensjonsvurdering av eksisterende utslippsledninger foretas. Ved behov for nye utslippsledninger må traseer for disse kartlegges for naturvirkninger og andre ikke-prissatte negative virkninger både på land og i sjø på tilsvarende måte som KVV-en har gjort for transportanlegget. Det er for 0-alternativet (ekskl. Falkensten RA der ny utslippsledning ligger i investeringskostnaden) lagt til grunn utskifting av eksisterende utslippsledninger et stykke frem i tid.

- For en del strekninger utredet i KVV-en er det lagt til grunn meget store ledningsdimensjoner for pumpeledninger og størrelse på pumper i pumpestasjonene. Det er stedvis både store vannføringer og store løftehøyder for pumpestasjoner og dette krever en mer grundig vurdering av pumpesystemene samlet sett hvor både systemkurver og pumpekurver for pumper i markedet legges til grunn for vurderinger, dimensjonering og løsninger. Det må nærmere vurderes antall pumper, pumpekonfigurasjon, redundans, installasjoner for reduksjon av trykkstøt og utfordringer med hydrogensulfid (H_2S) (ikke uttømmende liste).
- Det er i KVV-en lagt til grunn at alle pumpesystemer pumper med dimensjonerende vannmengder i vanlig drift slik kommunale pumpestasjoner vanligvis gjør når de kun er brikker i et stort pumpehierarki (pumper på start- og stopphøyder i sump). I store overføringssystemer som utredet her vil det være naturlig at man vurderer nærmere å pumpe på setpunkt i pumpestasjoner for overføring mot renseanlegg. Dvs. at pumpestasjonene driftes med turtallsregulering og gjerne pumper fra en stor sump (kan med fordel også benytte hele eller deler av buffermagasin som sump) for å jevne ut vannføringen mot renseanlegg. Typisk en gang per døgn bør pumpene da pumpe ut et volum tilsvarende kapasiteten i buffermagasinet kontinuerlig med dimensjonerende vannføring for luftmeddriving og selvrens i pumpeledningen i sjøen. Egne pumper for «middelvanospumping» bør vurderes nærmere hvis ikke pumpene som leverer dimensjonerende vannføring kan pumpe lave nok vannføringer.

8.5 Klimagassutslipp

Det er flere muligheter for å redusere klimagassutslippene fra drift og utbygging som bør vurderes i videre planleggingsfaser. Med hensyn på selve utbyggingen av renseanleggene kan materialvalg vurderes. Det kan være stor forskjell i klimafotavtrykk til ulike materialer, også innenfor samme materialkategori. For klimagassintensive materialer som stål og betong er vurderinger rundt materialvalg spesielt viktig. Fordi utbyggingen skal skje noe fram i tid, er det sannsynlig at markedet vil kunne levere materialer med lavere klimagassutslipp enn hva som er tilgjengelig ved tidspunktet for denne utredningen.

De største klimagassutslippene kommer imidlertid fra driftsfasen, og spesielt fra kjemikalieforbruk og utslipp av N_2O . Optimalisering av kjemikalieforbruk og vurdering av tiltak for å begrense lystgassutslipp vil kunne redusere klimagassutslippene fra driften.

Optimalisering mht. klimagass og valg av løsninger vil være viktig i forprosjektfasen både for å gi lavest mulig klimafotavtrykk for prosjektet totalt sett, men også kunne oppnå krav om energinøytralitet.

8.6 Energinøytralitet

Som beskrevet tidligere i KVV-en setter EU-direktivet krav om energinøytralitet for renseanleggene innen 2045. Dette kan bare oppnås dersom slammet fra renseanleggene utnyttes til energiproduksjon. Med dagens teknologi innebærer det at slammet behandles i et biogassanlegg.

Energiforbruk og energiproduksjon for et biogassanlegg på Slagentangen er beregnet. For et anlegg lokalisert et annet sted, med en annen prosess-sammensetning, kan netto energiproduksjon bli høyere.

Netto energiproduksjon og energiforbruk for et biogassanlegg på Slagentangen er så fordelt på hvert enkelt anlegg iht. sin andel av slammengden i forhold til den totale mengden som behandles i biogassanlegget. Resultatene er vist i *Tabell 8-1*.

Tabell 8-1: Beregning av energinøytralitet for renseanleggene ved leveranse til et biogassanlegg på Slagentangen.

		Enga	Tønsberg	Falkensten	Slagentangen
		0F-1	1A-3	1C-1	2A-1
Total slammengde	tonnTS/år	2 110	4 860	2 054	8 330
Netto energiproduksjon biogassanlegg	MWh/år	3 880	8 935	3 777	15 315
Netto energiforbruk renseanlegg	MWh/år	5 511	10 852	6 440	12 318
Netto energiforbruk biogassanlegg	MWh/år	827	1 904	805	3 264
		6 338	12 757	7 245	15 582
Energioverskudd	MWh/år	-2 459	-3 822	-3 468	-268
Energinøytralitet		61 %	70 %	52 %	98 %

Tabellen viser at det med de forutsetninger som er benyttet kun vil være et felles renseanlegg for hele regionen på Slagentangen som vil bli energinøytralt. I videre forprosjekt vil det dermed være viktig at energiforbruket på renseanleggene reduseres mest mulig og at lokal energiproduksjon økes i den grad det er mulig.

8.7 Naturkartlegging

Naturvirkninger er i KVV-en kartlagt ut ifra kjente registreringer, dvs. en skrivebords-studie. I forprosjektfase bør feltundersøkelser gjennomføres både for transportanlegg og renseanleggslokasjonene for å sikre at sentrale funn fanges opp og hensyntas inn i videre planlegging, se for øvrig pkt. 9.4 Transportanlegg over.

8.8 Kulturminner

Det er under arbeid med fastsetting av «korridorer» for transportanlegget gjennomført vurderinger av fagspesialister for kulturminner og miljø for å finne traseer med få eller ingen konfliktpunkter.

I forprosjektfasen bør det tidlig for de aktuelle transportstrekninger og renseanleggslokasjonene som velges gjennomføres planlegging av nærmere arkeologiske undersøkelser der dette er påkrevet. Kontakt med Vestfold fylkeskommune – Kulturarv bør av fremdriftshensyn dermed prioriteres tidlig slik at eventuelle feltundersøkelser kan planlegges i god tid.

Appendiks A : Detaljert analyse av samfunnsøkonomiske virkninger

Tiltakene utløser en rekke samfunnsøkonomiske virkninger. Disse virkningene prissettes i kroner så langt det lar seg gjøre. For virkninger hvor prissetting ikke er mulig, beskrives påvirkningen på samfunnet kvalitativt (omtalt som ikke-prissatte virkninger). De største prissatte virkningene omfatter kostnadene ved å anskaffe rense- og transportanlegg, samt løpende FDVU-kostnader ved disse. Samling av renseanlegg gir stordriftsfordeler knyttet til investerings og drift av selve renseanleggene. Samtidig medfører samling av anlegg økte kostnader knyttet til etablering og drift av transportanlegg. Tiltakene fører også til klimagassutslipp, hovedsakelig knyttet til utslipp av lystgass fra renseprosessen. Klimagassutslippskostnadene varierer imidlertid lite mellom konseptkombinasjonene, da mengden avløpsvann som renses er lik. De viktigste ikke-prissatte virkningene er knyttet til effekter på naturmiljøet i Ytre Oslofjord. Rensing av nitrogen gir lavere utslipp og mindre belastning på resipientene i alle alternativer. Samling av renseanlegg fører til at utslippspunkter for avløpsvann flyttes fra sårbare resipienter, og samles ved resipienter med bedre vanngjennomstrømning og på dypere vann. Dette fører igjen til mindre eutrofiering og bedre tilstand på vannresipientene. Konseptene som innebærer større grad av felles rensing, har derfor bedre påvirkning på det marine naturmiljøet. KVV-en verdsetter også virkninger knyttet til kulturmiljø, naturressurser og rekreasjon/friluftsliv.

I dette vedlegget vil vi identifisere og vurdere virkningene knyttet til de ulike alternativene, at kan vi sammenlignes og rangeres basert på deres totale samfunnsøkonomisk lønnsomhet. De ulike konseptene som skal vurderes, er oppsummert i tabellen nedenfor.

A.1 Prissatte virkninger

Alle verdier er diskontert til nåverdi i 2025 med en diskonteringsrente på 4 prosent, i tråd med DFØs veileder for samfunnsøkonomiske analyser. For prisanslag fra kalkyler benytter vi forventningsverdier, også i henhold til DFØs veileder. Referanseperioden strekker seg frem til 2060, og kostnader/inntekter etter dette tidspunktet er derfor ikke medregnet utover restverdien for infrastruktur med lang levetid.

A.1.1 Kostnader

Overordnet kan kostnadene knyttet til tiltakene deles inn i tre hovedkategorier. **Anskaffelseskostnader** er alle investeringskostnader knyttet til tomt, nybygg, om-, bygging av anlegg og infrastruktur. **FDVU-kostnader** omfatter årlige forvaltnings-, drifts-, vedlikeholds- og utskiftingskostnadene for anlegget. **Restverdi** omfatter den resterende verdien av anlegget etter avsluttet referanseperiode i 2060, det vil si at man medregner den gjenværende verdien av bygninger og annen infrastruktur i slutten av analyseperioden.⁴⁹

Etablering av nye **renseanlegg** eller oppgradering av eksisterende renseanlegg, samt drift- og vedlikehold av disse, fører med seg en rekke kostnader. Nullalternativet innebærer hovedsakelig oppgradering av eksisterende renseanlegg med ekstra rensetrinn, mens samling av renseanlegg til regionale anlegg krever bygging av nye anlegg eller omfattende utvidelser. Byggefasen til nye renseanlegg vil være fra medio 2028 til medio 2031, og anskaffelseskostnader vil derfor inntreffe i denne perioden for alle alternative renseanlegg. I tillegg beregner vi årlige FDVU-kostnader fra renseanleggenes driftsstart i 2032, og frem til slutten av analyseperioden i 2060.

I alle konsepter vil det også være nødvendig med investering i nye **utslippsledninger** fra renseanleggene. Det vil bygges nye utslippsledninger samtidig som det bygges nye renseanlegg (i 2030) i alle 1 og 2

⁴⁹ Posten restverdi inkluderer også inntekter fra salg av LBG og CO₂ fra biogassanlegg, i alternativene hvor dette etableres.

konseptene, samt i konsept 0C. For alle renseanleggene i nullalternativet (unntagen 0C) vil man benytte eksisterende utslippsledning frem til 2042. I 2042 vil man derfor bygge nye utslippsledninger for renseanleggene dette gjelder.

Regionalt samarbeid om rensing og felles renseanlegg krever etablering av **transportanlegg** og traseer fra tidligere anlegg til nye regionale renseanlegg. Som en del av dette må det bygges pumpestasjoner ved de gamle renseanleggene for å pumpe avløpsvannet til de nye anleggene. Dette medfører investeringskostnader for bygging av transportanlegg og pumpestasjoner, samt kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utskifting av denne infrastrukturen. Byggefase til transportanleggene vil være fra medio 2028 til medio 2030, med anskaffelseskostnader i denne perioden. I likhet med renseanleggene antar vi årlige FDVU-kostnader knyttet til transportanlegg fra driftsstart i 2032 til slutten av analyseperioden i 2060.

I nullalternativet er det også kostnader knyttet til transportanlegg da det er nødvendig å etablere transportanlegg for strekningen Åsgårdstrand-Falkensten, ettersom Åsgårdstrand legges ned i nullalternativet og overføres til Falkensten.

Sammenslåing av renseanlegg fører til at utfasede renseanlegg kan fjernes, slik at området kan benyttes til pumpestasjon, annen arealbruk (som annet næringsformål) eller tilbakeføring til naturen. Vi har lagt kostnader knyttet til sanering av utfasede renseanlegg i anskaffelseskostnaden til det nye renseanlegget, og kostnader knyttet til pumpestasjon under transportanleggene.

Se PN11 for detaljert beskrivelse av hvordan disse kostnadene er beregnet og hvilke forutsetninger som ligger til grunn.

A.1.1.1 Anskaffelseskostnader

I tabellen under oppsummerer vi kostnader knyttet til fysisk infrastruktur og bygninger i de ulike alternativene for renseanlegg, utslippsledninger og transportanlegg, fordelt på anskaffelseskostnader ved infrastrukturen og deres restverdi ved slutten av analyseperioden. Merk at alle verdier er oppgitt som kostnader, derfor er positive verdier oppført med negativt fortegn.

Tabell 8-2: Anskaffelseskostnader og restverdi for renseanlegg, utslippsledninger og transportanlegg i ulike alternativer, angitt i 2025 nåverdi (millioner kroner)

Konsept		Anskaffelseskostnader	Restverdi
	Renseanlegg		
0A	Holmestrand RA	394	-42
0B	Tønsberg RA	1 278	-125
0C-1	Falkensten RA ⁵⁰	848	-62
0C-2	Falkensten RA	895	-68
0D	Vårnes RA	386	-38
0E	Bekkevika RA	224	-28
0F	Enga RA	557	-56
1A	Vallø RA	1 372	-133
1B	Slagentangen RA	2 066	-164
1C-1	Falkensten RA ⁵¹	1 050	-80
1C-2	Falkensten RA	1 159	-89
1D	Enga RA	687	-65
1E	Slagentangen RA	2 508	-188
2A-1	Slagentangen RA	2 415	-181

⁵⁰ Denne kostnadsposten inkluderer også kostnader ved utslippsledning tilhørende 0C-1.

⁵¹ Denne kostnadsposten inkluderer også kostnader ved utslippsledning tilhørende 1C-1.

2A-2	Slagentangen RA	2 707	-203
Utslippsledninger fra RA⁵²			
0A	Utslippsledning	20	-2
0B	Utslippsledning	61	-5
0C-2	Utslippsledning	36	-3
0D	Utslippsledning	21	-3
0E	Utslippsledning	12	-2
0F	Utslippsledning	27	-4
1A	Utslippsledning	61	-5
1B	Utslippsledning	58	-5
1C-2	Utslippsledning	54	-5
1D	Utslippsledning	54	-5
1E	Utslippsledning	118	-6
2A	Utslippsledning	127	-6
Transportanlegg			
0C og 1C	Åsgårdstrand - Falkensten	168	-14
1C, 1E og 2A	Holmestrand - Falkensten, via Drasund	255	-20
1E og 2A	Falkensten – Voldestranda, via Møringen	325	-27
1E og 2A	Voldestranda - Slagentangen	374	-33
1B og 2A	Tønsberg Vallø - Slagentangen (1B)	403	-35
1E	Tønsberg Vallø - Slagentangen (1E)	371	-33
1A, 1B og 2A	Vårnes – Tønsberg Vallø	451	-40
1A, 1B og 2A	Bekkevika – Vårnes, ikke via Veierland	155	-13
1D	Vårnes – Bekkevika, ikke via Veierland	193	-17
1D	Bekkevika - Enga	358	-33

Anskaffelseskostnadene består hovedsakelig av investeringer og utgifter knyttet til anskaffelse av nye bygg og infrastruktur, men også delvis til anskaffelse av tomter til renseaktivitet. Sistnevnte gjelder i hovedsak for renseanleggene og i liten grad for transportanlegg og utslippsledninger.

Som vist i tabellen over, er det betydelig variasjon i anskaffelseskostnadene knyttet til renseanleggene. De større regionale anleggene, som for eksempel på Slagentangen, har naturligvis høyere anskaffelseskostnader sammenlignet med mindre lokale anlegg, som i nullalternativene. Det er imidlertid betydelige stordriftsfordeler med et regionalt renseanlegg fremfor flere mindre lokale anlegg, knyttet til anskaffelseskostnadene. Dette illustreres tydelig ved at det regionale renseanlegget på Slagentangen i konsept 2, har anskaffelseskostnader på henholdsvis 2 415 millioner kroner for MBBR-teknologi og 2 707 millioner kroner for aktivslam-teknologi. Til sammenligning er den totale anskaffelseskostnaden for de lokale anleggene i nullalternativet på 3 177 millioner kroner.⁵³ Felles rensing med ett regionalt anlegg resulterer dermed til anskaffelseskostnader som tilsvarer omtrent 76 prosent av kostnadene i nullalternativet (gitt at det velges MBBR-teknologi på Slagentangen).

På den andre siden medfører felles rensing behov for nye transportanlegg. Regionale renseanlegg som betjener flere områder, krever flere transportanlegg for transport av avløp, noe som fører til høyere

⁵² Kostnader ved utslippsledning for konsept 0C-1 og 1C-1 inngår ikke her, ettersom disse kostnadene er inkludert under anskaffelseskostnadene til 0C-1 og 1C-1.

⁵³ Om man benytter anskaffelseskostnader ved 0C-2 og ikke 0C-1 og utelater 0F ettersom disse ikke inngår i konsept 2.

anskaffelseskostnader (og FDVU-kostnader) for transportanlegg sammenlignet med nullalternativet. Eksempelvis har 2A Slagentangen anskaffelseskostnader knyttet til transportanlegg på 1 963 millioner kroner, mens nullalternativene har anskaffelseskostnader knyttet til transportanlegg på 168 millioner kroner. Dette blir tydeligere når vi ser nærmere på kostnader på konsept- og konseptkombinasjonsnivå, der totale kostnader forbundet med både renseanlegg, utslippsledninger og transportanlegg er inkludert. Over har vi kun listet anskaffelses- og restkostnadene for transportanleggene ved de enkelte strekningene, i likhet med enkeltstående renseanlegg og utslippsledninger.

A.1.1.2 FDVU-kostnader

Anskaffelseskostnadene må ses i sammenheng med forvaltnings-, drifts-, vedlikeholds- og utskiftingskostnadene (FDVU) over levetiden, ved de ulike alternativene. I tabellen under oppsummerer vi den totale neddiskonterte kostnaden av alle årlige FDVU-kostnadene i de ulike alternativene for renseanlegg, utslippsledninger og transportanlegg.

Tabell 8-3: Samlede FDVU-kostnader for renseanlegg, utslippsledninger og transportanlegg i ulike alternativer over hele analyseperioden, angitt i 2025 nåverdi (millioner kroner)

Konsept	FDVU-kostnader	
	Renseanlegg	
0A	Holmestrand RA	360
0B	Tønsberg Vallø RA	1 106
0C-1	Falkensten RA ⁵⁴	394
0C-2	Falkensten RA	440
0D	Vårnes RA	270
0E	Bekkevika RA	141
0F	Enga RA	547
1A	Vallø RA	1 445
1B	Slagentangen RA	1 634
1C-1	Falkensten RA ⁵⁵	710
1C-2	Falkensten RA	645
1D	Enga RA	761
1E	Slagentangen RA	1 713
2A-1	Slagentangen RA	2 113
2A-2	Slagentangen RA	2 064
	Utslippsledninger fra RA⁵⁶	
0A	Utslippsledning	1
0B	Utslippsledning	4
0C-2	Utslippsledning	12
0D	Utslippsledning	2
0E	Utslippsledning	1
0F	Utslippsledning	5
1A	Utslippsledning	4
1B	Utslippsledning	4
1C-2	Utslippsledning	20
1D	Utslippsledning	7

⁵⁴ Denne kostnadsposten inkluderer også kostnader ved utslippsledning tilhørende 0C-1.

⁵⁵ Denne kostnadsposten inkluderer også kostnader ved utslippsledning tilhørende 1C-1.

⁵⁶ Kostnader ved utslippsledning for konsept 0C-1 og 1C-1 inngår ikke her, ettersom disse kostnadene er inkludert under anskaffelseskostnadene til 0C-1 og 1C-1.

1E	Utslippsledning	4
2A	Utslippsledning	5
Transportanlegg		
0C og 1C	Åsgårdstrand - Falkensten	35
1C, 1E og 2A	Holmestrand - Falkensten, via Drasund	51
1E og 2A	Falkensten – Voldestranda, via Møringen	108
1E og 2A	Voldestranda - Slagentangen	119
1B og 2A	Tønsberg Vallø - Slagentangen (1B)	186
1E	Tønsberg Vallø - Slagentangen (1E)	147
1A, 1B og 2A	Vårnes – Tønsberg Vallø	127
1A, 1B og 2A	Bekkevika – Vårnes, ikke via Veierland	27
1D	Vårnes – Bekkevika, ikke via Veierland	43
1D	Bekkevika - Enga	105

FDVU-kostnadene knyttet til renseanleggene innebærer i hovedsak kostnader knyttet til drift, herunder kostnader ved driftspersonell, kjemikaler til renseprosessen og energiforbruk, samt håndtering av slam fra renseprosessen (transport og leveringsgebyrer av slam). I tillegg har renseanleggene FDVU-kostnader knyttet til vedlikehold, utskiftninger og forvaltning.

For transportanleggene er FDVU-kostnadene hovedsakelig knyttet til energiforbruk ved pumping av avløpsvann, i tillegg kommer kostnader knyttet til vedlikehold, driftspersonell og utskiftninger.

Utslippsledninger har relativt lave FDVU-kostnader relativt til renseanlegg og transportanlegg, som i hovedsak er knyttet til at driftspersonell gjennomfører tilsyn og vedlikehold.

I likhet med anskaffelseskostnadene er også kostnader knyttet til forvaltning, drift, vedlikehold og utskifting preget av stordriftsfordeler ved felles rensing med ett regionalt anlegg. Regionalt renseanlegg på Slagentangen i konsept 2, har totale FDVU-kostnader over hele analyseperioden på henholdsvis 2 113 millioner kroner for MBBR-teknologi og 2 064 millioner kroner for aktivslam-teknologi. Til sammenligning er den totale FDVU-kostnaden for de lokale anleggene i nullalternativet på 2 316 millioner kroner, og dermed noe høyere enn i konsept 2.⁵⁷ Stordriftsfordelene motvirkes av at samling av renseanlegg krever mer omfattende transportanlegg og tilhørende FDVU-kostnader. Eksempelvis har 2A Slagentangen FDVU-kostnader knyttet til transportanlegg på 618 millioner kroner, mens nullalternativene har FDVU-kostnader knyttet til transportanlegg på 35 millioner kroner.

Blant transportanleggene finnes både Bekkevika–Vårnes og Vårnes–Bekkevika. Forskjellen på disse er kun retningen som avløpsvannet pumpes i. Dette påvirker kostnadene ettersom transportanleggene inngår i ulike konsepter med forskjellige vannmengder, samt at forskjell i retning gir forskjellig høydedifferanse på start- og sluttdestinasjon. Dette fører igjen til ulike dimensjoner på rørene og kostnader knyttet til energi ved pumping. Kostnader er den eneste virkningen hvor det er forskjell mellom disse, da de ellers har identiske virkninger. Videre omtales derfor virkninger knyttet til disse transportanleggene og traseene kun som Bekkevika–Vårnes. Det samme gjelder strekningen Tønsberg Vallø–Slagentangen, hvor kostnader varierer mellom alternativ 1B, 1E og 2A, men hvor transportanleggene og traseene ellers har identiske virkninger. Her er det i hovedsak

⁵⁷ Om man benytter anskaffelseskostnader ved 0C-2 og ikke 0C-1 og utelater 0F ettersom disse ikke inngår i konsept 2.

forskjellig avløpsmengde i ulike konsepter som gir forskjellige kostnader, mens de øvrige virkningene er identiske ettersom traseene er like.

På Falkensten og Slagentangen velges det mellom å etablere renseanlegg med enten MBBR-teknologi eller aktivslam-teknologi. Vi ser at anskaffelseskostnadene er lavere for MBBR-teknologi på begge lokasjonene. For FDVU-kostnadene er det imidlertid ikke like stor forskjell mellom teknologiene. FDVU-kostnadene knyttet til prosessløsning drives av at aktivslam-teknologi har lavere kjemikaliebruk, mens MBBR-teknologi på den andre siden har lavere energiforbruk. Om man ser på de totale kostnadene knyttet til anskaffelse, FDVU og restverdi, har MBBR-teknologi lavest samlede kostnader for både Falkensten og Slagentangen.

For å få det totale kostnadsbilde i de ulike konseptene må kostnader knyttet til renseanlegg, utslippsledninger og transportanlegg sammenstilles. Dette er gjort i tabellen under, som viser de fullstendige kostnadene knyttet til hvert konsept over analyseperioden.

Tabell 8-4: Totale kostnader inklusivt renseanlegg, transportanlegg og utslippsledning i ulike konsepter, angitt i 2025 nåverdi (millioner kroner)

Konsept	Lokasjon	Anskaffelseskostnad	FDVU	Restverdi	Totalt
0A	Holmestrand	414	361	44	731
0B	Vallø	1 339	1 110	130	2 319
0C-1	Falkensten	1 016	429	76	1 368
0C-2	Falkensten	1 099	487	86	1 500
0D	Vårnes	407	272	40	638
0E	Bekkevika	236	142	30	348
0F	Enga	584	552	60	1 077
1A	Vallø	2 040	1 603	191	3 451
1B	Slagentangen	3 133	1 977	257	4 854
1C-1	Falkensten	1 473	796	115	2 153
1C-2	Falkensten	1 636	751	128	2 260
1D	Enga	1 293	917	119	2 091
1E	Slagentangen	3 951	2 143	307	5 787
2A-1	Slagentangen	4 504	2 736	355	6 886
2A-2	Slagentangen	4 796	2 687	377	7 107

Som vist i tabellen over er det anskaffelseskostnadene som utgjør de største kostnadene, etterfulgt av FDVU-kostnadene. Naturligvis har også konsepter som innebærer større grad av samling av renseanlegg også høyere kostnader. I tabellen over kommer det også frem at MBBR-teknologi har lavere kostnader totalt sett enn aktivslam på både Falkensten og Slagentangen.

Oversikten viser også konsept 1A har betydelig lavere FDVU- og anskaffelseskostnader enn alternativ 1B, selv om de renser samme mengde avløpsvann. Årsaken til dette er at i alternativ 1A bygges det på det eksisterende anlegget på Vallø, mens det i 1B bygges et helt nytt renseanlegg og mer omfattende transportanlegg. Helt nytt renseanlegg gir høyere anskaffelseskostnader i sistnevnte enn i førstnevnte. Konsept 1B har også høyere FDVU-kostnader enn 1A, ettersom førstnevnte krever mer omfattende transportanlegg. Dette gi høyere FDVU-kostnader hovedsakelig gjennom høyere energikostnader ved å pumpe avløpsvannet til Slagentangen.

Som tidligere nevnt er det stordriftsfordeler både ved anskaffelse og drift av renseanlegg, noe som gjør at større regionale anlegg har lavere kostnader sammenlignet med flere små lokale anlegg. Imidlertid medfører større regionale renseanlegg et behov for utbygging av flere transportanlegg. Dette øker igjen kostnadene, noe som i stor grad motvirker de opprinnelige stordriftsfordelene ved felles rensing. Dette illustreres i tabellen over, der de totale kostnadene for å etablere separate renseanlegg (nullalternativet) er 5 192 millioner kroner.⁵⁸ Dette er lavere enn de totale kostnadene for felles rensing på Slagentangen i Konsept 2. Totalkostnaden over analyseperioden for Slagentangen med MBBR-teknologi er 6 886 millioner kroner, mens den er 7 107 millioner kroner for aktivslam-teknologi. Kostnaden ved å bygge ut og drifte flere transportanlegg motvirker derfor stordriftsfordelene ved å ha felles rensing.

En kombinasjon av mindre regionale renseanlegg i konsept 1 og separate renseanlegg i nullalternativet kan imidlertid vise seg å være mer lønnsomt enn konsept 2, ettersom man oppnår stordriftsfordeler og reduserer antall transportanlegg relativt til konsept 2. For å belyse dette nærmere må kostnadene sammenlignes i de komplette konseptkombinasjonene. De totale kostnadene for hver konseptkombinasjon over analyseperioden er presentert i kapittel 8.

A.1.1.3 Endrede klimagassutslipp

Konseptvalget bringer med seg betydelige klimagassutslipp, som følge av renseprosessen og bygging av ny infrastruktur. Klimagassutslipp er en kostnad for samfunnet som kun delvis fanges opp av eksisterende avgifter, eksempelvis på CO₂. I henhold til DFØs veileder i samfunnsøkonomiske analyser, skal påvirkning på klimagassutslipp verdsettes med en kalkulasjonspris (karbonpris).⁵⁹ En sammenligning av de prissatte kostnadene knyttet til klimagassutslipp i de ulike konseptkombinasjonene viser at det er lite som skiller mellom de ulike alternativene. Dette er fordi de prissatte kostnadene fra klimagassutslipp i hovedsak kan knyttes til direkteutslipp fra N₂O (lystgass) i driften. Disse utslippene er knyttet til mengde avløpsvann – der mengden er lik i alle konsepter.

A.1.1.4 Beregning av klimagassutslipp

I PN14 beregnes utslipp i livsløpsfasene til prosjektet for hver av konseptkombinasjonene. Her kvantifiseres både direkte og indirekte klimagassutslipp. Det vil si at klimagassutslipp som skjer utenfor anleggsplassen også tilskrives prosjektet. Dette gjelder for eksempel for produksjonen av materialer og innsatsfaktorer, som gjerne er produsert i utlandet eller et annet sted i Norge. Vi vil her gjennomgå konseptenes påvirkning på klimagassutslipp, se PN14 for detaljer for en mer detaljert beskrivelse av klimagassutslippene og hvordan de er beregnet.

Metodikken som er benyttet bygger på NS 3720 Metode for klimagassberegninger for bygninger,⁶⁰ samt øvrige prinsipper for klimagassberegninger i et livsløpsperspektiv. Beregnede klimagassutslipp oppgis med enhet CO₂-ekvivalenter, forkortet CO₂e. Enheten vekter utslipp av forskjellige klimagasser til den globale oppvarmingseffekten som utslipp av 1 tonn CO₂ vil ha i løpet av 100 år. Tabell 8-5 viser en oversikt over livsløpsfasene i standarden. Livsløpsfasene som er inkludert i beregningene er markert grønne.

⁵⁸ Om man benytter anskaffelseskostnader ved OC-2 og ikke OC-2 og utelater OF ettersom disse ikke inngår i konsept 2.

⁵⁹ Veileder i samfunnsøkonomiske analyser - Kap. 3.4 Tallfeste, verdsette og vurdere virkninger (fase 4) | DFØ

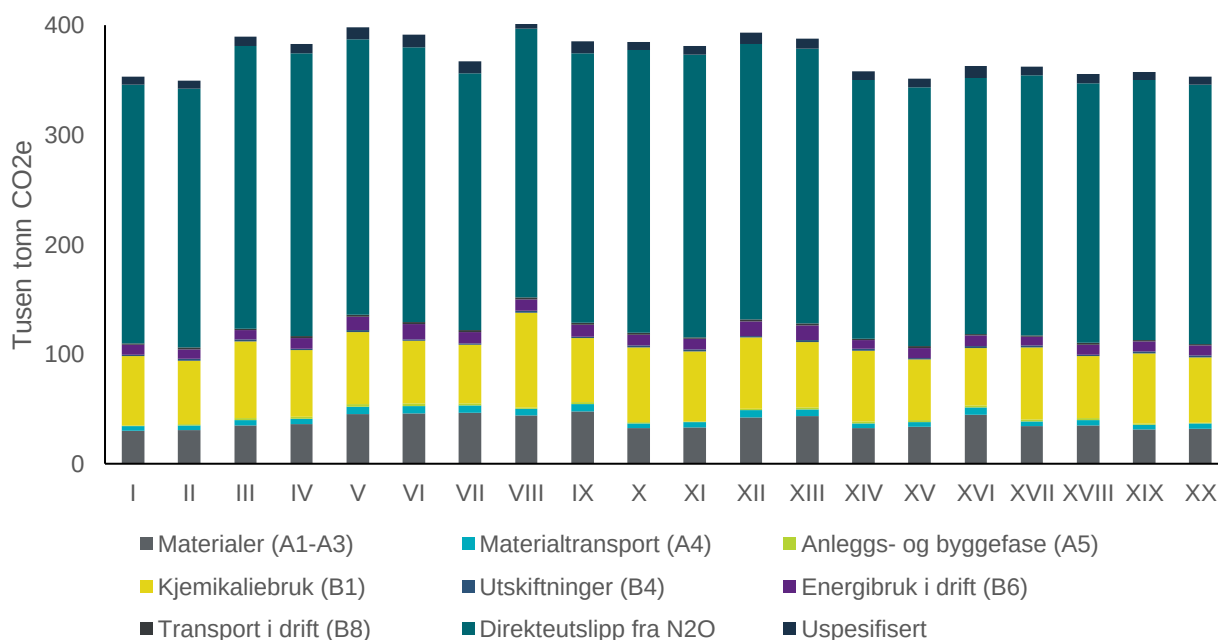
⁶⁰ Standard Norge. Tilgjengelig [her](#).

Tabell 8-5: Livsløpsfaser fra NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger. Livsløpsfasene som er inkludert i beregningene er markert grønne.

Produktstadiet			Gjennomføringsstadiet		Bruksstadiet							Livsløpets slutt				Konsekvenser utover systemet
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B8	C1	C2	C3	C4	D
Råvarer	Transport	Produksjon	Transport	Anleggsarbeid	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftning	Ombygging	Energibruk i drift	Transport i drift	Riving	Transport	Avfallsbehandling	Avhending	Material- og energigjenvinning, ombruk, eksport av egenprodusert energi
✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓					✓

De samlede beregnede klimagassutslippene i hvert konsept fordelt på ulike utslippskilder vises i figuren under.

Figur 8-1: Totale klimagassutslipp per konseptkombinasjon



Beregningene inkluderer klimagassutslipp fra etablering og drift av renseanlegg og overføringsledninger med pumpestasjoner. Konseptkombinasjon II har de laveste klimagassutslippene over analyseperioden. Alternativet har samlede klimagassutslipp på 350 000 tonn CO₂e. VIII har de høyeste beregnede klimagassutslippene på ca. 410 000 tonn CO₂e. Konseptkombinasjoner med MBBR-teknologi har marginalt høyere klimagassutslipp enn identiske konseptkombinasjoner med aktivslam-teknologi, hovedsakelig knyttet til forskjeller i kjemikaliebruk. Flere av alternativene har klimagassutslipp i størrelsesorden 370 000 – 390 000 tonn CO₂e. Grunnet at beregningene er gjort i tidlig fase (KVV) og usikkerheten i beregningene, vurderes denne forskjellen ikke som signifikant.

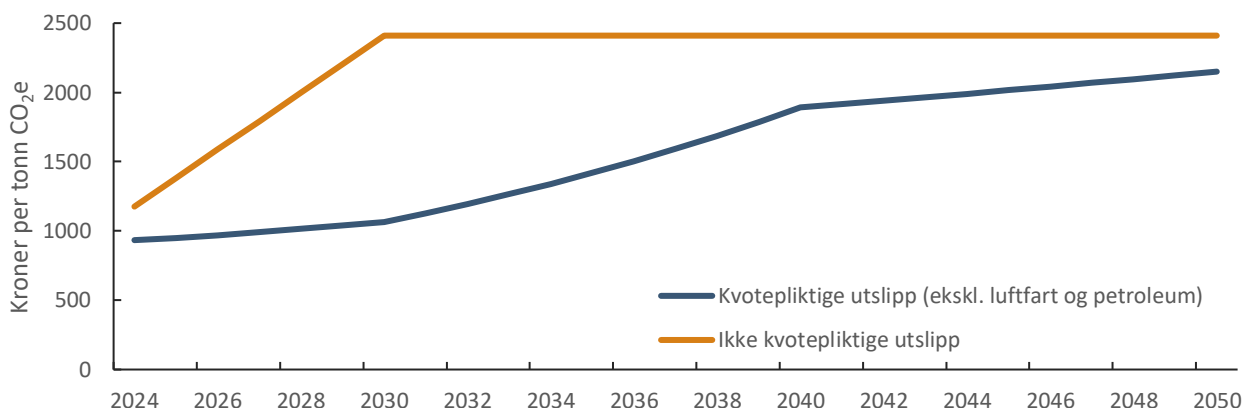
For alle alternativer er det størst utslipp knyttet til drift av renseanleggene, hvor kjemikalieforbruk og direkteutslipp fra N_2O (også kjent som «lystgass») har størst bidrag. Disse utslippene ligger på mellom 236 000 og 258 000 tonn CO_2e . Klimagassutslipp knyttet til utbygging av anleggene er beregnet til mellom 42 000 og 67 000 tonn CO_2e .

A.1.1.5 Prissetting av klimagassutslipp

Klimagassutslippene prissettes på ulike måter avhengig av hvor utslippene skjer og typen utslipp. Enkelte utslipp prissettes ikke i det hele tatt. Det er kun utslipp som forekommer i Norge som skal inkluderes, ettersom KVVUen er begrenset til virkninger innenlands. Deler av utslippene er avgifts- eller kvotepliktige⁶¹, og er dermed fanget opp i kalkylen for investerings- og driftskostnader.⁶² Samtidig tar ikke kalkylene hensyn til ventet endring i priser som følge av økende kvotepriser og CO_2 avgifter. På kort sikt er denne prisendringen marginal, mens på lengre sikt kan dette spille inn i økte kostnader. For å korrigere for dette, prissettes differansen mellom de totale utslippskostnadene ved utslippene når de finner sted og det som allerede er prissatt gjennom avgifter.

Finansdepartementet har fastsatt et regelverk for hvordan klimagassutslipp skal tas hensyn til i samfunnsøkonomiske analyser av statlige tiltak.⁶³ Dersom et tiltak påvirker klimagassutslipp, skal denne virkningen verdsettes med en karbonpris. Finansdepartementet har derfor utarbeidet karbonpriser per CO_2e som oppdateres årlig. Karbonprisene avhenger av hvilke sektorer utslippene er fra (som kvotepliktig og ikke-kvotepliktig) samt hvilket år utslippene forekommer. Karbonprisbaner for bruk i samfunnsøkonomiske analyser er vist i figuren under. Karbonprisbanen stiger over tid, men i ulik hastighet for kvotepliktig sektor enn for ikke-kvotepliktig sektor.

Tabell 8-6: Karbonprisbaner for bruk i samfunnsøkonomiske analyser i 2024 Kilde: Finansdepartementet



Tabellen nedenfor gir en oversikt de ulike livsløpsfasenes klimaberegninger. Tabellen viser hvilken fase utslippene skjer i, hvorvidt utslippene er avgifts- eller kvotepliktige, og hvordan klimagassutslippene eventuelt er prissatt i denne KVVUen.

⁶¹ Det er flere sektorer enn kvotepliktig og ikke-kvotepliktig, som petroleum, luftfart, skog og arealbruk. Men det er ingen av komponentene som kategoriseres som dette.

⁶² Kalkylekostnadene fra kapittel 7.2.1. reflekterer dagens avgifter for karbonutslipp både i kvotepliktig og ikke-kvotepliktig sektor. Deler av klimagassutslippene er derfor prissatt allerede i kalkylene.

⁶³ Rundskriv R. Tilgjengelig [her](#).

Tabell 8-7: Oversikt over utslippskomponenter og hvordan de prissettes

	Fase for utslipp	Avgifts- pliktig	Kvotepiktig	Ikke-avgifts- eller kvotepiktig	Hvordan og hvor klimagassutslippene prissettes
Materialtransport (A4)	Anlegg	✓			Prissatt i sin helhet gjennom avgifter
Transport i drift (B8)	Drift	✓			Delvis priset gjennom avgifter og delvis prissatt her med karbonprisbanen
Direkteutslipp fra N ₂ O	Drift			✓	Prissettes her med karbonprisbanen
Uspesifisert	Anlegg	✓			Prissatt i sin helhet gjennom avgifter
Energibruk i drift (B6)	Drift	✓			Delvis priset gjennom avgifter og delvis prissatt her med karbonprisbanen
Anleggs- og byggefase (A5)	Anlegg	✓			Prissatt i sin helhet gjennom avgifter
Utskiftninger (B4)	Utskiftninger	✓			Prissatt i sin helhet gjennom avgifter
Materialer (A1-A3)	Anlegg		✓		Prissatt i sin helhet gjennom avgifter
Kjemikaliebruk (B1)	Drift		✓		Utslipp i utlandet som ikke medregnes

Avgifts- eller kvotepliktige utslipp i anleggsfasen antas å i liten grad påvirkes av økte karbonpriser – og er dermed allerede prissatt i kostnadene i kapittel 8.9.1. og inkluderes ikke her. Dette kommer av to ting: 1) Det er knyttet betydelig usikkerhet til hvilke materialutslipp som vil finne sted i Norge kontra i utlandet. 2) Avviket fra dagens karbonpris og karbonprisen ved utslippstidspunkt på mellom 130 og 190 kroner per tonn for kvotepliktig sektor. Dette inkluderer produksjon av eksempelvis stål og andre produkter fra industrien.

På grunn av disse usikkerhetsmomentene har vi valgt å ikke beregne ytterligere karbonkostnader av utslipp i anleggsfasen i vår kalkyle (som dekker områdene A1-A5 og «uspesifisert»). Utslipp i forbindelse med utskiftningene i B4 antas også å i hovedsak skje i utlandet og inkluderes derfor ikke i beregningene. Disse utslippene er marginale, og eventuell undervurdering av utslippene som følge av dette ventes ikke å være utslagsgivende.

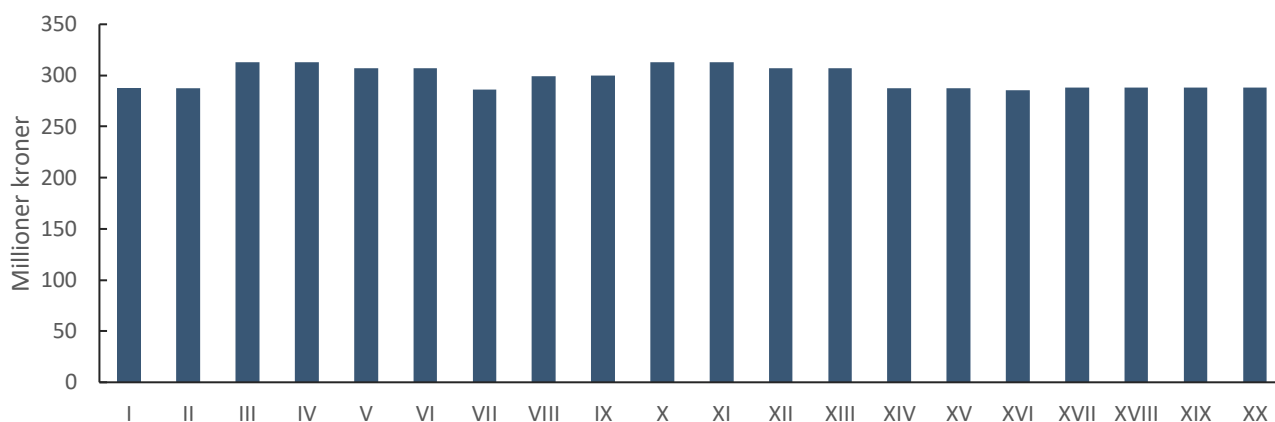
Utslipp fra kjemikaliebruk (B1) er heller ikke prissatt. Dette kommer av at hovedparten av produksjonen av kjemikalieene antas å skje i utlandet. Den delen av produksjonen som gjøres i Norge er derimot allerede dekket av kvotepriser og avgifter ved både produksjon og transport. Effekten av å inkludere alle utslipp i denne kategorien er minimal, og anses som ubetydelig i sammenheng med de totale prissatte virkningene. Dette vil imidlertid føre til en viss underestimering av kostnadene i Norge.

For utslipp fra energibruk i drift (B6), tar vi utgangspunkt i at utslippene i hovedsak er avgiftspliktige utslipp som skjer i Norge. Kostnaden av utslippene justeres dermed med forventet utvikling i CO2-avgiften. Vi forutsetter det samme for utslipp fra transport i drift (B8).

Direkteutslipp av N₂O (lystgass) fra driften utgjør mellom 75 og 78 prosent av de totale utslippene i driftsfasen. Siden disse utslippene ikke er avgiftspliktige, og i sin helhet kommer som følge av avløpsrensingen, er klimakostnaden av utslippene derfor tilsvarende den fulle kostnaden av utslippene i henhold til karbonprisbanen.

Basert på forutsetningene ovenfor har vi prissatt nettovirkningen på klimagassutslipp i Norge, som ikke allerede inkluderes i kostnadskalkylene. Tilnærmingen forsøker å balansere nåværende avgiftsnivå mot fremtidige, usikre utviklinger i både pris og mengde utslipp. Figuren nedenfor gir en oversikt over kostnadene forbundet med disse klimagassutslippene for de forskjellige konseptkombinasjonene.

Figur 8-2 Prissatte kostnader av klimagassutslipp som finner sted i Norge og som ikke inngår i øvrige kostnader, nåverdi 2025.



Det er liten variasjon i klimagassutslippskostnader mellom de ulike konseptkombinasjonene. Dette skyldes at de prissatte klimagassberegningene i hovedsak er basert på utslipp av (lystgass) hvor det små forskjeller mellom alternativene. Konseptkombinasjonen med de laveste utslippene av N₂O har utslippskostnader fra N₂O på 234 millioner kroner (VII), mens kombinasjonen med de høyeste N₂O-utslippene har 258 millioner kroner i tilhørende utslippskostnader (III, IV, X og XI). De små forskjellene mellom kombinasjonene drives hovedsakelig av energibruk til drift (hovedsakelig energiforbruk ved transport av avløpsvann, hvor enkelte konseptkombinasjoner har mer omfattende transportanlegg) og mindre variasjoner i utslipp av lystgass.

A.1.1.6 Usikkerheter

Klimagassutslipp knyttet til arbeid med utlegging av ledning i sjø er ikke tallfestet grunnet manglende datagrunnlag. Dette fører til en underestimert av klimagassutslippet fra anleggsfase for overføringsledningene. I tillegg blir ofte klimagassutslipp fra anleggsgjennomføring underestimert i klimagassbudsjetter da beregningsverktøyene ikke hensyntar faktorer som tomgangskjøring og ineffektivt arbeid. Samtidig vil selve etableringen av anleggene skje noe fram i tid, slik at tilgjengeligheten på utslippsfrie anleggsmaskiner vil kunne redusere utslippene fra anleggsarbeider.

Analyseperioden går over 28 år, og det er derfor krevende å gjøre treffsikre antagelser på teknologisk utvikling så langt frem i tid. Beregningene tar ikke høyde for utvikling av mer klimavennlige materialer.

Deler av kostnadene ved klimagassutslipp fanges nå opp av kalkylene, der avgifter og kvotepriser på utslipp i verdikjedene implisitt inkluderes. Økt elektrifisering og teknologisk utvikling mot lavutslippsprosesser fanges ikke opp i disse estimatene. Dette kan slå ut i kostnadene i begge retninger – reduserte avgifter fører til billigere innsatsfaktorer, samtidig som investeringer og overgang til ny teknologi kan medføre økte kostnader i produksjon av varer og tjenester i verdikjeden.

A.1.2 Frigjøring av areal

Utvidelse av enkelte anlegg og nedleggelse av andre anlegg fører til endret arealbruk. Den samfunnsøkonomiske verdien som slike tiltak utløser ligger ikke i selve transaksjonsverdien (kommunens kjøp og salg av eiendom), men følger av at arealer som er egnet til eiendomsutvikling er et knapt gode og det derfor har en samfunnsøkonomisk verdi at tilbudet av slike arealer øker. Markedsverdien av eiendom/areal indikerer likevel i stor grad samfunnets betalingsvillighet og med det også den samfunnsøkonomiske verdien av godet. Så lenge det er tiltakene som utløser endret arealbruk vil markedsverdien av de nye arealene som brukes fratrasket etableringskostnadene indikere den samfunnsøkonomiske verdien av arealbruksendringen.⁶⁴ Det må imidlertid tas høyde for usikkerhet rundt endelig regulering av området.

Arealbruksendringer som skjer som følge av at tiltaket flytter en arealkrevende aktivitet fra ett sted til et annet, slik som i dette tilfellet, vil forskjellen i verdi på det frigjorte og det beslaglagte arealet utgjøre den samfunnsøkonomiske verdien. Hvis en konseptkombinasjon innebærer å flytte avløpsrensing fra et eksisterende anlegg til et nytt regionalt anlegg, vil den samfunnsøkonomiske verdien reflekteres av verdiforskjellen på arealene som frigjøres i den første lokasjonen og arealet som opptas i den andre lokasjonene. Denne differansen reflekterer da forskjellen i alternativkostnaden av å bruke arealene til renseaktivitetene. Markedsverdien av tomtene som eventuelt må anskaffes på lokaliteter for samlede anlegg i de ulike konseptkombinasjonene inngår i investeringskostnadene. Det samme gjelder saneringskostnader av frigjorte arealer og andre kostnader knyttet til flytting av lokasjon. For å unngå dobbelttelling vil vi derfor kun prissette verdien av arealene som frigjøres i denne delen, som vil bli prissatt basert på deres verdi i markedet.

I prosjektnotat PN15 er det gjennomført en analyse av potensialet for frigjort areal ved bestående anlegg som berøres av de ulike konseptvalgene. Selv om samling av renseanlegg fører til at andre renseanlegg kan fjernes, så må det imidlertid bygges pumpestasjoner der det tidligere var renseanlegg for å pumpe avløpsvannet til det regionale anlegget. I tillegg ligger alle eiendommene til dagens renseanlegg ved kysten, hvor strandsonen ofte begrenser en del arealbruk på tomtene. Selv om pumpestasjoner krever mindre areal enn renseanlegg vil det arealet som ikke lenger benyttes ofte være lite. For små tomter vil det være lite attraktivt med nærhet til kommunale pumpestasjon som krever drift og vedlikehold. Dette hindrer ofte arealfrigjøring og annet arealformål. I PN15 konkluderes det derfor med at det bare er Vallø som ansees å være av en slik størrelse at en vesentlig tomteverdi kan legges til grunn i den samfunnsøkonomiske analysen. Derfor vil alle konsepter som ikke innebærer renseanlegg på Vallø ha en samfunnsøkonomisk nyttevirksomhet prissett til markedsverdien av det frigjorte området.

Ifølge PN15 har eiendommen på Vallø et areal på 28 374 kvm, hvorav netto potensial for salg eller annet arealformål (fratrasket arealer til pumpestasjon og annet) tilsvarer 17 000 til 18 000 kvm. Arealet har ifølge kommuneplanen formål som «Andre typer bebyggelse og anlegg». Grunnen har også en forurensningsgrad på «industri standard», og det er derfor usikkert om arealet kan benyttes til boliger. I PN15 konkluderes det med at arealet trolig vil få næringsformål ved frigjørelse. Vi har undersøkt priser på næringseiendom i nærområdet og anslått sannsynlig gjennomsnittlig kvadratmeterpris for tomten. Basert på dette og tomtens størrelse på 17 500 kvm er verdien anslått til 13 millioner kroner.⁶⁵ Gitt at tomten selges i 2031 er netto nåverdien på arealfrigjøringen på 10,3 millioner 2025-kroner. Dette er en samfunnsøkonomisk nyttevirksomhet som vil inntreffe i alle konseptkombinasjoner som ikke innebærer renseanlegg på Vallø. Den

⁶⁴ Det må justeres for forskjeller mellom privatøkonomisk- og samfunnsøkonomisk avkastningskrav. Menon har analysert forskjellen i avkastningskrav tidligere og funnet at privatøkonomisk avkastningskrav er tilnærmet lik den samfunnsøkonomiske på fire prosent (Menon-publikasjon nr 186, 2024).

⁶⁵ Vi har kvalitetssjekket denne verdien mot Skatteetatens kalkulator for beregning av formuesverdi for ikke-utleid næringseiendom, som gir en verdi på 12 millioner kroner.

samfunnsøkonomiske virkningen fra eiendomssalg i ulike konseptkombinasjoner er oppsummert i tabellen under.

Figur 8-3: Nyttevirkning av arealfrigjøring og eiendomssalg i ulike konseptkombinasjoner, angitt i 2025 nåverdi (millioner kroner)

Konsept-kombinasjon	Nyttevirkning knyttet frigjorte arealer og eiendomssalg
I	0
II	0
III	0
IV	0
V	10
VI	10
VII	10
VIII	10
IX	10
X	0
XI	0
XII	10
XIII	10
XIV	0
XV	0
XVI	10
XVII	0
XVIII	0
XIX	0
XX	0

A.2 Ikke-prissatte virkninger

Ikke alle virkninger kan prissettes i kroner. Dette gjelder for eksempel virkninger på natur eller friluftsliv som følger av de ulike konseptene. Det er likevel viktig å vurdere viktigheten av disse virkningene for å få en helhetlig forståelse av konseptenes totale samfunnsøkonomiske lønnsomhet.

For å vurdere ikke-prissatte virkninger følger vi DFØs veileder i samfunnsøkonomiske analyser.⁶⁶ Dette innebærer at man vurderer hvor mange som blir berørt av hver virkning, og hvor stor påvirkningen vil være på hver enkelt berørt. Dette blir sammen til en vurdering av kvantum, som vist i venstre kolonne i tabell 7-1. I tillegg vurderer vi verdien av den ikke-prissatte virkningen, på en skala fra liten til høy. Disse vurderingene gir til sammen den samfunnsøkonomiske verdien av virkningen, som kan leses ut av verdimatrisen under.

Tabell 8-8: Verdimatrisen – verktøy for å finne den samfunnsøkonomiske verdien av ikke-prissatte virkninger

Kvantum / Enhetsverdi	Liten	Middels	Høy
Stort negativt	Middels negativ	Stor negativ	Meget stor negativ
Middels negativt	Liten negativ	Middels negativ	Stor negativ
Lite negativt	Ubetydelig/ingen	Liten negativ	Middels negativ
Verken positivt eller negativt	Ubetydelig/ingen	Ubetydelig/ingen	Ubetydelig/ingen

⁶⁶ Veileder i samfunnsøkonomiske analyser - Kap. 3.4 Tallfeste, verdsette og vurdere virkninger (fase 4) | DFØ

Lite positivt	Ubetydelig/ingen	Liten positiv	Middels positiv
Middels positivt	Liten positiv	Middels positiv	Stor positiv
Stort positivt	Middels positiv	Stor positiv	Meget stor positiv

De ikke-prissatte virkningene kommer her både fra etablering av traséene og fra selve renseanlegget (arealbeslag og utslipp). Vi deler de ikke-prissatte virkningene som er identifisert i denne KVV inn i fem kategorier:

- Naturmiljø
- Kulturmiljø
- Naturressurser
- Rekreasjon/friluftsliv
- Andre ikke-prissatte virkninger

A.2.1 Naturmiljø

En av virkningene som gjerne ikke lar seg prissette er virkninger på naturmiljø. Naturmiljøet omfatter både det biotiske (levende organismer, biodiversitet) og det abiotiske (jord, vann, luft) i økosystemet. Avløpsanlegg kan medføre endringer som påvirker vannkvaliteten, habitatene rundt og lokale arter, og disse endringene må tas med i vurderingen når vi analyserer virkninger av ulike konsepter. Vi vurderer her virkninger både på marint naturmangfold (arter og økosystemet i havet) og terrestrisk miljø (landbaserte økosystemer og arter).

Konseptene kan påvirke naturmiljø gjennom tre kanaler:

- Traséene for transportanlegg, gjennom byggeprosess og arealbeslag
- Arealbeslag fra selve renseanlegget
- Resipienter i sjø

Vi vil i de følgende delkapitlene gjennomgå virkningene av disse konseptene på naturmiljø.

A.2.1.1 Traséer for transportanlegg

Ved alle alternativene må det bygges nye traséer med rørledninger for avløpsvann og settes av tomter for pumpestasjoner. Dette har innvirkning på naturmiljøet gjennom permanent eller midlertidig nedbygging av natur. Virkningene av rørtraséene er midlertidige dersom man antar at naturmiljøet vil kunne bygge seg opp igjen til samme nivå noen år etter byggefasen. Dette gjelder blant annet for naturtyper som ålegras (marine blomstrende planter som er viktige leve- og oppvekstområder for mange arter), bløtbunnsområder (hjem til spesialiserte bunnlevende organismer), og strandeng og strandsump (våtmarkhabitat i kystområder). Virkningen på disse naturtypene er antatt å være mellom fem og seks år, før de vil få tilbake de fleste av de samme naturkvalitetene som de hadde før tiltaket ble utført.

For andre naturtyper vil virkningene være mer permanente. Dette gjelder for eksempel dersom man må hogge ned trær, fordi det vil ta mange år før disse vokser tilbake til samme tilstand. Det er spesielt negativt om man fjerner gamle naturtyper som hule eiker, ettersom disse har en sentral økosystemfunksjon og er et særlig viktig habitat for truede og nær truede arter.⁶⁷ I tillegg til at enkelte naturtyper vil bruke lang tid på å komme tilbake til samme tilstand, vil også arealbeslaget til pumpestasjoner langs traséene være permanente inngrep. Arealbeslag ved pumpestasjoner er imidlertid av begrenset omfang, og det er til dels mulig å justere

⁶⁷ [Hule eiker - miljodirektoratet.no](https://www.miljodirektoratet.no)

plasseringen for å begrense belastningen på natur og miljø. Tilsvarende vil det gjerne også være noe fleksibilitet i plasseringen av rør for å unngå enkelte viktige lokaliteter.⁶⁸

Virkningene på naturmiljø som følge av nye traséer er oppsummert i tabell 7-10, hvor tredje kolonne beskriver antall lokaliteter med liten, middels, stor og meget stor virkning.⁶⁹

Tabell 8-9: Oversikt over naturvirkninger i traséene for transportanlegg avløp i konseptene

Trasé	Alternativer traséen inngår i	Naturmiljø
Åsgårdstrand-Falkensten	0C og 1C.	Liten negativ 2 stk Middels negativ 4 stk Meget stor negativ 5 stk
Holmestrand-Falkensten	1C, 1E og 2A.	Liten negativ 1 stk. Middels negativ 1 stk.
Falkensten-Voldestranda	1E og 2A.	Liten negativ 3 stk Middels negativ 3 stk Meget stor negativ 1 stk
Voldestranda-Slagentangen	1E og 2A.	Ubetydelig 1 stk Liten negativ 4 stk Middels negativ 1 stk
Tønsberg Vallø-Slagentangen	1B, 1E og 2A.	Ubetydelig 1 stk Middels negativ 1 stk
Vårnes-Tønsberg Vallø	1A, 1B og 2A.	Liten negativ 3 stk Middels negativ 3 stk
Bekkevika-Vårnes ⁷⁰	1A, 1B, 1D og 2A.	Ubetydelig 1 stk Liten negativ 3 stk
Bekkevika-Enga	1D.	Liten negativ 8 stk Middels negativ 1 stk

Traseene inngår, som tidligere nevnt, som en del av de ulike konseptene. For hvert enkelt konsept vurderer vi dermed det samlede verdien (kvantum*enhetsverdi) av negative virkninger på naturmiljø, for å muliggjøre sammenligning mellom konseptene. Disse virkningene vil så aggregeres til konseptkombinasjonsnivå i kapittel 8.

Konseptvis vurderer vi virkningene som følger:

I **nullalternativet** må det kun legges én trasé (Åsgårdstrand-Falkensten), for å ta høyde for at Åsgårdstrand RA legges ned. Denne traséen legges på land over Horten, og vil kunne påvirke en rekke naturlokaliteter i anleggsfasen. Slik traséen er lagt opp i dag vil der berøre et stort antall hule eiker, som har et særskilt vern etter naturmangfoldloven og har svært stor verdi for naturmangfold. Man vil derfor her måtte vurdere tiltak for å unngå å hugge disse ned, slik som gravefrie metoder eller å justere traséen rundt eikene. I tillegg berører også traséen to områder med parklandskap, og et stort område med strandeng og strandsump, som alle er vurdert å ha en meget stor negativ virkning. Traseen påvirker også et rasteområde for fugler, et område med ålegras og to bløtbunnsområder. Totalt vurderer vi at denne strekningen har en tilnærmet **middels negativ** på naturmiljø.

I **alternativ 1A** må det bygges to nye traséer: Bekkevika-Vårnes og Vårnes-Tønsberg Vallø. Det er her seks lokaliteter hvor traséen medfører en liten negativ virkning, og tre hvor virkningen er vurdert å være middels

⁶⁸ KVV-en har benyttet en korridortilnærming til traséene, og traséene analysene er gjort på bakgrunn av vil derfor trolig ikke være identiske med de i senere detaljeringsfaser.

⁶⁹ Se PN5 for mer informasjon om hvordan vurderingene er gjort.

⁷⁰ Gjelder også traséen Vårnes-Bekkevika, hvor avløpsvannet går motsatt vei.

negativ. Berørte naturtyper er bløtbunnsområder, ålegras og småbiotoper. Totalt vurderer vi at virkningen er **liten negativ**.

Alternativ 1B innebærer de samme traséene som 1A, i tillegg til traséen mellom Tønsberg Vallø og Slagentangen. Strekningen Tønsberg Vallø-Slagentangen vil kunne påvirke en lågurtedel av en lauvskog, hvor virkningen vurderes å være middels negativ. I likhet med 1A vurderer vi at 1B totalt har en **liten negativ** virkning på naturmiljø på trasésiden.

I **alternativ 1C** inngår traséene Åsgårdstrand-Falkensten og Holmestrand-Falkensten. Åsgårdstrand-Falkensten har som nevnt påvirkning på mange naturlokaliteter. Langs Holmestrand-Falkensten er det i tillegg 1 lokalitet med liten negativ påvirkning og én lokalitet med middels negativ påvirkning, henholdsvis bløtbunnsområde og ålegras. Vi vurderer at alternativ 1C har en **middels negativ** virkning på naturmiljø på trasésiden.

I **alternativ 1D** bygges traséene Bekkevika-Vårnes og Bekkevika-Enga. Det er her 11 lokaliteter som får en liten negativ virkning, og én med middels negativ virkning. Dette er bløtbunnsområder og områder med ålegras. Totalt vurderer vi at alternativ 1C har en **liten negativ** virkning på trasésiden.

I **alternativ 1E** må avløpsvann fraktes fra Falkensten til Slagentangen. Langs denne strekningen (Falkensten-Voldestranda) er det påvist naturtypen strandeng og strandsump. Vi vurderer at traséen her vil påvirke et stort område med denne naturtypen, som også har høy enhetsverdi. I tillegg har traséen en middels eller liten effekt på områder med ålegras, skrotemark og bløtbunnsområder, i tillegg til beskyttede skogtyper. Totalt innebærer konseptet fire nye traséer, og vi vurderer vi at alternativet medfører en **liten negativ virkning** på naturmiljø.

Alternativ 2A innebærer de samme traséene som 1E, i tillegg til traséene Vårnes-Tønsberg Vallø og Bekkevika-Vårnes. Totalt har alternativ 2A en liten negativ virkning på 14 lokaliteter, en middels negativ virkning på 9 lokaliteter, og en meget stor negativ virkning på én lokalitet. Alternativ 2A vurderes derfor å ha **middels negativ** virkning på naturmiljø langs traséene.

Tabell 8-10: Naturvirkninger av traséer for transportanlegg på nullalternativet og de ulike konseptene.

Alternativ	Virkning av nye traséer på naturmiljø
Nullalternativ	Middels negativ
1A	Liten negativ
1B	Liten negativ
1C	Middels negativ
1D	Liten negativ
1E	Liten negativ
2A	Middels negativ

A.2.1.2 Arealbeslag ved renseanleggene

Utvidelser, etablering og avvikling av renseanlegg vil alle medføre endringer i arealbruk. Både nytt arealbeslag og frigjøring av areal kan ha konsekvenser for naturmiljøet rundt anlegget, avhengig av typen areal og hvilke naturtyper som finnes i området.

Når renseanlegg samles, vil dette ha to hovedvirkninger for areal: frigjøring av areal ved renseanleggene som avvikles, og arealbeslag ved anlegget som utvides eller bygges. I denne analysen antar vi at områdene ved renseanlegg som avvikles bygges ned og saneres. Dette kan isolert sett gi positive virkninger for naturmiljø dersom områdene tilbakeføres til naturen. Det er imidlertid stor usikkerhet rundt hvordan

kommunene vil velge å benytte eventuelt frigjort areal og vi regner derfor ikke med dette potensialet her.⁷¹ Vi antar derfor på nåværende tidspunkt med at ingen av konseptene vil innebære positive virkninger knyttet til frigjøring av areal.

Konseptene har heller ikke betydelige negative virkninger på naturmiljø som følge av arealbeslag. Det har ikke vært en del av dette oppdraget å gjøre feltregistreringer knyttet til naturmiljø, og vurderingene er på et overordnet nivå, men vi har identifisert få områder hvor utvidelsene trolig vil få en merkbar effekt på naturmiljø. Dette kommer av at utbyggingen av renseanlegg flere steder skjer på eksisterende gråareal, som parkeringsplasser og utbygde industriområder.

I **nullalternativet** må dagens renseanlegg utvides med ekstra rensetrinn. Dette vil medføre noe nytt arealbeslag ved hvert renseanlegg. Utbyggingen på **Holmestrand** (0A) og **Vårnes** (0D) skjer på eksisterende gråareal, og har derfor begrenset virkning på naturmiljø. På Holmestrand vil riktignok noen trær måtte felles, inkludert ask (EN-sterkt truet) ifølge Artskart. Dette er sannsynligvis en yngre forekomst, og derfor ikke særlig viktig for naturmangfoldet.

På **Falkensten** (0C, 1C) og **Enga** (0F, 1D) planlegges utbyggingen i sin helhet på fulldyrket mark. Ettersom dette er bruksarealer uten urørt natur er virkningene for naturmiljø små, men det vil være relevant å se på virkningene av dette under temaet naturressurser.

Renseanleggene på **Bekkevika** (0E) og **Tønsberg Vallø** (0B) grenser begge til park- og naturområder. På Bekkevika er det registrert viktige naturtyper som edelløvskog og hule eiker i nærheten, men ikke der utvidelsen planlegges. Man vil imidlertid måtte felle trær på begge sider av dagens bygg ved utvidelse. Trærne er til dels gammel og grove edelløvtrær med noe verdi for naturmangfold, det vil imidlertid gjennom detaljprosjektering være mulig med avbøtende tiltak og tilpasning slik at en begrenset mengde trær blir påvirket.

I konseptene som innebærer felles anlegg på **Slagentangen** (1B, 1E, 2A) vil det måtte bygges nytt anlegg. En tidligere registrering av den truede gressarten takfaks (EN) finnes innenfor det planlagte utbyggingsområdet, registrert før omdanningen fra skog til gråareal. Artsens nåværende tilstedeværelse krever ytterligere undersøkelser. Flere truede arter, som sommerfugler, fugler og flaggermus, befinner seg i nærheten og bør beskyttes mot støy og lys, spesielt under byggeprosessen.

På **Vallø** vil en utvidelse (1A) slik anlegget er prosjektert medføre inngrep i to trerekker på sørsiden av anlegget. Dette er til dels grove edelløvtrær med antatt stor verdi for naturmangfold. Det kan her være behov for å undersøke verdien av naturområdene nærmere, og vurdere mulige tilpasninger ved prosjektet i de videre fasene dersom det skulle vise seg at naturtypen er av stor lokal viktighet. Det finnes avbøtende tiltak både med tilpasset plassering og/eller no-dig/presse-løsninger som kan begrense mengde trær som blir berørt.

På nåværende stadium har vi ikke identifisert at noen av alternativene har noen åpenbart betydelige negative konsekvenser naturmiljø. De største virkningene for naturmiljø er trolig ved Tønsberg Vallø, men virkningene her er likevel svært begrenset. Samlet sett vurderer vi derfor at alle konseptene har en ubetydelig virkning på naturmiljø på arealsiden.

Tabell 8-11: Naturvirkninger av arealbeslag ved renseanlegg på nullalternativet og de ulike konseptene.

Alternativ	Virkning av arealbeslag ved nye renseanlegg
Nullalternativ	Ubetydelig
1A	Ubetydelig
1B	Ubetydelig

⁷¹ Som beskrevet under arealbruksendring er det bare ved nedleggelse av renseanlegg på Vallø hvor det frigjøres arealer av betydelig størrelse som ikke vil benyttes til pumpestasjon. Dette vil imidlertid bli benyttet til næringsvirksomhet.

1C	Ubetydelig
1D	Ubetydelig
1E	Ubetydelig
2A	Ubetydelig

A.2.1.3 Resipienter

Som beskrevet i de innledende kapitlene påvirker rensset avløpsvann naturmiljøet i områdene det slippes ut i. Ettersom avløpsvannet inneholder næringssalter som fosfor og nitrogen, bidrar utslippene blant annet til eutrofiering og forverrede forhold for resipientene og naturmiljøet i fjorden.⁷² Sett opp mot dagens situasjon vil alle konseptene medføre en bedring av forholdene, ettersom etableringen av nitrogenrensetrinn gjør at mindre av dette næringssaltet slipper ut i fjorden.

Plasseringen av renseanlegg avgjør hvilke deler av fjorden det rensede avløpsvannet blir sluppet ut i. Ulike deler av fjorden har ulik tilstand og forutsetninger, og påvirkningen på resipientene i sjøen kan derfor være betydelig større noen steder enn andre. Utslippspunkter med bedre vanngjennomstrømming reduserer for eksempel ansamlingen av nitrogen, fosfor og mikroforurensinger sett opp mot utslipp ved vik og fjordarmer, noe som gir lavere konsentrasjoner av disse stoffene i resipientene. Utslippspunkter på dypere vann er også bedre for resipientene, ettersom de gir mer effektiv fortynning av næringssalter i vannsøylen. Dette minsker risikoen for algeoppblomstring som ofte forekommer i det øverste vannlaget. Total belastning på fjorden påvirkes derfor også av plasseringen av renseanleggene og i hvilken grad de samles, og det vil dermed være ulik grad av positiv påvirkning på resipientene mellom konseptene.

Konsepter med regionale eller fellesanlegg på **Tønsberg Vallø** eller **Slagentangen** (1A, 1B, 1E og 2A) anses som spesielt positive for resipientene totalt sett. Dette kommer av at det her samles utslipp ved relativt åpne vannforekomster med god gjennomstrømning. Det er her mulig å legge utslippsledningen på dypt vann slik at det er begrenset spredning av utslippsvann til overflaten. Større grad av samling på Vallø eller Slagentangen teller altså positivt, ettersom man da samler utslippene her fremfor andre områder hvor resipientene er mer utsatt.

Et område hvor resipientene er særlig utsatt er **Vårnes**. Fjordområdet ved Vårnes er svært belastet fra før, og en reduksjon i utslipp vil kunne ha en betydelig positiv effekt. Dette er særlig fordi en stor andel av næringssaltene i området kommer fra renseanlegget i dag (19 prosent av tilført fosfor og 45 prosent av tilført nitrogen). Flytting av utslippspunktet vil også fjerne andre stoffer som bidrar til eutrofiering og forurensing, inkludert organisk karbon, medisinske stoffer, PFAS, metaller og mikroplast, noe som vil gi mindre belastning på resipientene. I tillegg til å være belastet fra før er også fjorden smal og grunn, noe som setter begrensninger på hvilke tiltak som kan gjøres for å forbedre utslippsspredning og -fortynning i vannsøylen. Sannsynligheten for at utslipp når overflatevannet er derfor vurdert å være stor. Vi anser av den grunn konseptene hvor man unngår utslipp på Vårnes som spesielt positive. Vi anser Vårnes som det området hvor den positive effekten av å fjerne utslipp vil være størst.

Et annet utsatt område er Sandefjordfjorden ved **Enga**. Også her er fjordområdene mer utsatt for påvirkning enn ved Vallø eller Slagentangen, og utslippene bør begrenses så mye som mulig. Dette skyldes særlig at en betydelig andel av dagens tilførsel av næringssalter kommer nettopp fra renseanlegget. Innføring av nitrogenrensing vil redusere nitrogenutslippene, mens fosforutslippene er forventet å øke i takt med befolkningsveksten. Det er ikke et relevant alternativ å fjerne utslippene ved Enga helt, ettersom det er vedtatt at dette renseanlegget skal bestå. I konseptet 1D øker imidlertid utslippene på Enga, og dette er negativt for resipientene, særlig med tanke på at det her er snakk om en relativt liten vannforekomst.

⁷² For en nærmere beskrivelse, se for eksempel kapittel 2.1.

Det er også positivt at utslippene fjernes ved **Holmestrand**. Fjerning av utslipp fra midt-Oslofjord vil gi vannforekomster i området bedre mulighet til å nå satte miljømål. Samtidig er resipientene til disse utslippene sterkt påvirket av andre kilder, noe som gjør det usikkert hvor stor den positive virkningen vil være totalt sett. Vi forventer at fjerning av utslippene her *vil* ha en positiv effekt, men at det er større usikkerhet rundt størrelsen på denne virkningen enn for eksempel for Vårnes.

Videre vil det også være positivt for resipientene å fjerne utslipp også ved **Bekkevika** og **Falkensten**. Også her er resipientene belastet, og det anses som bedre for resipientene å samle disse utslippene på Slagentangen eller Vallø.

Ettersom påvirkningen på resipienter må ses i sammenheng og for Ytre Oslofjord som helhet, har vi ikke vurdert virkninger på konseptnivå, kun *konseptkombinasjonsnivå*.⁷³ Vurderingene er også sett opp mot nullalternativet, hvor de seks anleggene utvides separat. Vurderingene for ulike plasseringer er oppsummert i tabell 8-12.⁷⁴

Tabell 8-13: Vurdert virkning per konseptkombinasjon.

Konseptkombinasjon	Utslipp	Vurdering
Nullalternativ	Holmestrand Falkensten Vallø Vårnes Bekkevika Enga	-
1A, 1C og 0F	Falkensten Vallø Enga	STOR POSITIV VIRKNING
1B, 1C og 0F	Falkensten Slagentangen Enga	STOR POSITIV VIRKNING
1D og 1E	Slagentangen Enga (inkl. Vår.+Bek.)	MIDDELS POSITIV VIRKNING
2A og 0F	Slagentangen Enga	MEGET STOR POSITIV VIRKNING
1A, 0A, 0C og 0F	Holmestrand Falkensten Vallø Enga	MIDDELS POSITIV VIRKNING
1B, 0A, 0C og 0F	Holmestrand Falkensten Slagentangen Enga	MIDDELS POSITIV VIRKNING
1C, 0B, 0D, 0E og 0F	Vallø Falkensten Vårnes Bekkevika Enga	LITEN POSITIV VIRKNING
1E, 0D, 0E og 0F	Slagentangen Vårnes Bekkevika Enga	LITEN POSITIV VIRKNING
1D, 1C og 0B	Vallø Falkensten Enga (inkl. Vår.+Bek.)	MIDDELS POSITIV VIRKNING

⁷³ Konseptkombinasjoner beskriver de ulike løsningene man kan ha totalt sett, eksempelvis «Konseptkombinasjon III: Fellesanlegg Vallø (1A), fellesanlegg Falkensten (1C) og utvidelse av eksisterende anlegg på Enga (0F)». For en mer utdypende beskrivelse av konseptkombinasjonene, se kapittel 8.1.

⁷⁴ For ytterligere vurderinger knyttet til resipienter, se prosjektnotat 9 Resipientvurderinger.

Konseptkombinasjonen med størst positiv virkning for resipientene (meget stor positiv virkning) er den hvor størst mulig utslipp samles ved Slagentangen. I konseptene med stor positiv virkning på resipientene har man fortsatt noe utslipp ved Falkensten, men det meste av utslippene samles likevel ved enten Vallø eller Slagentangen. I konseptene med middels positiv virkning kommer den positive virkningen av at mye av utslippene samles ved Slagentangen eller Vallø, men vurderingen trekkes her ned enten av at utslippene øker ved Enga, eller av at utslippene vedvarer på Holmestrand og Falkensten. Konseptkombinasjonene hvor utslippene fra Vårnes ikke fjernes får liten positiv virkning, ettersom det fortsatt fjernes utslipp fra Holmestrand, Falkensten eller begge.

A.2.2 Kulturmiljø

Kulturmiljøet omfatter fysiske spor etter menneskelig aktivitet som bygninger, landskap, arkeologiske steder og kulturminner. Avløpsanlegg kan medføre endringer som påvirker kulturhistoriske verdier, og disse endringene må tas med i vurderingen når vi analyserer virkninger av ulike konsepter. Vi vurderer her virkninger både på fredede strukturer og andre kulturhistoriske landskap. Vi vurderer at det her i hovedsak er legging av transportanlegg som har potensiale for å påvirke kulturmiljø.

A.2.2.1 Traséer for transportanlegg

Ved alle alternativene må det bygges nye traséer med rørledninger for avløp og settes av tomter for plassering av pumpestasjoner, noe som påvirker områdene hvor traséene legges. Dersom det finnes kulturminner som helleristninger, kirker eller andre bygg langs strekningen kan traséen medføre en negativ virkning for kulturmiljø. Virkningene på kulturmiljø som følge av nye traséer er oppsummert i tabell 7-15 hvor tredje kolonne beskriver antall lokaliteter med liten, middels, stor og meget stor virkning.⁷⁵

Tabell 8-14: Oversikt over virkninger på kulturmiljø ved traséene i nullalternativet.

Trasé	Alternativer traséen inngår i	Kulturmiljø
Åsgårdstrand-Falkensten	0C og 1C.	Middels negativ 1 stk
Holmestrand-Falkensten Via Drasund	1C, 1E og 2A.	-
Falkensten-Voldestranda Via Møringen	1E og 2A.	-
Voldestranda-Slagentangen	1E og 2A.	-
Tønsberg Vallø-Slagentangen	1B, 1E og 2A.	-
Vårnes-Tønsberg Vallø	1A, 1B og 2A.	-
Bekkevika-Vårnes Ikke via Veierland	1A, 1B, 1D og 2A.	-
Bekkevika-Enga	1D.	-

Vi ser at ingen av traséene foruten Åsgårdstrand-Falkensten berører kjente kulturmiljølokaliteter negativt. Dette er også fordi man i silingsprosessen for traséene har forsøkt å unngå viktige lokaliteter. På strekningen Åsgårdstrand-Falkensten er det snakk om at traséen vil gå sør for Horten verft og Karljohansvern, og dermed påvirke dette kulturminnet i byggeperioden. Påvirkningen er anslått å være rundt et halvt år, og er

⁷⁵ Se PN5 for mer informasjon om hvordan vurderingene er gjort.

derfor svært begrenset. Oppsummert vurderer vi derfor at **ingen av konseptene har en betydelig virkning på kulturmiljø**.

A.2.3 Naturressurser

Naturressurser refererer til råvarer og materialer som finnes i naturen og som er viktige for økonomisk aktivitet, som vann, skog og jordbruksland. Avløpsanlegg kan påvirke tilgjengeligheten og kvaliteten på disse ressursene. Naturressurser påvirkes gjennom de samme kanalene som naturmiljø:

- Traséene for transportanlegg, gjennom byggeprosess og arealbeslag
- Arealbeslag fra selve renseanlegget
- Resipienter i sjø

Vi vil i de følgende delkapitlene gjennomgå kvantumsvurderinger av disse virkningene.

A.2.3.1 Traséer for transportanlegg

Ved alle alternativene må det bygges nye traséer med rørledninger avløp og settes av tomter for pumpestasjoner, noe som påvirker områdene hvor traséene legges. Virkninger på naturressurser handler om at traséene berører lokaliteter som anses som ressurser for mennesker, som for eksempel jordbruksområder eller fiskeområder. Virkningene på naturressurser som følge av nye traséer er oppsummert i tabell 7-16 hvor tredje kolonne beskriver antall lokaliteter med liten, middels, stor og meget stor virkning.⁷⁶

Tabell 8-15: Oversikt over virkninger på naturressurser ved traséene i nullalternativet.

Trasé	Alternativer traséen inngår i	Naturressurser
Åsgårdstrand-Falkensten	0C og 1C.	-
Holmestrand-Falkensten Via Drasund	1C, 1E og 2A.	Liten negativ 2 stk
Falkensten-Voldestranda Via Møringen	1E og 2A.	-
Voldestranda-Slagentangen	1E og 2A.	-
Tønsberg Vallø-Slagentangen	1B, 1E og 2A.	Liten negativ 3 stk Middels negativ 4 stk
Vårnes-Tønsberg Vallø	1A, 1B og 2A.	Liten negativ 1 stk Middels negativ 4 stk
Bekkevika-Vårnes Ikke via Veierland	1A, 1B, 1D og 2A.	Liten negativ 1 stk Middels negativ 2 stk
Bekkevika-Enga	1D.	Liten negativ 4 stk Middels negativ 2 stk

Holmestrand-Falkensten berører ett aktivt fiskeriområde og ett jordbruksområde. Fiskeriområdet påvirkes av leggingen av trasé i sjø sørøst for Falkensten, hvor det vil være viktig å tilpasse anleggsutførelsen for å unngå sårbare perioder med gyting og laksevandring. Ledningen i seg selv vil være et permanent inngrep i sjøområdet, men vil over tid bli en del av naturmiljøet i sjøen. Det er også mulig å gjøre tiltak for å minimere påvirkningen, slik som å bruke egenvekta sjøledning og koordinere arbeidet med interessenter i forkant. Vi antar derfor at rørledningen ikke vil ha en negativ virkning for fiske på sikt. Det samme gjelder

⁷⁶ Se PN5 for mer informasjon om hvordan vurderingene er gjort.

jordbruksområdene, hvor jordbruksområdene vil kunne brukes på samme måte som før etter at rørtraséene er lagt. Det vil her bli etablert en byggeforbudssone over og ved siden av rørledningene.

Tønsberg Vallø-Slagentangen er den strekningen som går gjennom flest jordbruksområder, hvor totalt syv jordbruksområder påvirkes. I byggeperioden vil dette gjøre at områdene i nærheten av traséen som legges ikke er dyrkbare. Flere av disse områdene anses å ha høy verdi. Det vil i tillegg kunne bli noe redusert avling de første årene etter grøfteetablering, som grunneier må kompenseres for. Vi antar at man vil kunne gå tilbake til å bruke områdene som normalt igjen etter få år. Man vil også kunne redusere påvirkningen i anleggsperioden ved å legge denne etter vekstsesongen, og ved å ivareta jordbruksdreneringen underveis.

Vårnes-Tønsberg Vallø går gjennom fire jordbruksområder med høy verdi. Det går også over en nasjonal laksefjord. Påvirkningen på laksefjorden antas å være liten. Både jordbruksområder og laksefjorden antas kun midlertidig påvirket (0,5 til 1 år).

Bekkevika-Vårnes går også gjennom en nasjonal laksefjord og to jordbruksområder med høy verdi. Områdene antas påvirket i ett år.

Bekkevika-Enga går gjennom nasjonal laksefjord, to jordbruksområder med høy verdi og et hummerfredningsområde. Virkningen på sistnevnte er kun i anleggsfasen (0,5 år) og antas å være liten. Jordbruksområdene antas påvirket i ett år, og laksefjorden i et halvt år.

For naturressurser er det altså identifisert at traséene berører lokaliteter benyttet til fiskeri og jordbruk. Påvirkningen på områdene vurderer vi at er gjennomgående lav og av kort varighet, og mange av virkningene vil derfor være ubetydelige. Samtidig er det enkelte av konseptene som berører et såpass stort antall lokaliteter at vi vurderer at det samlede virkningen vil være noe negativ. Virkningene per konsept er oppsummert i tabell 7-17.

Tabell 8-16: Virkninger på naturressurser av traséer for transportanlegg ved nullalternativet og de ulike konseptene.

Alternativ	Virkning av nye traséer på naturressurser
Nullalternativ	Ubetydelig
1A	Ubetydelig
1B	Liten negativ
1C	Ubetydelig
1D	Ubetydelig
1E	Ubetydelig
2A	Liten negativ

A.2.3.2 Arealbeslag ved renseanleggene

På **Falkensten** og **Enga** planlegges utbyggingen i sin helhet på fulldyrket mark. Det innebærer at dyrket mark vil beslaglegges permanent i de konseptene som innebærer utbygging her. Ved Enga er utvidelsen skissert som et eget bygg nordvest for dagens renseanlegg, og utvidelsen vil i praksis legge beslag på store deler av det berørte jordbruksområdet. Ved Falkensten planlegges det å bygge hele renseanlegget nytt på dyrket mark. Dette vil beslaglegge et område sørøst i jordbruksområdet.

Tabell 7-18 viser våre vurderinger av effekten på naturressurser fra arealbeslag ved de ulike konseptene. Nullalternativet får middels negativ virkning ettersom man her beslaglegger jordbruksområder permanent ved både Falkensten og Enga.

Tabell 8-17: Virkninger på naturressurser av arealbeslag ved renseanlegg ved nullalternativet og de ulike konseptene.

Alternativ	Virkning av arealbeslag på naturressurser
------------	---

Nullalternativ	Middels negativ
1A	Ubetydelig
1B	Ubetydelig
1C	Liten negativ
1D	Liten negativ
1E	Ubetydelig
2A	Ubetydelig

A.2.3.3 Resipientforhold i fjorden

I kapitlet om naturmiljø er det beskrevet hvor mye ulike konseptkombinasjoner kan forbedre forholdene i fjorden. Endringer i utslippspunkter har betydelige implikasjoner for resipientene, ettersom vannforekomstene varierer både i dybde og andre forhold.

Bedre virkninger for resipientene vil også kunne påvirke naturressursene positivt. Mindre utslipp på grunnere vann kan ha en positiv innvirkning på økologisk funksjonsområder som tang, tare og ålegras, som igjen kan skape bedre levevilkår for fisk og annet dyreliv. Gjennomgående forbedringer i fjordens økologiske status kan således gi en fremgang i både flora og fauna.

Graden av forbedring er imidlertid et omfattende og komplekst økologisk spørsmål. Det er vanskelig å kvantifisere forbedringene på resipientene og deres innvirkning på fiskebestandene, ettersom både forbedringen på resipientene er usikker, og forholdet mellom bedrede resipienter og økt fiskebestand er uklar.

De konseptkombinasjonene som har bedre virkninger for resipientene, vil også kunne ha et større potensial for å påvirke fiskeressursene positivt. Vi har imidlertid ikke tilstrekkelig grunnlag til å slå fast at denne effekten vil utgjøre en betydelig forskjell, særlig med tanke på at det også er mange andre faktorer som påvirker fiskebestanden. Vi har derfor vurdert virkningen på naturressurser av bedrede resipientforhold som ubetydelig i alle konseptene.

A.2.4 Rekreasjon/friluftsliv

Rekreasjonsområder omfatter parker, turområder, strender og andre uteområder som gir muligheter for friluftsliv og avkobling. Renseanlegg og tilhørende transportanlegg kan endre tilgjengeligheten, kvaliteten og den estetiske opplevelsen av disse områdene. Det er her særlig ved bygging av traséene som kan gi virkninger på rekreasjon, ettersom anleggsarbeid i parkområder og liknende midlertidig kan hindre adgang og påvirke områdets estetikk negativt.

A.2.4.1 Traséer for transportanlegg

Ved alle alternativene må det bygges nye traséer med rørledninger avløp og settes av tomter pumpestasjoner, noe som påvirker områdene hvor traséene legges. Virkningene på rekreasjon og friluftsliv som følge av nye traséer er oppsummert i tabell 7-19 hvor tredje kolonne beskriver antall lokaliteter med liten, middels, stor og meget stor virkning.⁷⁷

Tabell 8-18: Oversikt over virkninger på rekreasjon og friluftsliv ved traséene i nullalternativet

Trasé	Alternativer traséen inngår i	Rekreasjon/friluftsliv
Åsgårdstrand-Falkenstein	0C og 1C.	1 liten negativ 7 middels negativ

⁷⁷ Se PN5 for mer informasjon om hvordan vurderingene er gjort.

		1 meget stor negativ
Holmestrand-Falkensten Via Drasund	1C, 1E og 2A.	1 middels negativ
Falkensten-Voldestranda Via Møringen	1E og 2A.	-
Voldestranda-Slagentangen	1E og 2A.	3 liten negativ
Tønsberg Vallø-Slagentangen	1B, 1E og 2A.	1 liten negativ 4 middels negativ
Vårnes-Tønsberg Vallø	1A, 1B og 2A.	2 liten negativ 2 middels negativ
Bekkevika-Vårnes Ikke via Veierland	1A, 1B, 1D og 2A.	2 liten negativ
Bekkevika-Enga	1D.	4 liten negativ 1 middels negativ

Traséen for transportanlegg mellom **Åsgårdstrand og Falkensten** går gjennom flere rekreasjonsområder. Traséen berører ett strandområde, i tillegg til en hundepark, en båthavn, skateboardpark og Hortenkanalen parkanlegg. Sistnevnte er vurdert å ha en meget stor negativ effekt, ettersom dette er et område med stor lokal verdi og en stor del av parkområdet vil bli påvirket av bygging av traséer i anleggsfasen. Et motvirkende tiltak kan her være å legge anleggsfasen til vinterhalvåret når bruken av parken er mindre. I tillegg kan transportanlegget langs denne strekningen påvirke fotballaget Ørn-Hortens klubbhus og bane, Fyllinga båthavn, Horten gjestehavn og Horten havn bobilparkering i anleggsfasen.

Transportanlegget langs strekningen **Holmestrand-Falkensten** vil kunne påvirke adkomsten til Løvøya campingområde i anleggsfasen.

Den valgte traséen for **Falkensten-Voldestranda** berører ingen rekreasjonsområder eller friluftslivsområder.

Langs **Voldestranda-Slagentangen** berører traséen tre strandområder midlertidig. Det er vurdert at traséen får en liten negativ virkning på disse lokalitetene.

For **Tønsberg Vallø-Slagentangen** berører traséen to lekeplasser i byggefasen. Vi vurderer at effekten på disse lokalitetene er middels negativ. Traséen berører også en båthavn, som kan bli påvirket noe negativt i anleggsfasen, Furustrand overnatting og Tønsberg brettseilerklubb.

Traséen ved **Vårnes-Tønsberg Vallø** går gjennom to strandområder, og vil ha en liten negativ effekt på disse. Den vil også påvirke Husøysundet og Jersøysundet, med tilhørende havner og brygger.

Det samme gjelder for **Bekkevika-Vårnes**, som også har en liten negativ virkning på to strandområder.

Bekkevika-Enga påvirker fire strandområder, med en liten negativ effekt per område. Transportanlegget her berører også en båthavn, som blir påvirket i anleggsfasen.

Samlet sett er det få store virkninger på friluftsliv og rekreasjon ved traséene. Det er i hovedsak snakk om midlertidige virkninger på opp mot ett år, og dersom man tilpasser sesong og sørger for god reetablering vil den totale samfunnsvirkningen på konseptnivå være begrenset. Dette er vist i tabell 7-20.

Tabell 8-19: Virkninger på rekreasjon av traséer for transportanlegg ved nullalternativet og de ulike konseptene.

Alternativ	Virkning av traséer på rekreasjon
Nullalternativ	Ubetydelig

1A	Ubetydelig
1B	Ubetydelig
1C	Ubetydelig
1D	Ubetydelig
1E	Ubetydelig
2A	Ubetydelig

A.2.4.2 Resipient

Konseptkombinasjonene innebærer utslipp på ulike punkter, som beskrevet i kapitlet om naturvirkninger. I teorien kan lavere tilførsel av næringssalter og suspendert stoff til kritiske resipienter lede til mindre algeoppblomstring og redusert turbiditet, som igjen vil kunne gi klarere og renere vann. Dersom reduksjonen av utslipp av næringssalter og suspendert stoff er stort vil dette kunne påvirke vannkvaliteten så mye at det kan være merkbart for de som bruker for eksempel strender til rekreasjonsformål. I tillegg kan algeansamling ved grunne vannforekomster lede til lukt, som vil påvirke alle som ferdes langs sjøen. De konseptkombinasjonene som har bedre virkninger for resipientene, vil derfor også kunne gi bedre virkninger for friluftsliv.

I tillegg vil også større renseanlegg ha lavere risiko for overløp av avløpsvann. I perioder med mye nedbør klarer ikke alltid mindre renseanlegg å håndtere vannmengdene, noe som vil påvirke bruken av sjøområdene i stor grad, og for eksempel kan gi perioder hvor man ikke kan oppholde seg i vannet. Større renseanlegg vil derfor kunne ha mindre negativ effekt for baderne, ettersom det her er mindre risiko for overløp av avløpsvann.

Generelt vil altså konseptkombinasjoner med større anlegg og anlegg hvor utslipp unngås ved grunne vannforekomster være bedre for friluftsliv. Samtidig er det her stor usikkerhet rundt størrelsen på denne virkningen, og i hvilken grad reduserte utslipp fra renseanleggene vil gi synlige effekter i de ulike områdene. Usikkerheten skyldes blant annet at det er avrenning fra mange andre kilder i mange av vannforekomstene. I tillegg vil trolig ikke virkningene bli merkbare før på sikt. Vi vurderer derfor at vurderingene her er såpass usikre at vi ikke har grunnlag for å skille mellom konseptene på nåværende tidspunkt.

A.2.5 Andre ikke-prissatte virkninger

De foregående kapitlene har sett på virkninger av naturmiljø, kulturmiljø, naturressurser og rekreasjon. Det er i tillegg enkelte virkninger som ikke fanges opp av disse fagområdene. Dette gjelder for eksempel effektivitetstap som følge av beslag av industriområder eller stengte veier. Vi har her også gjort en vurdering av om enkelte av disse effektene er i størrelsesorden at de bør prissettes.

A.2.5.1 Traséer for transportanlegg

Ved alle alternativene må det bygges nye traséer med rørledninger for avløp og settes av tomter for pumpestasjoner, noe som påvirker områdene hvor traséene legges. I tillegg til de fagområdene beskrevet i kapitlene over, kan også traséen ha en samfunnsøkonomisk virkning på andre lokaliteter.

Langs strekningen **Åsgårdstrand-Falkensten** vil man for eksempel måtte rigge opp og senke sjøledningen forbi Horten industripark, noe som kan legge begrensninger på bruk av kaier og dokker i anleggsfasen. Transportanlegget vil også påvirke pendlerparkeringen ved Horten havn, noe som kan føre til at færre får benyttet denne pendlerruten. I tillegg vil fylkesvei 310 ha begrenset fremkommelighet i anleggsperioden, noe som kan medføre forsinkelser for de som bruker denne veien. I tillegg vil transportanlegget ha en byggeforbudssone rundt seg, noe som kan legge begrensninger på utvikling av områder rundt. Dette kan være relevant for Horten havn og boligprosjektet Horten havnepark.

Langs strekningen **Holmestrand-Falkensten** vil transportanlegget ha få virkninger på andre lokaliteter av interesse. Transportanlegget vil kunne påvirke Løvøyaveien, og dermed ha en innvirkning på hyttetrafikken ut til Løvøya. Anleggsfasen vil også kunne påvirke en biled for sjøtrafikk. Arbeidet med nedlegging av sjøledning i områder med ferjeforbindelser og sjøtransport vil måtte koordineres for å redusere virkningene for sjøtrafikken.

Også traséen **Falkensten-Voldestranda** vil kunne påvirke bileder for sjøtrafikk. Det er her snakk om to bileder: Moss-Horten og Bastørenna. Vi vurderer at særlig påvirkningen på den første av disse kan ha en negativ samfunnsøkonomisk virkning. Dette kommer av at denne ferja benyttes av et betydelig antall mennesker hver dag. Dersom ferjeforbindelsen vil måtte stenges en periode vil dette kunne påvirke et betydelig antall pendlere. Til slutt er også denne traséen beheftet med større risiko knyttet til gjennomførbarhet, ettersom traséen går gjennom det som er definert som Sjøforsvarets områder, hvor det er forbudssone etter lov. Dersom man ikke får tillatelse, vil dette gi utslag i økte kostnader.

For strekningen **Voldestranda-Falkensten** er det særlig virkningene på fylkesvei 311 som er relevante. Traseen er planlagt etablert primært i gang og sykkelvei. Traseen vil få noen kryssinger og fv311 vil i perioder ha begrenset fremkommelighet (muligens lysregulering og ett løp). Det kan imidlertid gjennom detaljprosjekteringsfasen vise seg å være forhold som gjør at periodevis stengning av fv311 er påkrevet. Dette er den veien hvor virkningene vil være størst. Langs denne strekningen er det også relevant å sette opp en luftekum, som i perioder kan avgi noe lukt for området rundt.⁷⁸ Det er på nåværende stadium usikkerhet rundt hvor de vil plasseres, og at det vil være noe tilpasningsmulighet med tanke på plassering for å unngå tettbebyggelse.

For **Tønsberg Vallø-Slagentangen** vil transportanlegget legges gjennom et nærings- og forretningsområde, som vil påvirkes negativ i anleggsperioden. Traseen vil også gå over fylkesvei 3128, og trafikken her vil bli påvirket i en toårsperiode. Traseen har også en liten påvirkning på flere mindre veier, i tillegg til Vallø kirke og kapell. Også langs denne strekningen vil det være aktuelt å plassere ut luftekum.

Strekningen **Vårnes-Tønsberg Vallø** vil kunne påvirke Steinerskolen i anleggsfasen. I tillegg vil også flere fylkesveier berøres: fylkesvei 311, 308 og 3098. Dette er midlertidige virkninger som det gjennom detaljprosjektering vil iverksettes ulike avbøtende tiltak for. Dette kan være lysregulering, midlertidige omkjøringsveier, rørpressing/styrt boring, trasejusteringer og liknende. Strekningen vil også kunne påvirke flere mindre veier, samt en hovedled.

Ved **Bekkevika-Vårnes** vil en hovedled kunne påvirkes, i tillegg til atkomstveien til Vårnes RA.

For strekningen **Bekkevika-Enga** vil to hovedleder kunne påvirkes, en biled og noen mindre veier. Også her vil man plassere ut luftekum langs traseen.

I beskrivelsene over har vi nevnt det vi anser at kan utgjøre samfunnsøkonomiske virkninger. Traseene vil i tillegg kunne påvirke enkeltaktører og næringsliv. Disse anser vi som fordelingsvirkninger. Det er listet opp flere virkninger i PN5 enn vi nevner her.

Tabell 8-20: Oversikt over andre virkninger ved de ulike traséene for transportanlegg.

Strekning	Mulige samfunnsøkonomiske virkninger (objekter)
Åsgårdstrand-Falkensten	Horten industripark Pendlerparkering Horten havn Fv. 310 Midgardsveien Planer for Horten havn Horten havnepark (boligprosjekt)

⁷⁸ Vi antar at lukten vil ha en radius på rundt 20 meter.

	Biled Bastørenna (Horten kommune teknisk avdeling – areal båndlegges)
Holmestrand-Falkensten	Løvøyveien Biled
Falkensten-Voldestranda	Biled Moss-Horten Biled Bastørenna Sjøforsvarets område
Voldestranda-Slagentangen	Fv. 311 Volden skole Luftekum og luktproblematikk
Tønsberg Vallø-Slagentangen	Fv. 3128 Nærings- og forretningsområde på Vallø Luftekum og luktproblematikk Vallø kirke og kapell Mindre veier
Vårnes-Tønsberg Vallø	Steinerskolen Fv. 3100 Fv. 308 Fv. 3098 Hovedled Mindre veier
Bekkevika-Vårnes	Hovedled Adkomstvei til Vårnes RA
Bekkevika-Enga	Hovedled (to steder) Luftekum og luktproblematikk Biled Mindre veier

Samlet sett identifiserer vi ingen virkninger som åpenbart vil få betydelige samfunnsøkonomiske konsekvenser. Samtlige av virkningene er midlertidige, og vil dermed også ha begrenset størrelse. Vi vurderer derfor at effekten av andre virkninger på konseptnivå er ubetydelig.

Tabell 8-21: Andre virkninger av traséer for transportanlegg ved nullalternativet og de ulike konseptene.

Alternativ	Virkning av traséer på andre samfunnsøkonomiske virkninger
Nullalternativ	Ubetydelig
1A	Ubetydelig
1B	Ubetydelig
1C	Ubetydelig
1D	Ubetydelig
1E	Ubetydelig
2A	Ubetydelig

A.2.6 Risiko- og sårbarhet (ROS)

Anleggsstørrelse og sårbarhet

Det samlede antall innbyggere som skal tilknyttes renseanlegg i kommunene som omhandles av denne KVV, vil stige fra 136 000 i 2022 til anslagsvis 179 000 i 2060 (31% økning). Til sammenlikning har Trondheim by, med sine 210 000 innbyggere kun to anlegg (LARA & HØRA). Når det gjelder sårbarhet, er dette relevant med hensyn på hvor mange som kan rammes av en hendelse i ett vannbehandlingssystem og hva andre befolkningsområder finner akseptabelt med hensyn på redundans.

Pumpestasjoner og renseanlegg

Det er lagt til grunn pumpestasjoner med høy kvalitet og god utforming, herunder sumpvolumer, redundant oppsett med tørroppstilte pumper og mulighet for plugginnføring. Stasjonene vil ha rennemagasiner med tilstrekkelige volum for kjøring av selvens og meddriving av luft/sedimenter på ledningene. Pumpestasjonene bygges for vannmengder i et 100 års perspektiv for å sikre tilstrekkelig volum i sumpmagasiner og kapasitet på pumper. Dette innebærer at det må pumpes over en gitt tidsperiode med en gitt mengde for å sikre selvens på ledninger, samt at luftbobler og sedimenter forflytter seg fremover i ledningsnett. Dette er utfordrende, men mulig å iverksette gjennom tilpassede driftsrutiner. Det legges til grunn at nødkraft ikke inngår i pumpestasjoner. De enkelte avløpsrenseanlegg (RA) regnes som likeverdige med hensyn på redundans, med unntak av konsept 2 der et stort anlegg på Slagentangen kan få noen stordriftsfordeler som kan gi noe økt robusthet.

Sjøledninger

Ledninger i sjø senkes ned på bunn med påmonterte betonglodd eller som egenvektede rør, og vil ha minimal sannsynlighet 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. nødkring fra større skip. Trase utenfor ankringsoner, nedgraving og gabion- eller betongmadrasser, vil redusere sårbarhet.

Skred

Det er varierende grunnforhold i de områder som omhandler de ulike alternativene. Det er alt fra bløt kvikkleire til fast morene og berg i dagen. Vestfold ligger imidlertid under marin grense og er preget av marine avsetninger (silt/leire) som flere steder er registrert som sprøbruddmateriale/kvikkleire. Disse avsetningen ligger ofte i mindre daler og flate jorder lokalisert mellom åsrygger og koller med retning nord-sør. Det er også forekomst av spylerenner/slepper i nord-syd retning i enkelt åsrygger. Disse er smale og dype og vanskelig å oppdage. Potensialet for kvikkleireutfordringer i Vestfold er først og fremst i vannførende lag - vannstrøm i sand-/siltlag eller vannstrøm/artesisk trykk fra berggrunn.

Under vann vurderes både skred i løsmasser og steinsprang, eventuelt steinras som aktuelle skredtyper som kan påvirke en sjøledning. Faktorer som styrer dette er mellom annet løsmasstype, løsmassemektighet, bergforhold og helningsgrad på terrenget. Gjennomgang av helningskart basert på terrengmodell viser at det er flere områder som er bratte nok til at skred kan løsne. Det kan i noen begrensede områder observeres spor etter aktivitet på sjøbunnen som kan indikere steinsprang og utglidninger av løsmasser under vann. Løsmasseskred under vann beveger seg mye raskere enn i luft, og kan også få svært lang utløpslengde. Utløpsområder for skred i sjø eller strandsonen kan derfor bli vesentlig større enn på land. Det samme gjelder ikke for steinsprang, som forventes å få kortere utløpslengde i vann. Basert på helningskart kan traseene i mange tilfeller optimaliseres for å unngå potensielt skredfarlige områder. Det er foreløpig ikke avklart med oppdragsgiver hvilket sikkerhetsnivå trasen skal tilfredsstille for å håndtere sårbarhet i bratt terreng.

Strømforsyning

I Vestfold og Telemark vil det i årene som kommer være betydelige utfordringer med å dekke etterspørselen av elektrisk kraft. Fra 2027 forventes en situasjon med kraftunderskudd. Vestfold og Telemark har en årlig kraftproduksjon på om lag 13,5 TWh, hovedsakelig fra vannkraft. Det er imidlertid en betydelig økning i etterspørselen, spesielt fra nye grønne næringer og elektrifisering av transportsektoren.

I FylkesROS for Vestfold og Telemark [4] omtales svikt i strømforsyning og EKOM slik: «Sannsynligheten for at kraft og EKOM faller i Vestfold og Telemark ut er vurdert til «svært høy» (kategori E)». Kritisk infrastruktur, som avløpshåndtering, vil få høy prioritet når tilgang på elektrisk kraft skal fordeles. Men høy belastning øker sannsynligheten for bortfall. Ved bortfall av strøm (i større områder) vil raskt tilførsel til renseanlegg også stoppe opp da pumpestasjoner både store og mindre lokale vil stoppe og gi lokale overløp.

Det er lagt til grunn at RA ikke får nødstrømsanlegg. Dette skyldes det store behovet for energi i vannbehandlingsprosessen. Mer spesifikke vurderinger av sårbarhet knyttet til de enkelte RA og transportsegmenter er gjengitt i kapittel 4. Vi viser også til NVEs kartverk [3].

Oppsummering:

Konseptene bør rangeres slik ut fra risiko- og sårbarhet alene, hvor høyere rangering innebærer mindre risiko:

1. Konsept 1A+1C
2. Konsept 2A
3. Konsept 1B+1C
4. Konsept 1D+1E
5. Konsept 0

Delutredning PN8 Risiko- og sårbarhetsvurdering beskriver rangering i mer detalj.

A.3 Eksempelberegninger – marginalnytte av resipientforbedringer.

Verdien av å flytte utslippene fra en svært belastet resipient til en litt mindre belastet resipient (liten positiv virkning på resipient) kan ha en nokså begrenset verdi. På samme måte vil forskjellen i merverdi av å gå fra å flytte utslippene til en godt egnet resipient med bedre miljøtilstand (som gir stor positiv virkning på resipienten) til å flytte utslippene til den mest egnede resipienten (svært stor positiv virkning på resipienten) også kunne være noe begrenset.

Dette kommer av tre ulike mekanismer:

- De lokale vannforekomstenes tilstand bedres først vesentlig når belastningen krysser enkelte terskler. En vesentlig bedring av forholdene vil til gjengjeld styrke økosystemets egen evne til å hele seg selv. Denne effekten gjør samtidig at verdien av å redusere «de siste» utslippene igjen er lavere.
- Virkningene av en delvis samlokalisering kan redusere presset på sårbare resipienter noe, men kan gi spredning til andre, sårbare resipienter. Dette gjelder særlig for resipientene i Vestfjorden.
- Flere av vannforekomstene som vurderes har også store utslipp fra andre kilder (jordbruket, overvann o.l.) enn avløpsanlegg. Dette gjør at effekten av å fjerne avløpsvannet har mindre innvirkning på resipientene i området.

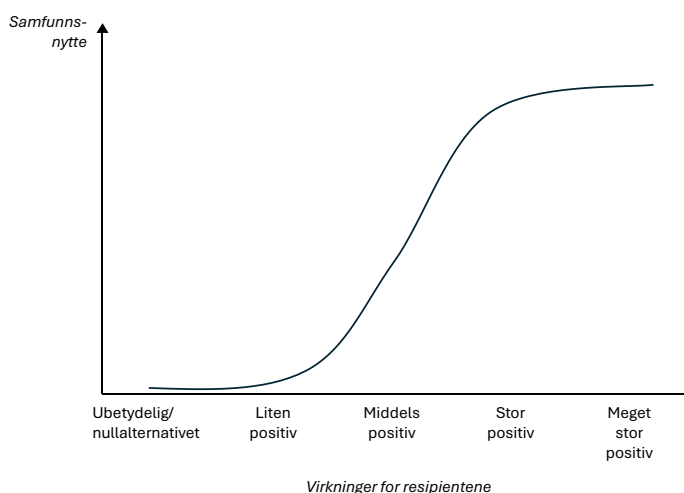
Disse sammenhengene kan tale for at nyttevirkningene av å bedre tilstanden for resipientene har en såkalt «s-form», som vist i figuren under.

Den nøyaktige formen som nyttefunksjonen har, er ukjent. I ytterste tilfelle kan nytten av å bevege oss fra *ubetydelig* til *liten positiv* effekt på resipienten være tilnærmet lik null, mens det på den andre siden kan være så høyt som 25 prosent av den samlede verdien av et hopp fra *ubetydelig* til *meget stor positiv*. Sistnevnte tilsvarer i så fall en helt lineær sammenheng mellom resipientvirkningene og de reelle samfunnsøkonomiske nyttevirkingene.

Formen på denne kurven har mye å si for lønnsomheten av de fem konseptkombinasjonene. For å illustrere denne usikkerheten har vi tatt utgangspunkt i tre ulike symmetriske kurver:

- En **lineær nyttefunksjon**, der nytten av å øke de positive virkningene på resipientene er konstant.
- En **dyp s-kurve**, der 49 prosent utløses ved å gå fra liten positiv til middels positiv, og tilsvarende videre til stor positiv (til sammen 98 prosent). Her utløser en økning fra ubetydelig til liten positiv kun 1 prosent av nytten, og tilsvarende fra stor positiv til meget stor positiv.
- En **balansert s-kurve**: Sammenhengen er tydelig s-formet, og 35 prosent utløses ved å gå fra liten positiv til middels positiv, og tilsvarende videre til stor positiv (til sammen 70 prosent). 15 prosent av nytten utløses ved å gå fra ubetydelig til liten positiv, og tilsvarende fra stor til meget stor positiv.

Figur 7-4: Illustrasjon av s-formet nyttefunksjon



Med utgangspunkt i disse tre scenarioene for hvordan nyttesammenhengen kan se ut, kan vi gjøre en eksempelberegning av hva gevinsten ved å samle utslippene kan være med ulike forutsetninger. Vi forutsetter medianverdien på nitrogenprisen (47 euro), og at det samlede hoppet fra ubetydelig til meget stor positiv virkning tilsvarer verdien av nitrogenrensingen (3,9 mrd.).

Resultatene av følsomhetsanalysen er listet i tabellen nedenfor. Her settes nytteverdien av resipientforbedringer opp mot kostnadene. For hvert alternativ vises nytteverdien av å bevege seg ett steg ⁷⁹ opp for resipientene, opp mot de økte kostnadene.

⁷⁹ Fra ubetydelig til liten positiv, fra liten positiv til middels positiv, middels positiv til stor positiv, og stor positiv til meget stor positiv.

Tabell 7-7: Følsomhetsanalyse av prisen for å øke de positive virkningene på resipientene

	Naturmiljø - resipient	Prissatte virkninger (m.kr) Differanse fra konsept- kombinasjonen ovenfor	Nytteverdi – lineær nyttefunksjon (m.kr) Differanse fra konsept- kombinasjonen ovenfor	Nytteverdi – balansert s-kurve (m.kr) Differanse fra konsept- kombinasjonen ovenfor	Nytteverdi – dyp s-kurve (m.kr) Differanse fra konsept- kombinasjonen ovenfor
I	Ubetydelig	-	-	-	-
XIX	Liten positiv	-29	+976	+586	+39
XVII	Middels positiv	-53	+976	+1 366	+1 912
III	Stor positiv	-144	+976	+1 366	+1 912
VIII	Meget stor positiv	-1 257	+976	+586	+39

Med en **lineær nyttefunksjon** ser vi at en økning på ett steg (for eksempel fra *liten positiv* til *middels positiv*) har en estimert nytteverdi på om lag 976 millioner kroner. For hvert steg fram mot *stor positiv* ser vi også at de økte kostnadene er lavere enn de utløste nyttevirkingene. Å gå fra *stor positiv* til *meget stor positiv* koster derimot mer enn den estimerte økte nytten av å bedre virkningene for resipientene fra *stor positiv* til *meget stor positiv*. Marginalnykten av å bedre tilstanden for resipientene er i dette tilfellet negativ.

Dersom nyttefunksjonen følger en relativt **balansert s-kurve** ser vi at verdiøkningen fra *liten positiv* til *middels positiv*, og *middels positiv* til *stor positiv* ligger på over 1,3 mrd. kroner, mens verdiøkningen i endene av kurven ligger betydelig lavere, på om lag 585 millioner. Også her er nyttevirkingene større enn kostnadene for hvert steg fram til *stor positiv*.

Dersom nyttefunksjonen derimot følger en **dyp s-kurve**, ser vi at gevinstene forskyves enda lengre mot midten av kurven, og kun 39 millioner i nytte utløses i endene av kurven. Dette er fortsatt mer enn kostnaden av å gå fra *ubetydelig* til *liten positiv*, men er langt lavere enn kostnadene ved å øke fra *stor positiv* til *meget stor positiv*.

Felles for alle tre nyttefunksjoner er at nyttevirkingene med god margin overstiger kostnadene ved å forbedre resipientforholdene fra *ubetydelig* i konseptkombinasjon I, opp til *stor positiv* i konseptkombinasjon III. Dersom det skal lønne seg å videre styrke resipientforholdene ser vi derimot at verdsettingen av denne bedringen må være enda høyere enn betalingsvilligheten fra studien av Söderqvist & Wallström (2017).⁸⁰

⁸⁰ Söderqvist & Wallström, 2017. *Bakgrund till de samhällsekonomiska schablonvärdena i miljömålsmyndigheternas gemensamma prisdatabas.*