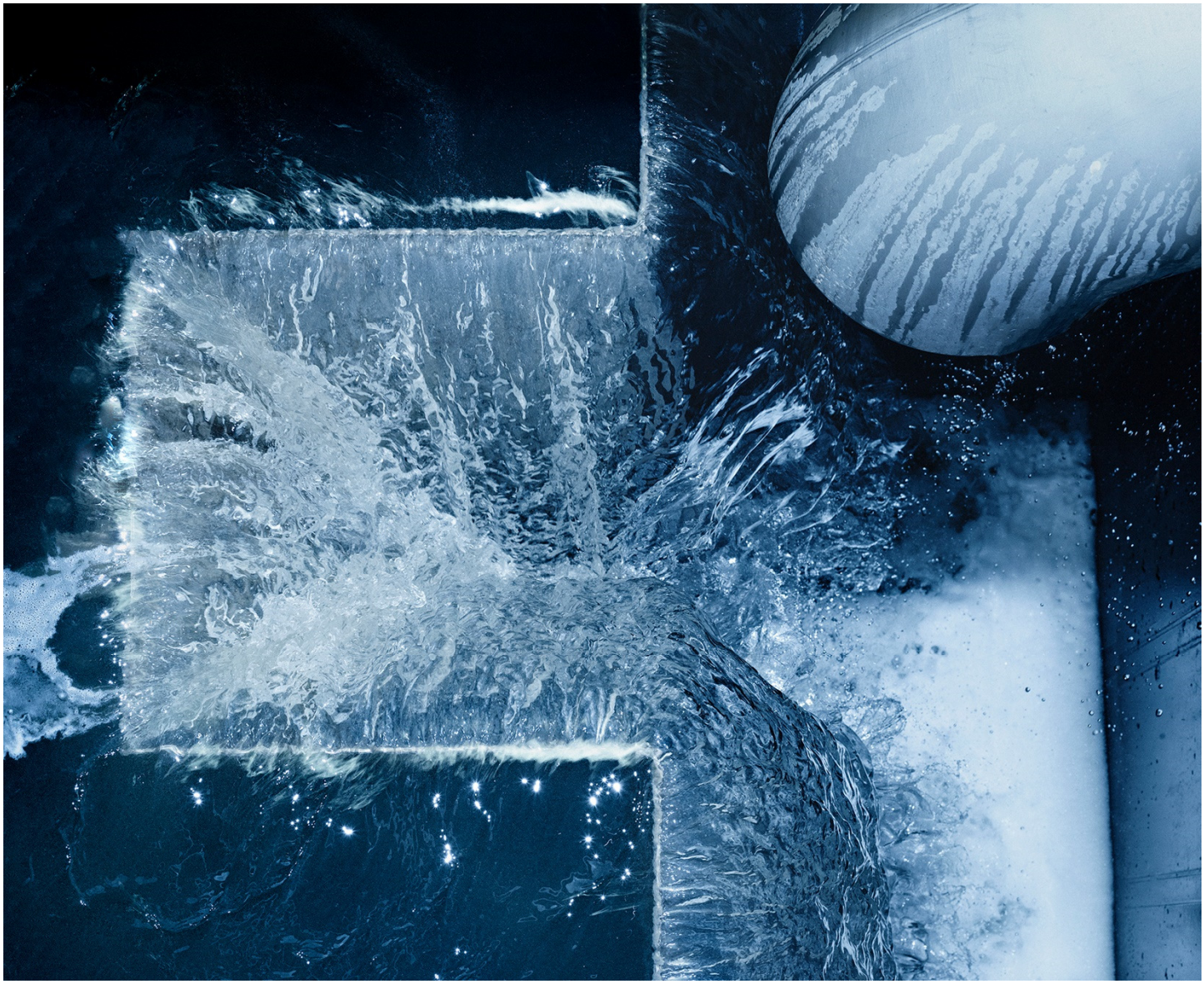
Sula og Ålesund kommuner

Kvalitetskontroll og usikkerhetsanalyse av kostnader for avløpsrenseanlegg Kvasnes

Oppdragsnr.: **52002862** Dokumentnr.: **R-FEL-03** Versjon: **J02** Dato: **2022-07-11**



Norconsult

Oppdragsgiver:	Sula og Ålesund kommuner
Oppdragsgivers kontaktperson:	Elin Magdalene Nerem
Rådgiver:	Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder:	Bjørn Tønder Smith
Fagansvarlig:	Maskin/prosess: Audun Søyland Teie Byggteknikk: Christoffer Dahlstrøm Nilsen Anleggsteknikk: Torbjørn Andersen Elektro/automasjon/IKT: Geir Morten Knutsen VVS: Arild Bjåstad Overføringsanlegg: Bjørn Jarle Risholt Usikkerhetsanalyse: Tore C Westerbø
Andre nøkkelpersoner:	Prosess: Bjarne Paulsrud, Poul Degn Pedersen, Lars Magnussen

J02	2022-07-11	Høringsutkast til kommunen	BTS m/alle fagansvarlige	ATS/SvLia	BTS
A01	2022-06-27	Under arbeid	BTS		
Versjon	**Dato**	**Beskrivelse**	**Utarbeidet**	**Fagkontrollert**	**Godkjent**

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. 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

Norconsult AS har gjennomført uavhengig kontroll av forprosjekt for nytt felles avløpsrenseanlegg for Sula kommune og Ålesund kommune. Forprosjektet er utført av Asplan Viak AS. I forbindelse med den politiske håndteringen av forprosjektet ble det fattet vedtak om at det skal gjennomføres en uavhengig kvalitetssikring av kostnadsberegningene i prosjektet, og at prosjektkostnaden P50 skal være styringsrammen for prosjektet.

Oppdraget har omfattet kvalitetssikring av forprosjektets beregnede kostnader og usikkerhetsanalyse av kostnadskalkylen. Kontroll av forprosjektets kostnader innebærer i prinsippet ikke en vurdering av valgt prosessløsning for avløpsrenseanlegget, men prosesstekniske og andre tekniske løsninger er allikevel vurdert og kommentert, slik at mangler og feil som kan påvirke kostnadsbildet er omtalt i foreliggende rapport. Videre kan gjennomføringsstrategi og fremdrift mv også påvirke kostnadene, og er derfor kort omtalt.

Forprosjektet omfatter nytt avløpsrenseanlegg med prosessanlegget i berg ved Kvasnes, og et omfattende ledningsanlegg i sjø og på land. Renseanlegget er dimensjonert for en tilførsel på ca. 70 000 PE som inkluderer fremtidig befolkningsøkning frem til 2050 og også en viss reserve for uforutsett belastningsøkning. Den hydrauliske kapasiteten er Q_{maks} = 2520 m^3/h og $Q_{maksdim}$ 2160 m^3/h. Både mhp. stoffbelastning og hydraulisk belastning vurderes anlegget å være konservativt dimensjonert.

Renseanlegget er i hovedsak godt beskrevet i forprosjektet og det er gjort en relativt grundig jobb mhp. anleggsutforming. Grunnlaget for kostnadsberegningene anses derfor godt.

Renseprosessen består av tradisjonell forbehandling med rister og sand-/fettfang, og en hovedprosess med forsedimentering, MBBR og ettersedimentering. Det legges opp til en driftsform uten bruk av fellingskjemikalier, noe som anses som fornuftig ettersom fellingskjemikalier ikke er nødvendige for kravoverholdelse og gir økte driftskostnader og CO_2-utslipp. Ulempen med en slik løsning er høyere investeringskostnader. Det er imidlertid kommentert at det er svært begrenset med driftserfaringer for den foreslåtte anleggsutformingen uten fellingskjemikalier, selv om de enkelte prosessene hver for seg er godt kjent.

På slambehandlingssiden er det ingen videregående slambehandling. Ulike slamstrømmer blandes i et blandslamlager, fortykkes i fortykkermaskiner og leveres til slamlager, før sluttavvanning i skruepresser. Slammet pumpes deretter til slamsiloer som mater avvannet slam til containere som hentes.

Både på vann- og slambehandlingssiden er det generelt lagt opp til et fornuftig nivå mhp. sikkerhet og redundans.

Av vesentlige prosesstekniske forhold som bør endres/forbedres, vil vi nevne følgende:

- Mulighet for tilførsel av septik til anleggets slamside
- Forbedret fetthåndtering
- Forbedret regulering av vannmengder gjennom anlegget

Mulighet for drift med/uten fellingskjemikalier, også av hensyn til slambehandlingen, bør vurderes.

Kostnadsmessig er det lagt til diverse kostnader for elementer vi mener bør være en del av prosessløsningen fra starten av, slik som fetthåndtering, stålarbeider, kanallufting, flyteslamavdrag og reguleringsarrangement. Det er også gjort en del justeringer av enhetspriser, spesielt når det kommer til rørkostnader og deler av biotrinnet (siler og bæremedium).

Byggtekniske og anleggstekniske løsninger er generelt godt beskrevet med gode tekniske valg mht. materialbruk, dimensjoner og kvaliteter. Enkelte justeringer av enhetspriser er oppjustert, med en økning når det gjelder uspesifiserte kostnader.

VVS-tekniske løsninger er av tilsvarende god kvalitet, og godt beskrevet. Kostnadsmessig har vi justert ned enkelte enhetspriser, og oppjustert noen. Det er ikke beskrevet hvordan automasjon og driftskontroll-anleggene er planlagt utført, men kostnader til dette skal iht. Asplan Viak være inkludert.

Når det gjelder elektro, automasjon og IKT, har det generelt vært vanskelig å vurdere angitt kostnader i forprosjektet, siden det er benyttet mye m^2-priser og rundsummer. Våre vurderinger har ført til betydelig oppjustering av kostnader for elektro, og en nedjustering av kostnader for automasjon/driftskontroll. Teknisk er det ellers benyttet gode tekniske løsninger, men vi har foreslått enkelte justeringer/forbedringer til angitte løsninger.

Ledningsanleggene er i forprosjektet svært lite detaljert vurdert opp mot de store kostnadene disse anleggene utgjør. Det her derfor vært vanskelig å vurdere kostnader og tekniske løsninger. Det synes imidlertid å være tatt gode valg av rørdimensjoner, trykklasser og rørmaterialer. For sjøledningene har forprosjektet forutsatt en loddbelasting på 25 %, denne har vi forslått øket til gjennomsnittlig 50 % (luftfylling), og lagt til kostnader for dette. Enhetspriser for sjøledningene synes for lave, og er derfor øket.

Som underlag for våre kostnadskalkyler er det tatt utgangspunkt i erfaringsverdier for tilsvarende arbeider og leveranser som er beskrevet i forprosjektet. Erfaringstall er dels hentet fra pågående eller nylig avsluttede oppdrag, dels fra leverandørestimat, Norsk Prisbok, og dels fra kjente listepriser. Mengder er hentet fra tegninger og flytskjema. Der det ikke er angitt tilstrekkelige detaljer i underlaget, er de store og kostnadsstyrende elementene vurdert, og det er utført egne vurderinger av disse kostnadselementene.

Som ledd i en ekstern kvalitetssikring av forprosjektet som Asplan Viak har utarbeidet, har Norconsult gjennomført en økonomisk usikkerhetsanalyse for prosjektet. Det er Norconsults tallgrunnlag som ligger til grunn for usikkerhetsanalysen. Usikkerhetsanalysesamlingen ble avholdt 8. og 9. juni 2022 på Quality Airport Hotel Gardermoen samt noen samlinger på Teams i etterkant. Deltagere under samlingen var personell fra Sula kommune, Ålesund kommune, Asplan Viak og Norconsult.

Analysen tar for seg de totale prosjektkostnadene, med unntak av de kostnadselementene som i basisforutsetningene er oppgitt ikke skal inngå.

Usikkerhetsanalysen konkluderer med at anbefalt kostnadsramme (P85) for prosjektet - ekskl. mva. ligger på

2068,8 MNOK, med en prosjektkostnad (P50) på **1829 MNOK** ekskl mva.

Vår kalkyle med usikkerhetspåslag er vist nedenfor.

Kode	Beskrivelse	Uspesifisert	Grunnkalkyle	SUM - ekskl.mva.
	Overføringsanlegg	**36 801 918**	*348 353 482*	**385 155 400**
1	*Felleskostnader*	*0*	*51 064 699*	*51 064 699*
2	*Kummer felles*	*0*	*11 351 504*	*11 351 504*
3	*Kummer Sula*	*0*	*507 150*	*507 150*
4	*Kummer Ålesund*	*0*	*2 476 594*	*2 476 594*
5	*Landledninger felles*	*2 331 675*	*11 258 883*	*13 590 558*
6	*Landledninger Sula*	*4 758 879*	*22 235 308*	*26 994 187*
7	*Landledninger Ålesund*	*11 118 653*	*51 838 337*	*62 956 989*
8	*Pumpestasjoner Sula*	*0*	*13 595 000*	*13 595 000*
9	*Pumpestasjoner Ålesund*	*2 600 000*	*29 821 950*	*32 421 950*
10	*Sjøledninger felles*	*6 884 556*	*66 671 340*	*73 555 896*
11	*Sjøledninger Sula*	*2 957 330*	*28 784 674*	*31 742 003*
12	*Sjøledninger Ålesund*	*6 150 827*	*58 748 045*	*64 898 871*
	Nytt renseanlegg Sula	**73 494 784**	*714 749 121*	**788 243 905**
1	*Felleskostnader*		*142 844 950*	*142 844 950*
2	*Bygg*	*35 131 924*	*175 114 607*	*210 246 531*
3	*Berg*	*17 391 460*	*183 807 317*	*201 198 777*
4	*Elektro*	*3 723 964*	*45 801 038*	*49 525 003*
5	*Automasjon*	*2 332 095*	*28 682 436*	*31 014 531*
6	*VVS*	*6 902 700*	*43 124 148*	*50 026 848*
7	*Maskin / prosess*	*8 012 640*	*95 374 625*	*103 387 265*
	Entreprisekostnader - basiskalkyle	**110 296 703**	**1 063 102 603**	**1 173 399 306**
A8	**Generelle kostnader - overføringsnlegg**			**66 976 418**
A8	**Generelle kostnader - renseanlegg**			**161 148 781**
1-A8	**Byggekostnader - basiskalkyle**			**1 401 524 505**
9	**Spesielle kostnader - overføringsanlegg**			**1 000 000**
091	Løst inventar og utstyr			*0*
092	Tomt			*0*
093	Finansiering			*0*
099	Andre spes. kostnader			*1 000 000*
9	**Spesielle kostnader - renseanlegg**			**6 000 000**
091	Løst inventar og utstyr			*500 000*
092	Tomt			*2 500 000*
093	Finansiering			*0*
099	Andre spes. kostnader			*3 000 000*
10	**Merverdiavgift**			**0**
1-10	**Basiskostnad - basiskalkyle**			**1 408 524 505**
11	Forventet tillegg, reserve			420 471 078
1-11	**Prosjektkostnad - P50**			**1 828 995 583**
12	Usikkerhetsavsetninger , margin			239 824 561
1-12	**Kostnadsramme - P85**			**2 068 820 144**
13	Prisregulering til bevilgning			43 100 420
1-13	**Kostnadsramme - P85 - inkl. prisregulering til sept. 2022**			**2 111 920 564**

I vår usikkerhetsanalyse av kostnadene har vi tatt utgangspunkt i vår basiskalkyle (entreprisekostnad): **1173,4 mill. kr, basert på prisnivå april 2022.** Basert på prisnivå april 2021 (forprosjektets prisnivå) er vår

basiskalkyle **987 mill kr.** Beregnet prisstigning fra april2021 til april 2022 utgjør **186,4 mill kr.** Til sammenligning er basiskalkylen (entreprisekostnad) i Asplan Viaks forprosjektet angitt til **783,8 mill. kr**.

Vår basiskalkyle er en god del høyere enn tilsvarende angitt i forprosjektet. Vår kalkyle ligger høyere på felleskostnader, bygg/anleggsteknikk, elektro, maskin/prosess og ledningsanlegg, og noe lavere på automasjon.

Nedenforstående tabell sammenligner Norconsults kalkyle sammenlignet med forprosjektets kalkyle.

		Fra samlingen prisnivå april 2021	Asplan Viak prisnivå april 2021	Differans
Kode	**Beskrivelse**	**SUM - ekskl.mva.**	**SUM - ekskl.mva.**	**SUM - ekskl.mva.**
	Overføringsanlegg	**311 081 789**	**274 712 505**	**36 369 284**
1	*Felleskostnader*	*45 310 292*	*50 629 525*	*-5 319 233*
2	*Kummer felles*	*9 706 481*	*6 394 624*	*3 311 857*
3	*Kummer Sula*	*450 000*	*450 000*	*0*
4	*Kummer Ålesund*	*2 131 494*	*2 130 969*	*525*
5	*Landledninger felles*	*11 658 375*	*11 539 375*	*119 000*
6	*Landledninger Sula*	*23 794 396*	*23 794 396*	*0*
7	*Landledninger Ålesund*	*55 593 263*	*55 230 000*	*363 263*
8	*Pumpestasjoner Sula*	*12 100 000*	*9 600 000*	*2 500 000*
9	*Pumpestasjoner Ålesund*	*28 768 367*	*15 922 866*	*12 845 501*
10	*Sjøledninger felles*	*52 539 926*	*37 928 800*	*14 611 126*
11	*Sjøledninger Sula*	*22 672 860*	*22 269 850*	*403 010*
12	*Sjøledninger Ålesund*	*46 356 337*	*38 822 100*	*7 534 237*
	Nytt renseanlegg Sula	**675 888 253**	**509 064 917**	**166 823 336**
1	*Felleskostnader*	*122 675 362*	*54 389 804*	*68 285 558*
2	*Bygg*	*186 554 154*	*153 413 743*	*33 140 410*
3	*Berg*	*173 148 690*	*143 465 416*	*29 683 274*
4	*Elektro*	*40 963 608*	*29 745 000*	*11 218 608*
5	*Automasjon*	*25 653 045*	*32 615 000*	*-6 961 955*
6	*VVS*	*41 378 700*	*38 852 400*	*2 526 300*
7	*Maskin / prosess*	*85 514 694*	*56 583 554*	*28 931 140*
	Entreprisekostnader - basiskalkyle	**986 970 042**	**783 777 422**	**203 192 619**

Innhold

1	**Innledning**	**9**
2	**Prosessløsning og maskintekniske installasjoner**	**11**
2.1	Kommentarer til overordnet prosessvalg og dimensjonering	11
2.1.1	*Dimensjonerende vannmengder*	*11*
2.1.2	*Dimensjonerende stoffbelastninger og slamproduksjon*	*11*
2.1.3	*Prosessvalg*	*12*
2.2	Kommentarer til tekniske løsninger	14
2.2.1	*Innløp*	*14*
2.2.2	*Rister og ristgodshåndtering*	*14*
2.2.3	*Sand- og fettfang*	*15*
2.2.4	*Sand- og fetthåndtering*	*15*
2.2.5	*Reguleringsarrangement*	*16*
2.2.6	*Forsedimentering*	*17*
2.2.7	*Biologisk rensetrinn (MBBR)*	*17*
2.2.8	*Ettersedimentering*	*18*
2.2.9	*Utløp*	*18*
2.2.10	*Septikmottak*	*19*
2.2.11	*Slamsiler og blandslamlager*	*19*
2.2.12	*Fortykkermaskiner og slamlager foran avvanning*	*20*
2.2.13	*Avvanningsmaskiner og slamsiloer*	*20*
2.2.14	*Containerutlasting slam*	*20*
2.2.15	*Rejektvannbasseng*	*20*
2.2.16	*Støttesystemer – prosessvann og bruttvann*	*21*
2.2.17	*Støttesystemer – polymerdosering*	*21*
2.2.18	*Støttesystemer – kompressoranlegg*	*21*
2.2.19	*Øvrige arbeider*	*22*
2.3	Kommentarer øvrige enhetspriser	22
2.3.1	*Uspesifisert/diverse*	*22*
2.3.2	*Maskiner til forbehandling og slambehandling*	*22*
2.3.3	*Rørarbeider*	*23*
3	**Bygningsmessige og anleggstekniske forhold**	**24**
3.1	Generelt	24
3.2	Kommentarer til kostnadsberegningene	24
3.2.1	*Daganlegg*	*24*
3.2.2	*Fjellanlegg*	*24*
3.3	Bergarbeider	25

4 VVS-anlegg 27
4.1 Generelt 27
4.2 Kommentarer til kostnadsberegningene 27
4.2.1 Generelt 27
4.2.2 Daganlegg 28
4.2.3 Fjellanlegg 28
4.2.4 Overføringsanlegg 28
5 Elektro og automasjon, IKT 29
5.1 Kommentarer til teknisk løsning 29
5.1.1 Elektro 29
5.1.2 Automatisering og IKT 30
5.1.3 Skallsikring og adgangskontroll 30
5.2 Kommentarer til kostnadsberegningene 30
5.2.1 Generelt 30
5.2.2 Fjellanlegg 31
5.2.3 Daganlegg 32
6 Luktfjerning 33
7 Transportsystem – overføringsanlegg 35
7.1 Generelt 35
7.2 Dimensjonering og tekniske forhold 35
7.2.1 Luftproblematikk i sjøledninger/pumpeledninger 35
7.2.2 Loddbelastning for sjøledninger 35
7.2.3 Funksjon dykkerledning 36
7.2.4 Pumping av spillvann fra Langevåg og Djupvika 36
7.2.5 Spylemagasiner for pumpeledninger 36
7.3 Kostnadsberegninger 36
8 Gjennomføring, framdrift 38
9 Entrepriseform og anskaffelsesstrategi 39
10 Kostnader 41
10.1 Kostnadsberegning 41
10.2 Usikkerhetsanalyse 42
11 Vedlegg 45
Rapport R-FEL-04; Kalkyle og usikkerhetsanalyse 45
Internt notat N-El/Aut 01; Kvalitetssikring av kostnader for elektro og automasjon 45

1 Innledning

Norconsult AS har gjennomført uavhengig kontroll av forprosjekt for avløpsrenseanlegg på Kvasnes. Anlegget er et fellesanlegg for kommunene Sula og Ålesund. Forprosjektet er utført av Asplan Viak AS. I forbindelse med den politiske håndteringen av forprosjektet ble det fattet vedtak om at det skal gjennomføres en uavhengig kvalitetssikring av kostnadsberegningene i prosjektet, og at prosjektkostnaden P50 skal være styringsrammen for prosjektet.

Oppdraget har omfattet kvalitetssikring av forprosjektets beregnede kostnader og usikkerhetsanalyse av kostnadskalkylen.

Kontroll av forprosjektets kostnader innebærer i prinsippet ikke en vurdering av valgt prosessløsning for avløpsrenseanlegget, men prosesstekniske og andre tekniske løsninger er allikevel vurdert og kommentert, slik at mangler og feil som kan påvirke kostnadsbildet er omtalt i foreliggende rapport. Videre kan gjennomføringsstrategi og fremdrift mv også påvirke kostnadsbildet, og er derfor kort omtalt.

Kommunens mål for oppdraget er å få verifisert om beregnede kostnader og basiskalkylen for forprosjektet kan anses som riktige ut ifra nåværende norm for tilsvarende anlegg. Avløpsrenseanlegget med tilhørende installasjoner og overføringssystem skal ved ferdigstillelse framstå som driftssikkert, robust og med god kvalitet.

Følgende er inkludert i vår uavhengige kontroll av forprosjektet:

- Kvalitetssikring av beskrevet teknisk løsning, gjennomføringsstrategi og fremdrift
- Uavhengig kalkulasjon av beskrevet teknisk løsning
- Usikkerhetsanalyse som grunnlag for endelig fastsettelse av prosjektets gjennomføringsstrategi, fremdrift og kostnadsestimat med økonomiske reserver og marginer

Det er i løpet av den uavhengige kontrollen påpekt at den vanskelig kan inkludere dimensjoneringsgrunnlaget, eller plassering av anlegget. Det er også presisert at kvalitetssikringen ikke skal gjennomføres på detaljert nivå, men fokusere på eventuelle mangler og avvik av vesentlig karakter og som forventes å kunne ha reell betydning for prosjektets fremdrift og kostnad. Kvalitetssikringen skal også vurdere tilrådd gjennomføringsstrategi (entrepriseorganisering og – form samt byggherreorganisering) og fremdrift.

I de følgende avsnitt er det redegjort for gjennomgangen Norconsult har utført mht. til:

- Dimensjoneringsgrunnlag
- Maskintekniske installasjoner og systemløsning
- Elektro- og automasjonsløsninger
- Byggetekniske forhold
- Anleggstekniske forhold
- VVS
- Luktproblematikk (utvendig)
- Ledningsanlegg/overføringssystemer inkl. pumpestasjoner på overføringsanleggene
- Kostnader

Den uavhengige kontrollen har ikke inkludert følgende:

- Myndighetsavklaringer og reguleringsforhold
- Risikovurdering
- Arbeidsmiljø/HMS
- Konsekvensvurderinger av naturmangfold mv (se rapporter fra Rådgivende Biologer nedenfor)

- Arkeologiske undersøkelser

Grunnlagsmateriale som kvalitetskontrollen er basert på er følgende:

- Forprosjektrapport datert 30. april 2021
- Vedlegg til forprosjektrapporten (14 vedlegg som gir underlag for forprosjektets løsninger)
- Tegninger (tegninger og illustrasjoner)
- BIM (modell)

Annet mottatt materiale (som er underlag for forprosjektet)

- Konsekvensutgreiing av naturmangfold – Utfylling i sjø ved Kvasnes (Rådgivende Biologer)
- Konsekvensutgreiing av marint naturmangfold – Kvasnes (Rådgivende Biologer)
- Måling av straum, modellering av straumtilhøve, og innlagring av avløpsvatten (Rådgivende Biologer)
- Risikovurdering av forureina sediment – Kvasnes. (Rådgivende Biologer)
- Geotekniske grunnundersøkelser Kvasnes RA (Multiconsult, april 2021)
- Arkeologisk rapport (Møre og Romsdal fylkeskommune)

2 Prosessløsning og maskintekniske installasjoner

2.1 Kommentarer til overordnet prosessvalg og dimensjonering

2.1.1 Dimensjonerende vannmengder

Renseanlegget dimensjoneres for følgende vannmengder:

Q_{dim} = 800 m^3/h

$Q_{maksdim}$ = 2160 m^3/h

Q_{maks} = 2520 m^3/h

Valg av dimensjonerende vannmengder er det redegjort for i notat «Dimensjoneringsgrunnlag for overføringsanlegg. Her er det tatt utgangspunkt i vannføringsmålinger for årene 2017-2019 for renseanleggene i Ålesund kommune. For Sula kommune er det kun benyttet vannføringsmålinger for deler av nettet (RA1) og det henvises til underliggende notat «Skisseplan overføringsanlegg Langevåk-Sunde» som ikke er en del av det gjennomgåtte materialet.

For avløpet fra Ålesund, som utgjør hovedmengden til anlegget (1728 av 2160 m^3/h på $Q_{maksdim}$) er det lagt til grunn befolkningsvekst med sikkerhetsfaktor som påslag til eksisterende persentilkurver for mengder. Det forutsettes at befolkningsøkningen gir minimal økning av fremmedvannsmengden.

Det er videre gjort en reduksjon av beregnede dimensjonerende mengder ut ifra ambisjoner om fremmedvannsreduksjon, men slik vi kan se det så er fradrag på dimensjonerende mengder lavere enn ambisjonsnivået for fremmedvannsreduksjon. Dette vurderes således som en noe konservativ tilnærming. Samtidig er det fornuftig at befolkningsveksten ikke tillegges mye fremmedvann, løsningen på de høye vannmengdene må være å redusere fremmedvannmengden heller enn å oppdimensjonere renseanleggene.

I forprosjektet eller vedlegg kan vi ikke finne at det er gitt noen forklaring på valg av Q_{maks} = 2520 m^3/h. Avløpsvannet vil i stor grad pumpes inn mot det nye anlegget, og dette forutsetter da at man har god kontroll på maksimale mengder fra pumpestasjonene, slik at man ikke risikerer overbelastning.

I forbindelse med arbeidet med denne rapporten er det i dialog med prosjekterende kommet frem at det vil gjøres ytterligere analyser av vannføringsdata for anleggene, og at det er aktuelt å justere dimensjonerende vannmengder basert på disse.

<u>Korreksjoner kostnader</u>

Som del av usikkerhetsanalysen:

- Både mulighet for både økning og reduksjon av vannmengder, med tilsvarende kostnadskonsekvenser.

2.1.2 Dimensjonerende stoffbelastninger og slamproduksjon

Dimensjonerende belastning for organisk stoff vurderes som konservativ. Det er beregnet en verdi for 2050 på 5336 kg/d (BOF_5) som tilsvarer ca. 90 000 PE (personekvivalenter) for et folketall på 48 300 personer. Dette må anses å være høyt, spesielt for et rensedistrikt som ikke har vesentlige industripåslipp (i alle fall ikke beskrevet i forprosjektet).

I realiteten er dimensjonerende belastning tilført renseanlegg noe lavere, da tallet over inkluderer rejektvannsbidrag. Dette er internstrømmer som kommer i tillegg til den reelle tilførselen til anlegget, som eks. rejektvann utgjør 4215 kg/d (BOF_5) eller ca. 70 000 PE.

Årsaken til avviket mellom dimensjonerende verdi og forventet tilførsel iht. folketallet, er bidrag fra septikslam og en generell reserve på +20 % i dimensjoneringen. Hva gjelder reserven så er dette et valg som kan gjøres i dimensjoneringen og det kan ikke sies å være feil så lenge anlegget bygges med den nødvendige fleksibiliteten for en driftssituasjon med vesentlig lavere belastning enn dimensjonerende. Slik anlegget er bygget opp, med 3 linjer og mulighet for redusert fyllingsgrad av bæremedium i biotrinnet, skulle forholdene ligge til rette for nettopp dette.

Hva gjelder septikbelastningen utgjør denne 514 kg/d (BOF_5, 617 kg/d inkludert reserve) eller 10 300 PE. Forutsetningen for belastningen er at mottatt septik tilføres anleggets innløp. Dette er uheldig på en rekke måter, ikke minst ved at biotrinnet blir unødvendig stort. I dialog under arbeidet med dette prosjektet er det kommet frem at løsningen bl.a. er valgt som følge av krav til akkreditert prøvetaking (fra akkrediteringsorganet og ikke bestemt av prosjektet) og registrering av alle tilførsler til innløpet av anlegget. Det er vår vurdering at en slik tilnærming er feil og at det ikke er rimelig at krav til prøvetaking skal medføre en løsning som gir økte investeringskostnader, økte driftskostnader og dårligere drift av renseanlegget. Ettersom dette ikke er avklart, er det ikke gjort kostnadskorreksjoner knyttet til dette.

For slamproduksjonen gjennom anlegget vil vi forvente at denne basert på de grunnleggende belastningsforutsetningene vil være noe høyere enn beregnet i forprosjektet, da det forventes en høyere avskillingsgrad enn antatt for forsedimenteringen, samt at det bør korrigeres for et høyt SS/BOF_5-innhold i innløpsvannet som også gir høyere slamproduksjon. En lav avskillingsgrad her er konservativt mhp. dimensjonering av biotrinnet, men underestimerer total slamproduksjon. Konsekvensene vil være behov for større volumer på slambehandlingssiden. Dette er ikke lagt inn i basiskalkylen da slambehandlingen generelt vurderes å å være konservativt dimensjonert, og det kan velges å drifte med noe lavere oppholdstid ved maks. belastning uten at driften av anlegget påvirkes i vesentlig negativ grad. Dette er imidlertid hensyntatt i usikkerhetsanalysen dersom det likevel velges å beholde opprinnelige oppholdstider.

<u>Korreksjoner kostnader</u>

Som del av usikkerhetsanalysen:

- Økning av volumer i slamlagre og slamsiloer.
- Reduksjon av organisk belastning som følge av mindre reserver og omlegging septikhåndtering.

2.1.3 Prosessvalg

Det ligger ikke innenfor rammene av dette oppdraget å gjøre en vurdering av prosessvalget utover det som kan ha innvirkning på kostnadsbildet for den valgte prosessen. Vurderingene gjøres derfor med dette som utgangspunkt, men vi tillater oss likevel noen kommentarer til valg av prosess.

Det er valgt en prosessløsning bestående av MBBR og sedimentering. Bakgrunnen for prosessvalget er beskrevet i forprosjektets «Vedlegg 1 – Vurdering av alternative renseprosesser». Vi har ikke gjort noen vurderinger av innholdet i dette notatet.

Prosessvalget består i utgangspunktet av to velkjente teknologier som finnes på en lang rekke norske renseanlegg, også i kombinasjon. Valg av prosess for Kvasnes RA er likevel utradisjonell i den forstand at det legges opp til en prosess uten bruk av fellingskjemikaler eller polymer. Alle anlegg vi kjenner til bestående av MBBR/sedimentering bruker som minimum fellingskjemikalier. Dette har igjen sammenheng

med at disse anleggene normalt har fosforkrav, og da er fellingskjemikalier en nødvendighet for å overholde fosforkravet.

Selve prinsippet er fornuftig – Kvasneset har ikke fosforkrav, kun sekundærrensekrav, og da er det ikke nødvendig med fellingskjemikalier for kravoverholdelse. Løsningen gir lavere driftskostnader og lavere CO_2-fotavtrykk enn ved bruk av fellingskjemikalier. Kostnadsulempen består i høyere investeringskostnader.

Anlegget bygges videre med forsedimentering. Forsedimenteringen gir en reduksjon av organisk stoff som reduserer størrelsen på biotrinnet noe, samtidig som det tas ut slam med et høyere energipotensiale som er gunstig dersom slammet leveres for biogassproduksjon. Forsedimenteringen vil videre ha en utjevnende effekt på vannkvaliteten på biotrinnet, og kunne gi enklere drift av denne. Ulempen med forsedimenteringen er flere prosessenheter å drifte, samt investeringskostnader.

Dimensjoneringen av anlegget hensyntar drift uten fellingskjemikalier, det innebærer vesentlig mer konservativ dimensjonering av biotrinnet og ettersedimenteringen. Dimensjoneringen er også beskrevet i Norsk Vann sine retningslinjer, som er fulgt.

Det er likevel slik at det er svært begrenset med driftserfaringer for den valgte prosessen uten fellingskjemikalier. I seg selv betyr ikke det at det vil oppstå uforutsette driftsutfordringer, men det kan heller ikke utelukkes. Et eksempel på et mulig problemområde vil være flyteslamdannelse som følge av denitrifikasjon i ettersedimenteringen. Med en konservativ dimensjonering både mhp. belastninger (organisk stoff og temperatur) og prosessvalg vil det være stor grad av nitrifikasjon i biotrinnet, som i ettersedimenteringen kan gi denitrifikasjon og flyteslamdannelse, evt. også i forsedimenteringen som følge av rejektvannsretur.

Videre så finnes det heller ikke erfaringer fra nyere tid med slambehandling av denne typen biologisk-mekanisk slam. Vi ser ingen grunn til at dette ikke skal fungere, men det kan være at oppnåelig tørrstoffinnhold for det avvannede slammet vil være lavere enn med en tilsvarende prosessløsning hvor det doseres fellingskjemikalier. Lavere tørrstoffinnhold gir høyere avhendingskostnader for slammet, hvor det normalt betales per tonn avvannet slam (og ikke tonn tørrstoff).

Anlegget er slik det er beskrevet i forprosjektet *forberedt* for fremtidig installasjon av fellingskjemikaliedosering. Dette innebærer bl.a. at det installeres kjemikaliedosering og flokkulering i innløpsenden av ettersedimenteringen. Det vurderes imidlertid som en ulempe at det ikke er mulig innenfor den prosjekterte løsningen å kjøre anlegget både med og uten fellingskjemikalier for å finne den optimale driftsformen. I en driftsform med fellingskjemikalier trenger ikke dette innebære en «full» dosering for fosforfjerning, men en redusert dosering for økt driftsstabilitet og/eller bedre avvanningsegenskaper for slammet.

Korreksjoner kostnader

Det er ikke gjort korreksjoner av basiskalkylen, men lagt inn kostnader for evt. prosessforbedringer som del av usikkerhetsanalysen.

- Anlegget bygges med mulighet for fellingskjemikalier allerede ved oppstart (trenger likevel ikke dosere kjemikalier dersom dette ikke gir netto gevinst)
- Anlegget bygges med mulighet for fellingskjemikaliedosering på slamsiden for bedre avvanningsegenskaper (trenger likevel ikke dosere kjemikalier dersom dette ikke gir netto gevinst)

2.2 Kommentarer til tekniske løsninger

2.2.1 Innløp

Leveringsomfang/vurdering prosessløsning

Det er en felles innløpsledning (pumpeledning) for all tilførsel til anlegget, med elektromagnetisk mengdemåler. Innløpsledningen ender opp i ristkanalen. Innløpskanalen er utstyrt med nødoverløp som trer i kraft ved gjentetting av rister.

Det er ikke medtatt stengeventiler på oppstrøms side av mengdemåler. Dette vurderes nødvendig ved behov for demontering av mengdemåler, i tilfelle det ved feil tilføres vann mens arbeidene pågår. I tillegg kan det være en fordel med stengeventil nedstrøms mengdemåler, dette forenkler arbeidet med tømming av innløpskanalen og sikring av at denne ikke tilføres vann mens arbeidene pågår.

Korreksjoner kostnader

- Stengeventil innløp, se 7.Maskin/post. 7.5 for tilleggskostnader.

2.2.2 Rister og ristgodshåndtering

Leveringsomfang/vurdering prosessløsning og enhetspriser

Det installeres 3 rister hvor 2 rister har kapasitet til å behandle Q_{maks}. Dette vurderes som en tilfredsstillende løsning mhp. redundans. Før og etter hver rist er det kanalluker slik at hver enkelt rist kan isoleres for service.

For behandling av ristgods er det to ristgodsvaskepresser, med en i reserve. Dette vurderes som en sikker løsning.

Det er kun èn launderkanal for transport av ristgods til vaskepresser. Dette er potensielt et svakt punkt, men en løsning med doble launderkanaler kan også innebære en viss risiko ved at det må være mulig å skifte nedkast for alle rister. Vår vurdering er at en endring på dette punktet ikke vurderes som nødvendig, men en mulighet. Det er ikke tatt med tilleggskostnader for dette.

Fra ristgodsvaskepresser mates ristgods til en av to containere, med transportskrue for valg av container.

Launderkanalen er vist lagt under dekke, denne må heves over dekke for å få inspeksjonsmuligheter. Dette vil ikke ha kostnadskonsekvenser.

Utformingen av ristkanalen vurderes uheldig ved at innløpsvannet ledes normalt på innløpsretningen til ristene. Dette kan forventes å gi vesentlig høyere stoffbelasting (inkl. sand) til den borterste risten. En utforming med mer symmetrisk innløp til ristene er å foretrekke. Konsekvensene av dette kan være økt arealbehov, samtidig er det mulig å optimalisere arrangementet slik at tilgjengelig areal utnyttes bedre (se nedenfor).

Korreksjoner kostnader

- Økt arealbehov er tatt med i usikkerhetsanalysen som en sekkepost, hvor også andre forhold kan gi økt arealbehov.
- Se for øvrig kapittel 2.3.2 for kommentarer enhetspriser.

2.2.3 Sand- og fettfang

Leveringsomfang/vurdering prosessløsning og enhetspriser

Anlegget etableres med 2 linjer tradisjonelle langsandfang inkl. fettfangsone, som er dimensjonert iht. Norsk Vann og med en kapasitet $Q_{maksdim}/2$. Dette vurderes som en fornuftig dimensjonering. En linje kan i tillegg håndtere inntil Q_{maks} hydraulisk uten omløpsdrift.

Det er omløp rundt sandfangene i en egen kanal.

Korreksjoner kostnader

- Ingen

2.2.4 Sand- og fetthåndtering

Leveringsomfang/vurdering prosessløsning og enhetspriser

Det er lagt til grunn én sandvasker for anlegget. På et anlegg med denne størrelsen og med det sikkerhetsnivået som er lagt til grunn for anlegget ellers, er det aktuelt med to sandvaskere. Samtidig så er dette et punkt som ikke umiddelbart er kritisk for anlegget – ved feil på sandvaskeren er det mulig å akkumulere sand i sandfangene over en kortere periode, og i verste fall tømme sand ved bruk av sugebil, uten at anlegget må stoppes.

Tilsvarende er det også kun én container for sand, men dette løses tilsvarende ved kortvarig akkumulering av sand i sandfangene.

For fetthåndteringen legges det opp til oppsamling av fett fra begge linjer i en felles, stor fettkum, med tømming av fett herfra. Dette vurderes som en noe uheldig løsning, da kummen er stor og det vil være betydelig oppholdstid her. Det er fare for at det danner seg en «fettkake» på toppen av kummen og renere vannfase nedenunder, med tilhørende problemer med tømming.

Følgende løsning foreslås å supplere den prosjekterte løsningen:

1. Det etableres separate, mindre fettkummer tilknyttet hvert fettfang, med omrøring
2. Tilknyttet hver fettkum installeres både sugeledninger for bil, og pumper
3. Det legges til rette for mulighet for pumping av fett til slamlagre foran avvanning.

Til 3: Å ta ut fett som del av avvannet slam er en enkel avhendingsmetode for fettet, det krever ikke egen tømming eller lagervolum. Er fettinnholdet derimot høyt, så kan det gi problemer for avvanningsmaskinene slik at dette ikke lar seg gjøre. Med den foreslåtte løsningen så har man i alle fall muligheten.

Kommunen har opplyst at det er et fettproblem i bysentrum, bl.a. pumpestasjon på Meierikaia. Det kommer mye fett fra et meieri.

Dersom det viser seg at det kommer mye fett til anlegget, så foreslås det å etablere en løsning for oppkonsentrering av fettet før avhending. Dette kan gjøres ved å pumpe fett fra fettkummene til et lite prefabrikkert flotasjonsanlegg og lagring av konsentrert fett i oppvarmet tank. På denne måten reduseres vanninnholdet betydelig og avhendingskostnadene reduseres. Det er ikke lagt inn kostnader for en slik løsning.

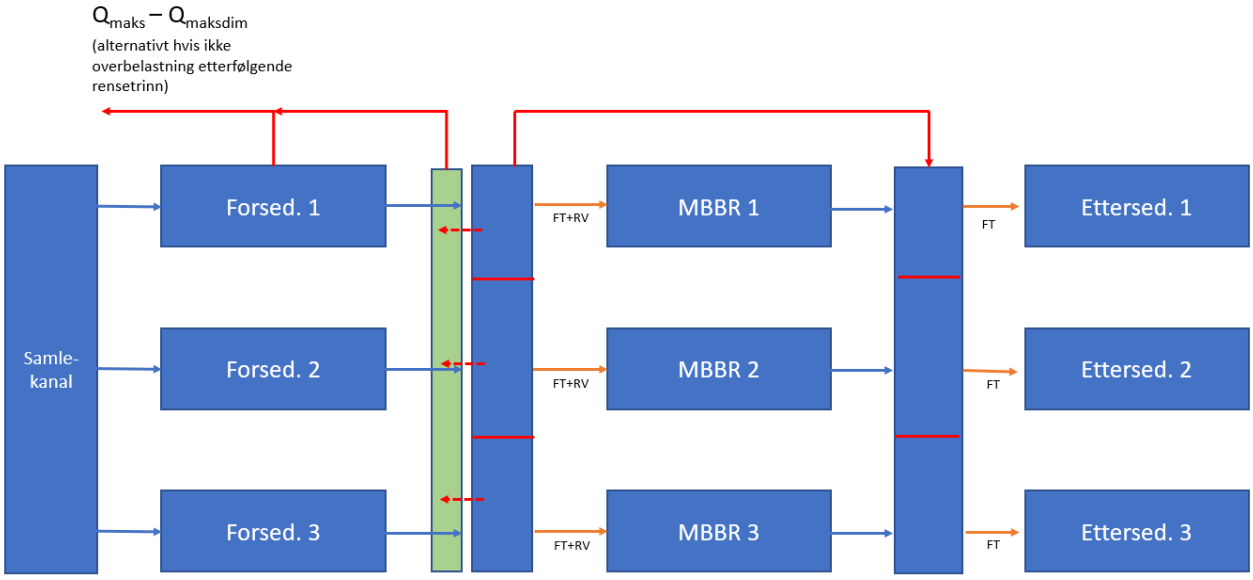
Korreksjoner kostnader

- Omrørere fettkummer (se vedlegg R-FEL-04, 7.Maskin/post 7.11)
- Fettpumper, 2 stk., inkludert nødvendige rør, instrumenter og ventiler (se vedlegg R-FEL-04, 7.Maskin/post 7.11)

2.2.5 Reguleringsarrangement

Regulering av vannmengder til de 3 linjene gjennom anlegget er beskrevet ved bruk av utforming av kanaler og luker, uten at det er noen aktiv regulering av vannmengdefordelingen. Det er heller ingen regulering av videreført vannmengde > $Q_{maksdim}$. Anlegget kan riktignok håndtere Q_{maks}, men det kan være ønskelig å begrense vannmengden gjennom hovedrensetrinnene til $Q_{maksdim}$ (som er det normale).

I et anlegg i fjell og med plass-støpte bassenger er slike reguleringsarrangementer ikke alltid like enkle å utforme, bl.a. som følge av begrensninger i fjellhallenes bredde og påfølgende behov for å orientere bassengene i ulike retninger. Dette bør likevel være mulig å få til, og vår vurdering er at dette bør være en del av anleggsutformingen. Det foreslås en regulering som i prinsippet utformes som vist nedenfor:



Figur 1: Prinsipp reguleringsarrangement.

En slik utformingen vil gi god kontroll av vannmengdene gjennom hver linje, som både er nødvendig for en optimal funksjon, men ikke minst vil gjøre det enklere å optimalisere prosessene når man vet eksakte vannmengder.

<u>Korreksjoner kostnader</u>

- Kostnader for reguleringsarrangement er inkludert (se vedlegg R-FEL-04, 7.Maskin/post 7.11)

2.2.6 Forsedimentering

Leveringsomfang/vurdering prosessløsning og enhetspriser

Forsedimenteringen består av 3 linjer som er dimensjonert iht. Norsk Vann for $Q_{maksdim}$ (samlet), dvs. hvor hver linje har kapasitet $Q_{maksdim}/3$. Ved en linje ute av drift, kan de resterende to linjene håndtere $Q_{maksdim}$ hydraulisk, men med redusert renseeffekt.

Kanalutformingen på innløpet til forsedimenteringen vurderes å være noe uheldig. Innløpskanal fra sandfangene er orientert tilnærmet rett på innløp til forsedimenteringslinje 2, og dette vil kunne gi skjev stoffbelastning og hydraulisk belastning. Selve kanalutformingen må nok bearbeides noe som del av detaljprosjekteringen og dette vil sannsynligvis resultere i noe mer omfattende betongarbeider. Men: Med et reguleringsarrangement som beskrevet i forrige kapittel så vil dette i større grad sørge for god regulering, og omfanget av bearbeiding av kanaler vil være begrenset slik at det ikke er lagt til kostnader for dette.

Det er videre ikke flyteslamrenner i forsedimenteringen. Det betyr at evt. fett/flyteslam som passerer sand-/fettfang vil tas med videre i prosessen, men mengden forventes å være lav og biotrinnet håndterer dette uansett.

For forsedimenteringen er det lagt inn dype slamlommer, som vil gi en fortykking av slammet. Vi er usikre på hvorvidt dette er nødvendig, så lenge anlegget også er utstyrt med fortykkermaskiner.

Korreksjoner kostnader

- Ingen.

2.2.7 Biologisk rensetrinn (MBBR)

Leveringsomfang/vurdering prosessløsning og enhetspriser

Det biologiske rensetrinnet er dimensjonert iht. Norsk Vann og med en overflatebelastning tilpasset den valgte prosessløsningen for separasjon (sedimentering uten fellingskjemikaliedosering). Det er valgt en dimensjonerende temperatur på 5 °C, som er lavt, men hvor vi antar det finnes målinger som støtter en slik verdi. Dimensjoneringen vurderes som konservativ både hva gjelder prosessløsningen og dimensjonerende verdier.

To av tre linjer skal kunne håndtere dimensjonerende hydraulisk belastning, og det er bypass forbi biotrinnet direkte fra forsedimentering til ettersedimentering.

Se for øvrig kommentarer til fordeling mellom linjene i eget kapittel.

Det er i «Vedlegg 2 – Prosessnotat» beskrevet behov for sikring mot flukt av bæremedium, men vi kan ikke se at dette er ivaretatt i løsning eller kostnader. Vi kan heller ikke se at modellert silareal er tilstrekkelig for å sikre nødoverløpsfunksjon i biotrinnet, som er nødvendig både for å hindre flukt av bæremedium og oversvømmelse av anlegget. Det er bygget en rekke MBBR-anlegg uten nødoverløpsfunksjon, men vår vurdering er at dette ikke er forsvarlig. Det virker også som om modellert silareal (ca. 88 m^2 totalt) er beregnet ut ifra $Q_{maksdim}/3 = 2160/3 = 720$ m^3/h per linje, mens det er beskrevet at hver linje skal håndtere $Q_{maks}/2 = 2500/2 = 1250$ m^3/h.

Det er derfor lagt til grunn et økt silareal i revidert kostnadskalkyle, bestående av:

- Hydraulisk belastning $Q_{maks}/2 = 2500/2 = 1250$ m^3/h per linje, dimensjonerende silhastighet 50 m/h som gir totalt 150 m^2 silareal for de ordinære silene i alle 6 reaktorene

- Siler for nødoverløp må installeres i reaktor 1 i alle 3 linjer, dette gir ytterligere 75 m^3 silareal. Dette er gjerne en annen type siler (plansiler) enn de ordinære silene.

Videre ser vi at det er kalkulert med en rundsum på 5,0 MNOK for bæremedium. Det er kalkulert et totalvolum for bæremedium på 2 545 m^3, noe som gir en svært lav enhetspris for bæremedium. Vi mener denne kostnaden er vesentlig høyere og er derfor korrigert.

Korreksjoner kostnader

- Se vedlegg R-FEL-04, 7.Maskin/post 7.8 Maskiner og utstyr 1, for tilleggskostnader.

2.2.8 Ettersedimentering

Leveringsomfang/vurdering prosessløsning og enhetspriser

Ettersedimenteringen består av 3 linjer som er dimensjonert iht. Norsk Vann for $Q_{maksdim}$ (samlet), dvs. hvor hver linje har kapasitet $Q_{maksdim}/3$. Ved en linje ute av drift, kan de resterende to linjene håndtere $Q_{maksdim}$ men med redusert renseeffekt. Overflatebelastningen er tilpasset foregående biologisk trinn og at det ikke benyttes fellingskjemikalier eller polymer.

Det er avsatt plass til senere installasjon av flokkulering, hvor gjenværende sedimenteringsareal er tilstrekkelig for denne driftsformen.

Bassengene er ikke utstyrt med flyteslamavdrag. Som følge av at det biologiske trinnet er konservativt dimensjonert på flere punkter (dimensjonerende stoffbelastning, valg av driftsform/dimensjonerende overflatebelastning, dimensjonerende temperatur) forventes det høy grad av nitrifikasjon spesielt i sommermånedene. Det vil kunne forventes denitrifikasjon i ettersedimenteringen, med gassdannelse og flyteslam. Omfanget av dette problemet er vanskelig å vurdere da det ikke finnes tilsvarende anlegg i drift.

Installasjon av flyteslamavdrag bør derfor vurderes. En slik installasjon består gjerne av overflateskrape som dekker innløpsdelen av bassengene, motorisert flyteslamavdrag og pumpekum for flyteslam.

Tilsvarende som for forsedimenteringen er det lagt inn dype slamlommer, som vil gi en fortykking av slammet. Vi er usikre på hvorvidt dette er nødvendig, så lenge anlegget også er utstyrt med fortykkermaskiner.

Korreksjoner kostnader

- Se vedlegg R-FEL-04, 7.Maskin/post. 7.11, for tilleggskostnader flyteslamavdrag.

2.2.9 Utløp

Leveringsomfang/vurdering prosessløsning og enhetspriser

Avløpsvann fra de tre sedimenteringslinjene samles i en felles utløpskanal og ledes til utløpskum, som også benyttes som pumpevolum for renset avløpsvann for bruk som prosessvann. Prøvetaking tas fra den felles utløpskanalen.

Det ser ut til å mangle arrangement for oppstuvning av vannet for å sikre prøvetakingsvolum. Et slikt arrangement bør også inkludere en enkel luke i kanalen slik at kanalen kan tømmes og renspyles.

Korreksjoner kostnader

- Se vedlegg R-FEL-04, 7.Maskin/post. 7.11, for tilleggskostnader.

2.2.10 Septikmottak

Leveringsomfang/vurdering prosessløsning og enhetspriser

Anlegget etableres med septikmottak som består av septiksil, utjevningsbasseng for septikslam på 100 m^3 og pumpeoppstilling for levering til innløpet på renseanlegget.

Løsningen med utelukkende å tilføre silt septikslam fra et utjevningsbasseng direkte til innløpsvannet foran forbehandlingen er en dårlig løsning i forhold til å føre dette septikslammet direkte til slamblandelageret foran fortykkermaskiner. Den valgte løsningen medfører økte kostnader og dårligere prosessmessige resultater på følgende måte:

- Mer slam fra forsedimenteringen som krever pumping
- Selv med forsedimentering vil det bli en betydelig økning i BOF-belastningen på biotrinnet, med økte driftskostnader for nedbryting av tilleggsbelastningen og økt produksjon av biologisk slam som er uheldig med tanke på etterfølgende fortykking og avvanning
- Ved overføring av septikslammet direkte til slamblandelageret etter siling kan man kutte ut utjevningsbassenget for septikslam, siden slamblandelageret har stort volum (> 200 m^3)
- Innblanding av septikslam i mekanisk-biologisk slam vil både gi bedre fortykkings- og avvanningsegenskaper, med muligheter for redusert polymerforbruk, og også høyere TS-innhold i avvannet slam

I dialog med prosjekterende under arbeidet med denne rapporten, ble den valgte løsningen forklart med at dette er en løsning som er benyttet på et annet anlegg (Odderøya RA) og at krav til akkreditert prøvetaking innebærer at septiken må pumpes til innløpet.

Uavhengig av hva akkrediteringsorganet mener om dette, bør det legges til rette for at septik kan tilføres anleggets slamside for en vesentlig bedre drift. Det foreslås derfor å erstatte eksisterende pumpeoppstilling med eksenterskruepumper og ekstra ventil-/røropplegg slik at septik også kan tilføres blandslamlageret.

Korreksjoner kostnader

- Se vedlegg R-FEL-04, 7.Maskin/post. 7.11, for tilleggskostnader.

2.2.11 Slamsiler og blandslamlager

Leveringsomfang/vurdering prosessløsning og enhetspriser

Det installeres to slamsiler (100 % redundans) i forkant av blandslamlager på 200 m^3 hvor slam fra for- og ettersedimentering blandes. Hit bør også septik (dersom tykt nok) tilføres, ref. kommentar i forrige kapittel.

Løsningen vurderes som solid.

I «Vedlegg 2 – Prosessnotat» er det angitt mulighet for bypass av blandslamlager og pumping direkte til fortykkermaskiner, men dette er ikke vist på PID og det ser ikke ut til at ventiler/rør er innkalkulert. Dette vil være en nyttig funksjonalitet ved havari/service tilknyttet blandslamlageret. Omfanget er imidlertid begrenset ettersom slamsiler og blandslamlager er i umiddelbar nærhet.

Korreksjoner kostnader

- Ingen (med unntak av enhetspriser, se eget kapittel 2.3.2).

2.2.12 Fortykkermaskiner og slamlager foran avvanning

Leveringsomfang/vurdering prosessløsning og enhetspriser

Det installeres to stk. fortykkermaskiner dimensjonert for 24 h drift, og med 100 % redundans. Fortykket slam leveres fra hver fortykkermaskin til eget slamlager i forkant av avvanning, med totalvolum på 432 m^3 som tilsvarer > 3 d slamproduksjon.

Løsningen vurderes som solid.

Korreksjoner kostnader

- Ingen (med unntak av enhetspriser, se eget kapittel 2.3.2).

2.2.13 Avvanningsmaskiner og slamsiloer

Leveringsomfang/vurdering prosessløsning og enhetspriser

Det installeres to stk. skruepresser hver med kapasitet tilsvarende dimensjonerende slamproduksjon. Fra skruepressene «skytes» slammet ved bruk av slamkanoner inn på to stk. slamsiloer med et totalvolum 108 m^3 som tilsvarer > 3 slamproduksjon.

Løsningen vurderes som solid.

Korreksjoner kostnader

- Ingen (med unntak av enhetspriser, se eget kapittel).

2.2.14 Containerutlasting slam

Leveringsomfang/vurdering prosessløsning og enhetspriser

Slam mates fra hver silo til valgfri underliggende krokløftcontainer (2 stk.), med transportskrue for levering til ønsket container. Denne transportskruen kunne nok vært tatt ut uten vesentlig reduksjon av fleksibilitet, ettersom det er redundante avvanningsmaskiner og betydelig lagringskapasitet i slamsiloene.

Containeroppstillingen utstyres med veieceller for eksakt vekt av containere, som er en noe kostbar løsning, men også en bedre løsning enn eksempelvis nivåmålere.

Korreksjoner kostnader

- Ingen.

2.2.15 Rejektvannbasseng

Rejektvannsbassenget er dimensjonert for 8 timers oppholdstid og med et effektivt volum 190 m^3. Med tanke på at at det er fortykkermaskiner og avvanningsmaskiner som er beregnet for døgnkontinuerlig drift, og da slik at rejektvannet allerede gjennom driften av disse utjevnes over døgnet, vurderes volumet som rikelig.

Bassenget utstyres med omrøring og har reduntante pumper inkl. mengdemåling for tilbakeføring til prosessen.

Korreksjoner kostnader

- Ingen.

2.2.16 Støttesystemer – prosessvann og bruttvann

Leveringsomfang/vurdering prosessløsning og enhetspriser

Det benyttes renset avløpsvann som prosessvann – dette besørges gjennom automatfilter og pumpeoppstilling tilknyttet utløpskummen.

I kostnadene er det tatt med to prosessvannsfilter, men dette anses ikke nødvendig da bruttvannsanlegget også dimensjoneres med en kapasitet som gir backup dersom prosessvannsanlegget skulle falle ut eller ha behov for service/vedlikehold. Det er også kun ett filter som er vist på flytskjema.

Bruttvannsanlegget består av pumpevolum og doble pumper. Enhetsprisen er justert opp som følge av at det er relativt høy kapasitet for dette anlegget (80 m^3/h).

Korreksjoner kostnader

- Se vedlegg R-FEL-04, 7.Maskin/post. 7.9, for korreksjoner.

2.2.17 Støttesystemer – polymerdosering

Leveringsomfang/vurdering prosessløsning og enhetspriser

Det installeres to stk. polymeranlegg basert på tørrpolymer for dosering til fortykkermaskiner og avvanningsmaskiner. Det er ingen reserve for polymermaskinene, noe som kunne vært vurdert for et anlegg på denne størrelsen. Imidlertid er det mulighet for at beredere kan være reserve for hverandre, og at ett av prosesstrinnene driftes uten polymerdosering i et kortere tidsrom. Det kan forventes dårligere resultater mhp. fortykking/avvanning og dårligere rejektvannskvalitet, men bør fungere som en reserveløsning.

Korreksjoner kostnader

- Ingen.

2.2.18 Støttesystemer – kompressoranlegg

Det installeres kompresssorer for pneumatiske ventiler/arbeidsluft (2 stk.), mammutpumper sandfang (2 stk.) og slamkanoner (2 stk.). I vedlegg til forprosjektet, «Vedlegg 2 – Prosessnotat» er det beskrevet tre felles kompressorer for de to første funksjonene, mens dette ikke er hva som er kostnadsberegnet. Vi antar det er en grunn til dette (eksempelvis forskjellig kapasitetsbehov), men i utgangspunktet ser vi ikke noe i veien for en slik felles oppstilling og det kan vurderes dersom det er mulig.

Korreksjoner kostnader

- Ingen (men se kommentar over).

2.2.19 Øvrige arbeider

Kanallufting

I vedlegg til forprosjektet, «Vedlegg 2 – Prosessnotat» er det beskrevet at det skal tas med blåsemaskiner for lufting av kanaler der man ikke oppnår selvrensing, 3 stk. med kapasitet 100 – 200 m^3/h. Vi synes dette er fornuftig, da det er vanskelig å designe kanaler for å håndtere både maks. og min. vannmengde spesielt for anlegg med mye fremmedvann og stor forskjell på min. og maks.

Vi finner imidlertid ikke disse arbeidene i kostnadene, verken blåsemaskiner eller tilhørende rørarbeider. Vi har derfor gjort et grovt anslag på hva disse arbeidene kan koste, inkludert blåsemaskiner (en felles maskin bør være tilstrekkelig), ventiler og rørarrangement.

Korreksjoner kostnader

- Se vedlegg R-FEL-04, 7.Maskin/post. 7.11, for tilleggskostnader.

Stålarbeider

Vi kan ikke se at det er tatt med stålarbeider som del av kalkylen. Her vil det være en del mindre arbeider men som i sum ikke er ubetydelige.

- Se vedlegg R-FEL-04, 7.Maskin/post. 7.11, for tilleggskostnader.

Korreksjoner kostnader

- Se vedlegg R-FEL-04, 7.Maskin/post. 7.11, for tilleggskostnader.

2.3 Kommentarer øvrige enhetspriser

2.3.1 Uspesifisert/diverse

Det er i Asplan Viak sin kalkyle lagt til +15 % uspesifisert for postene rør, bend, påstikk/overganger og flenser, dvs. alle poster som er knyttet til rørarbeider. Det virker som et fornuftig anslag ettersom flesteparten av rørarbeidene er modellert, men ikke alle. Påslaget er forutsatt beholdt slik det er.

For øvrige arbeider er det lagt til et tillegg på + 4 % som kalles «diverse». Vi antar at dette er diverse uspesifisert som man vet kommer i tillegg som følge av begrenset detaljeringsgrad. Imidlertid virker dette tallet noe lavt; det er gjort en betydelig detaljering i forprosjektet, men samtidig så vet man at det som del av detaljprosjekteringen alltid dukker opp forhold som ikke er ivaretatt. Vi foreslår derfor at dette påslaget økes til + 10 % og har gjort dette i vår reviderte kalkyle.

2.3.2 Maskiner til forbehandling og slambehandling

Maskiner til forbehandling (rister, launderkanal, ristgodsvaskere, sandvasker) og slambehandling (slamsiler, fortykkermaskiner, avvanningsmaskiner, transportskruer) er i opprinnelig kalkyle innhentet fra underleverandør. Dette er priser for kapasiteter tilpasset prosjektet og vil være korrekte. Imidlertid er dette kun prisen for selve maskinene, og det er lagt på + 15 % for montasje.

Iht. entrepriseoppdelingen er alt maskinutstyr tenkt levert innenfor én entreprise. Det vil således være et mellomledd mellom underleverandør og byggherre. Det er derfor lagt inn et påslag på +30 % (totalt) på priser fra underleverandør heller enn +15 %.

2.3.3 Rørarbeider

Enhetspriser for renseanlegget i den opprinnelige kalkylen er vesentlig lavere enn for vannbehandlingsanlegget. For vannbehandlingsanlegget er rørkostnadene basert på input fra entreprenør, noe som er fornuftig med tanke på den betydelige prisveksten som har vært på stål.

Vi kan imidlertid ikke se at det er grunn til at prisene for avløpsrenseanlegget skal være annerledes enn for vannbehandlingsanlegget, med mindre det er lagt til grunn vesentlige forskjeller i veggtykkelse, noe som ikke er beskrevet. Videre benyttes normalt syrefast stål (AISI 316 el. tilsvarende) for avløpsvann, mens det for vannbehandling er tilstrekkelig med rustfritt stål (AISI 304 el. tilsvarende). Dette er spesielt viktig for anlegg hvor det kan være innlekking av sjøvann. I møte vedr. usikkerhetsanalysen ble det fra oppdragsgiver informert om at sjøvannsinnlekking er en reell problemstilling.

Det er derfor lagt til grunn samme enhetspriser for avløpsrenseanlegget som for vannbehandlingsanlegget, med et påslag på +10 % for AISI 316 heller enn AISI 304. Dette gjelder ikke flenser, hvor lettmetallflenser (silumin) eller galvaniserte flenser er tilstrekkelig.

3 Bygningsmessige og anleggstekniske forhold

3.1 Generelt

Bygningstekniske arbeider og prisunderlag fra Asplan Viak er kontrollert. Mengder og priser er oppstilt etter bygningsdelstabell 3-sifret nivå, oppstilt i Excel ark. Generelt er ikke mengder gitt i kostnadsoppstilling fra Asplan Viak justert, dette for å få et sammenlignbart basisresultat, men poster er kommentert for de postene som ikke er ført til sum. Kostnadskalkyler etter korrigering er gjennomgått i felleskap med Asplan Viak.

Generelt er kostnader for bygningsteknisk og utomhus godt beskrevet og de fleste enhetspriser er fornuftige for prisbildet april 2021. Det er likevel endret poster eller supplert med mengder for de postene som er priset lavt/høyt. Vurdering av uspesifiserte poster er også utført og justert.

3.2 Kommentarer til kostnadsberegningene

3.2.1 Daganlegg

Daganlegget er oppbygd av konvensjonell og kjent bygningsmaterialer som betong, stål og hulldekker.

Daganlegget er godt beskrevet i kostnadsunderlaget fra Asplan Viak. Underlaget som er kontrollert for daganlegget er; Grunnarbeid, grøntarbeid og utomhus, veg fortau og plasser, betong, stålarbeider, mur puss og flis, tømrer og snekkerarbeider, isolasjon og taktekking, blikkenslagerarbeider, dører vinduer og porter, maler og beleggsarbeider, fast innredning og hjelpearbeider.

For grunnarbeider daganlegg inneholder kalkylen graving av grøfter til fundamenter, utlegging av bærelag og tilbakefylling mot konstruksjoner. Enhetspris for utlegging av bærelag er endret sammen med en økning for uspesifisert post fra 10% til 20%.

Grøntarbeider daganlegg inneholder utvendige arbeider. Enhetspris for trær og fotskraperister er endet, sammen med en økning av uspesifisert post fra 10% til 20%.

For veg fortau og plasser daganlegg er mindre enhetspriser justert; natursteinsmur, bærelag og vegetasjonsrydding, sammen med en økning uspesifisert post fra 10% til 20%.

Betong daganlegg er armeringskostnader og betongkostnader oppjustert, isolasjon grunnmurer er supplert, og uspesifisert post er økt fra 8% til 15%. Prefabrikkerte betongkonstruksjoner er 3 rettløpstrapper inkl repos oppjustert fra 70k til 100k.

For stål og metallarbeider er mengden for tosidig hatteprofil oppjustert til 100kg/m, økt rekkverkskostnader, rømningstrapp og takoverbygg. For mur puss og flis er uspesifisert økt fra 10 til 20%.

Hjelpearbeider er endret fra underlaget som inneholder et rundt antall kjerneborringer til en vurdert 5% av entreprisekost for tekniske entreprenører. Uspesifiserte post utgår.

Øvrige arbeider er uendret.

3.2.2 Fjellanlegg

Fjellanlegget består av inngangsport/portal – og betong/stålkonstruksjoner for utstyr og prosessanlegg i fjellanlegget. Fjellanlegget er av en betydelig størrelse og endring av uspesifiserte poster for de større kapitelene som betongarbeider utgjør de største forskjellene i pris. Mengder iht. oppstilling er ikke endret.

Kalkyleoppsettet for fjellanlegget som er kontrollert er; Grunnarbeid bygg, veiarbeider, betong, prefabrikkerte konstruksjoner, mur puss og flis, tømrer og snekkerarbeider, blikkenslager, dører vinduer og porter, maler og beleggs arbeider, fast innredning, luftinntak avkast og hjelpearbeider.

For grunnarbeid er det økt enhetspriser for utlegging av bærelag, arbeider med grøfter for drensledninger samt en økt uspesifisert fra 15% til 25%.

Veiarbeider fjellanlegg er bærelag og asfaltering oppjustert enhetspriser på. Uspesifisert post økt fra 15% til 25%.

Betong fjellanlegg er betongkostnader oppjustert. Forskalingskostnader er beholdt selv om det er høye forskalingsarbeider. Armeringskostnad er korrigert for de postene gjeldende for portalarbeider. Uspesifiserte post er oppjustert fra 7% som er lavt til 25%. Prefabrikkerte konstruksjoner er trappekostnader og repos økt med 20k pr stk.

Stål og metallarbeider er relativt uendret. Håndlister på trapper er supplert, og endret uspesifisert post fra 10% til 25%.

Blikkenslager fjellanlegget er priset til rund sum kr 100.000, som virker lavt. Pris er likevel beholdt.

Luftinntak avkast, inneholder grunnarbeider, ventilrister, pipe og helikoptertransport. Postene virket lave og enhetspriser er økte, sammen med en uspesifisert økning fra 20% til 30%.

Hjelpearbeider inneholder spesifisert prosessanlegg og der ble nevnt at prisen inneholder deler av tekniske entreprenører. Har supplert sum med 1% entreprisekost for tekniske entreprenører.

Øvrige arbeider er relativt uendret.

3.3 Bergarbeider

Det er utført enkle kontrollberegninger på enkelte hovedmengder basert på mottatte IFC-modeller. Det er generelt vanskelig å kontrollere mengder basert på de mottatte modellene, men det er gjort overordnede beregninger basert på oppgitte tunneltverrsnitt og -lengder. For kostnadskalkylen for tunnelene er det funnet et avvik i oppgitte mengde for berguttak for tunnelene i størrelsesorden 5000 m^3, noe vi har kompensert for i våre kostnadsoverslag. Denne korreksjonen øker det totale berguttaket til ca. 165 000 m^3. Kostnadsvurderingene er ellers i stor grad basert på mengdene som er oppgitt av Asplan Viak.

Det er ikke omtalt i forprosjekt-kalkylen hva som ligger til grunn for kostnaden for massetransport i noen av anleggsdelene. Asplan Viak har underveis opplyst at enhetsprisen på 350kr/pfm3 inkluderer 150 kr/pfm3 i sprengning og 200 kr/pfm3 i massetransport. Det er brukt samme enhetspris på alle lokasjonene. Det er ifølge Asplan Viak lagt til grunn at massene skal transporteres direkte til industriområdet med kai i fabrikkvegen og videre derfra på lekter. Det er ikke forutsatt noe endepunkt for massetransporten på lekter. Enhetsprisen for massetransport vurderes å være fornuftig, forutsatt at massene kan benyttes som forutsatt og i kort avstand fra anlegget. Det vil være viktig å avklare hvor massene kan leveres i neste fase. Dersom de må transporteres over en større avstand vil kostnaden kunne øke betydelig. Enhetsprisen for sprengning av tunneler og haller på 150 kr/m^3 vurderes å være lav, spesielt mhp. utviklingen i markedet de siste årene. I våre kostnadsoverslag er det lagt til grunn en enhetspris på 350kr/m3 for tunnelene og 300 kr/m3 for hallene, basert på erfaringspriser fra tilsvarende anlegg.

I forprosjektet er det ikke vurdert nødvendige innlekkasjekrav for tunneler, sjakter og haller. Faktisk injeksjonsomfang vil ha innvirkning på både kostnader og byggetid. Det er derfor viktig at innlekkasjekrav og anleggets påvirkning av grunnvannsstanden vurderes. I vår kalkyle er det lagt til grunn en noe høyere

injeksjonskostnad for tunnelene, for å hensynta et noe høyere injeksjonsbehov enn Asplan Viak har lagt til grunn.

Vannsikring er forutsatt utført med tunnelduk i heng i fjellhallene og i vegger og heng i adkomsttunnelene. I kalkylen er det ikke medtatt kostnader knyttet til takrenner, nedløpsrør eller vanntette gjennomføringer for f.eks. opphengsbolter og lignende i tilknytning til vannsikringen, noe vi har kompensert for i våre kostnadsoverslag ved en høyere enhetspris på tunnelduken. Det er usikkert hvorfor det er lagt opp til vannsikring i både vegger og heng i tunnelene, i stedet for kun i heng. Vannsikring i veggene utløser også behov for kantstein for å unngå påkjørsel av duken.

Rigg- og driftskostnaden på 20% vurderes å være i nedre sjikt av hva en kan forvente for et slikt anlegg, spesielt med hensyn på utviklingen i markedet de siste årene, og er i våre kostnadsoverslag økt til 30%.

4 VVS-anlegg

4.1 Generelt

Generelt ser det ut for at VVS-anleggene er prosjektert og beskrevet med normalt gode kvaliteter og etter gjeldende normer for denne type bygninger og anlegg.

Sanitæranleggene som beskrevet i forprosjektet er av standard kvalitet og utrusning for denne type bygninger. I daganlegget er det beskrevet sanitærutstyr av hvitt porselen, vegghengt WC og rustfrie utstyr i bl.a. renholdsrom og tekniske rom. I fjellhall og prosessdel er det lagt opp til rustfrie rør og utstyr og en kombinasjon av rustfrie renner og plasstøpte gulvrenner. Det inngår tilknyting av kaldt og ev. varmtvann til prosessutstyr som krever det. Brutt vannspeil iht. forskriftskrav inngår samt nøddusj der dette er krav.

Varmeanlegget er beskrevet som lavtemperaturanlegg med væske/vann varmepumpe basert på varmeopptak fra brønnpark i fjell. For å øke effekten av varmepumpeanlegget, er det tenkt å dumpe overskuddsvarme fra interne varmelaster som kompressorer og blåsemaskiner. TEK 17 krav til lavtemperatur og fornybar energi til oppvarming, ventilasjon og tappevann. Varmepumpen er tenkt levert fortrinnsvis med naturlige kuldemedier. Det inngår EL-kjel for reserveforsyning og spisslastdekning.

For ventilering av daganlegget, er det beskrevet ett balansert ventilasjonsanlegg med varmegjenvinning, kapasitet 5 100 m3/h. For ventilering av kjøretunnel er det planlagt ett separat ventilasjonsanlegg med kapasitet 6 400 m3/h. Røykventilasjon er ivaretatt med separat avtrekksvifte og avkast direkte til avkastpipe.

Ventilering av fjellhall er tenkt fra aggregater med samlet kapasitet 45 800 m3/h og luktfjerningsanlegg fra 2 stk. anlegg med samlet kapasitet 38 200 m3/h. Luktfjerningsanlegget benytter både UV/Ozon og aktivt kull i renseprosessen og med avkast via 20 m høy skorstein, ref. separat rapport vedr. luktspredningsberegning.

Kjøling av rom med kjølebehov over 1 kW framgår av forprosjektet skal dekkes av luft/luft varmepumpe, men at ventilasjonsanlegg med integrert varmepumpe / kjøleanlegg skal vurderes i detaljfasen. Norconsult finner ikke at det har vært utført inneklimasimuleringer og anbefaler at dette blir utført i typiske rom for å sikre at Arbeidstilsynets anbefalinger om operativ romtemperatur kan tilfredsstilles.

I forprosjekt tekstdel framgår at det er viktig med kjøling i IKT og datarom, men i kostnadsoppstilling merket «*Kjøling*» finner vi ikke at kostnad er medtatt og derfor tilføyd.

VVS-anlegg i forbindelse med overføringsanlegg og pumpestasjoner, ser ut for å være medtatt iht. gjeldende normer og forskriftskrav.

4.2 Kommentarer til kostnadsberegningene

4.2.1 Generelt

I kostnadsoppstillingen fra Asplan Viak, er det oppgitt poster i flere kapittel under VVS-anlegg merket «*Bygningsmessig*» som vi mener tilhører fag «*Bygg*». I usikkerhetsanalysen ble det enighet om å nullstille alle disse kapitlene i VVS del og medta dette i «*Hjelpearbeider*» under Bygg der dette hører hjemme.

I forprosjekt tekstdel savner vi opplysninger og detaljer for hvordan automasjon og SD/driftskontrollanlegg for VVS anleggene er tenkt. I usikkerhetsanalysen bekreftet Asplan Viak at kostnader for automasjon og SD/driftskontroll er medtatt i de ulike kapittel under VVS. Selv om det er bekreftet at kostnadene er medtatt, mener vi det er viktig at detaljer og omfang belyses og drøftes mer inngående med byggherre både med tanke på lokal styring og overvåkning av selve anlegget / bygget, men også opp mot kommunikasjon mot driftskontrollanlegg og toppsystem til Sula- og Ålesund kommune.

4.2.2 Daganlegg

Utstyr under kapittel sanitæranlegg mener vi er priset for høyt pr. utstyr da det i tillegg er medtatt pris for bunnledninger og noen separate sanitærutstyr. Vi har derfor justert enhetsprisen pr. utstyr ned fra kr 30 000 til kr 20 000 pr. utstyr.

Post under varmeanlegg merket «*Radiatorer*» er priset lavt, da posten skal omfatte komplett røropplegg til radiatorer, derfor justert fra kr 100 000 til kr 500 000.

Det er i forprosjektet medtatt 120 m2 utvendig vannbårent snøsmelteanlegg, dette ble i usikkerhetsanalysen endret til 400 m2 som mer realistisk areal, pris endret fra kr 96 000 til kr 320 000.

I forprosjekt tekstdel framgår at det er viktig med kjøling i IKT og datarom, men i kostnadsoppstilling merket «*Kjøling*» finner vi ikke at kostnad er medtatt, derfor er kap. «*Kjøling*» justert fra kr 0 til kr 190 000.

Alle poster merket «*Bygningsmessig*» som er medtatt i VVS kapitler er endret til kr 0, da dette er medtatt og hører hjemme under Bygg «*Hjelpearbeider*» som angitt i kapittel 4.2.1.

4.2.3 Fjellanlegg

Spillvannspumper fra kjellernivå er i kostnadsoppstilling medtatt både i kap. sanitær og kap. maskin. Posten ble derfor satt til null i kap. sanitær.

Enhetspris på rustfrie røranlegg kjøling er justert fra kr 1000 /lm til kr 1900 /lm iht. Norconsults prisbok.

Luktreduksjonsanlegget er beskrevet som to parallelle luftreduksjonsanlegg hver med kapasitet ca. 19 000 m3/h. I kostnadsoppstilling framgår kapasitet 15 000 m3/h som er 4 000 m3/h lavere kapasitet. Vi har grunnet dette avviket og erfaringstall i markedet justert enhetsprisen fra NOK 2 mill. til NOK 3 mill.

Alle poster merket «*Bygningsmessig*» som er medtatt i VVS kapitler er endret til kr 0, da dette er medtatt og hører hjemme under Bygg «*Hjelpearbeider*» som angitt i kapittel 4.2.1.

4.2.4 Overføringsanlegg

For VVS som i forbindelse med overføringsanlegget i hovedsak omfatter sanitær og luftbehandling i pumpestasjoner, har Asplan Viak etter vår vurdering kommet fram til realistiske budsjettpriser og vi har derfor ikke justert noe på prisene her.

Når det gjelder kostnader for automatikk og driftskontrollanlegg for VVS i pumpestasjoner, viser vi til kommentarer i kapittel 4.2.1.

5 Elektro og automasjon, IKT

5.1 Kommentarer til teknisk løsning

5.1.1 Elektro

Transformator for fjellanlegg og daganlegg er plassert i eget traforom i daganlegget. Transformatoren er tidligere beregnet til å være på 1.250 kVA, men senere beregninger tyder på at denne må økes til 1,6 MVA. Det er fjellanlegget som står for nesten all belastning, da det er her prosessanlegget er samlet. I fjellanlegget er det et betydelig effektforbruk (rundt 1 MW), noe som medfører mange parallelle kabler (6-7 kabler) over en lang lengde (300 – 400 meter). Dette er ikke heldig hverken med hensyn på høyt spenningsfall i lavspentkabler, liten kortslutningsytelse eller dårlig bærekraft. Det bør vurderes å benytte flere kabler for å motvirke negative konsekvenser med hensyn på spenningsfall og kortslutningsytelse. Det er viktig med kort avstand fra transformator til store forbrukere, noe som betyr at man da burde flyttet transformator inn i fjellanlegget. Det er også negative konsekvenser ved å ha transformator inne i fjellanlegget, men de positive konsekvensene ansees vesentlig større. Det anbefales derfor å plassere transformatoren inne i fjellanlegget. Man kan f.eks. bruke en tørrisolert transformator, hvis man ikke ønsker å ha en oljeisolert transformator inne i fjellanlegget.

I daganlegget er det et hovedtavlerom vegg i vegg med traforommet, mens det for fjellanlegget etableres tavlerom ved forbehandling og ettersedimentering. Det bør være tavlegulv i alle slike tavlerom, for å få kabling mellom skap under gulv istedenfor på kabelbroer i tak. Med tavlegulv ville man også fått enklere kabling inn og ut av tavlerommet med trekkerør, da trekkerør kan komme utenfra og rett under tavlegulv.

Det henvises til normer og forskrifter med årstall nå de kom ut, f.eks. NEK 400:2018. Det kommer stadig nye normer og forskrifter, og siste utgave skal benyttes (ny kommer i 2022).

I forprosjektrapporten er det beskrevet at det i fjellanlegget avsettes en egen avgang for alminnelig forbruk i en av prosesstavlene. Denne tavlen forsyner i hovedsak lys, stikkontakter og uttak, samt forsyning til VVS-tekniske anlegg. En prosesstavle bygges blant annet etter «forskrift for maskiner» (FM) og NEK EN 60204-1, mens en tavle for lys og stikk bygges blant annet etter «Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg» (FEL) og NEK 400. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) har laget en figur som viser koblingen mellom en «fast installasjon» (NEK 400) og en «maskin» (NEK EN 60204-1) som ansees nyttig i denne sammenhengen.

I forprosjektrapport er det opplyst at lysanlegget skal benytte LED lysarmaturer med høy virkningsgrad og lavt energiforbruk. Lysanlegget skal styres ved hjelp av DALI / KNX, med en kobling til sentralt styresystem for renseanlegget.

Det anbefales å bruke DALI-2 fremfor tradisjonell DALI, for å kunne få ut ta i bruk mer funksjonalitet og informasjon fra lysstyresystemet. Det bør også vurderes om DALI-2 kan styre hele lysstyresystemet, slik at man ikke har behov for et KNX system i tillegg. Unntaket blir hvis man hvis man allerede benytter et KNX systemet til styring av f.eks. ventilasjon og/eller varmesystem.

Det er tenkt benyttet et sentralisert nødlyssystem iht. NS-EN 1838, som skal forsyne både ledelys og markeringslys. Et sentralisert nødlyssystem medfører at man har separat kabling ut til ledelys og markeringslys, og man må bruke funksjonssikker kabel (dyr) til første armatur og mellom brannceller. Når man har mange rom og brannceller, vil et sentralisert nødlyssystem bli komplisert og dyrt. Det er også store avstander i fjellanlegget, som medfører mye ekstra kabling. I tillegg til sentralisert nødlyssystem, må man også ha spenningsovervåkning av alle lyskurser, for å slå på ledelyset, Markeringslyset er som regel på hele tiden.

For et desentralisert nødlyssystem benyttes det samme kabling og sikring som for resten av belysningen, da lysarmaturer for både ledelys og markeringslys inneholder batteri. Batteriene i disse lede- og markeringslysene har blitt mye bedre enn tidligere, slik at det normalt holder med ett batteriskift i lysarmaturens levetid (f.eks. 100 000 timer). Lysstyresystemet DALI-2 benyttes også for nødlyset, og man vil da få informasjon og status på lysarmatur og batteri for lede- og markeringslyset. Man kan også teste nødlyssystemet via DALI-2 lysstyresystemet, slik at man vet at det virker slik det skal. Det bør foretas beregninger på forskjellene mellom sentralisert og desentralisert nødlyssystem, slik at man kan ta et valg som er best både økonomisk og bærekraftig.

I forprosjektrapporten er det beskrevet at basert på sikkerhet i Mørenett sin oppbygging av høyspentnettet (ringoppbygging sikkerhet N-1) og beredskapsløsning (reservetrafo og reservekraftaggregat på beredskapslager) vil det ikke være behov for reservekraftaggregat. Selv om sikkerheten i høyspentnettet er god, bør det legges opp til at et mobilt reservekraftaggregat på en hurtig og enkel måte kan kobles til hovedtavle.

5.1.2 Automatisering og IKT

Det anbefales bruk av Ethernet kabel av f.eks. type S/FTP, som er en godt beskyttet kabel. Ethernet kabel av kategori 6 (Cat 6) håndterer båndbredden 250 MHz, og brukes for datanettverk opp til 1Gbit/s. Hvis man ønsker å benytte datanettverk med 10 Gbit/s, må man benytte Cat 6A (500 MHz) eller Cat 7 (600 MHz). For slike datanettverk (10 Gbit/s), må man benytte Ethernet kabel med individuelt skjermede par for å unngå at lederne begynner å forstyrre hverandre (f.eks. S/FTP, F/FTP eller SF/STP).

5.1.3 Skallsikring og adgangskontroll

I forprosjektrapport er det nevnt at det prinsipielt ikke legges legges like stor vekt på skallsikring av bygg for avløpsrensing som det gjøres for bygg i tilknytning til vannbehandling. Avløpsrenseanlegg regnes likevel som kritisk infrastruktur og det er lagt opp til skallsikring av både daganlegget, adkomsttuneller og prosessdelen. I fjellanlegget er det også lagt opp til skallsikring mellom kjørearealet og prosessdelen. Dette for å hindre at sjåfører som henter containere og leverer slam ikke får tilgang til selve prosessanlegget.

Det er riktig at det ikke er like stort sikkerhetsbehov i avløpsrenseanlegg som i vannbehandlingsanlegg, men avløpsrenseanlegg regnes også som kritisk infrastruktur pga. forurensing. Nivået på skallsikring og adgangskontroll virker fornuftig slik det er presentert i forprosjektrapporten.

5.2 Kommentarer til kostnadsberegningene

5.2.1 Generelt

Det har vist seg vanskelig å vurdere kostnadene for elektro og automasjon, siden det er benyttet mye m^2-priser og rundsummer. Asplan Viak presiserte i eget møte at det er totalsummene som ansees riktige, og at rundsummer og m^2-priser ikke må tillegges for mye vekt. Dette har gjort vår kostnadsgjennomgang vanskelig, og vil ha store usikkerheter.

Noen eksempler på hvor vanskelig det har vært å vurdere de angitte kostnadene:

- Blandingen mellom kostnader for «bygg» og «prosess» i en felles enhetspris pr. m^2, gjør at det ikke er mulig å etterprøve og sjekke om enhetsprisen er på riktig nivå. Det er også underlig at enhetspris pr. m^2 for både «elektroinstallasjoner» og «tele og automatisering» er like på NOK 3.000.
- Normalt er m^2-pris for elektroinstallasjoner i et bygg mye større enn for tele og automatisering, selv om forholdet varierer avhengig av bygningstype og graden av byggautomatisering (smarthus, trådløs

WIFI og mange IKT-punkter kontra tradisjonell styring). Forholdet vil også være avhengig av hvor man definerer grensesnittet mellom «elektroinstallasjoner» og «tele og automatisering». Siden det ikke er oppgitt noe grensesnitt i dette prosjektet, går vi ut fra samme grensesnittet som er definert i bygningsdelstabellen (ref. NS 3451). Tallkoder som begynner med 4 er da definert som «elektroinstallasjoner», mens tallkoder som begynner med 5 er definert som «tele og automatisering».

Oppsummert har vår gjennomgang ført til en økning av kostnadspostene for elektro på ca 11 mill. kr, og en reduksjon av kostnadene for automasjon på ca 7 mill. kr, begge summene basert på prisnivå april 2021. Detaljer av vår vurdering av kostnadspostene er omtalt nedenfor, med ytterligere detaljer i vedlagte notat.

5.2.2 Fjellanlegg

En oversikt over kostnadsestimat for elektro og automatisering er vist nedenfor (41 Elektro Fjellanlegg). Den viser at 93 % av kostnadene er fordelt på tre poster:

1. Fjellanlegg ca 7000m2 - høy standard - elektroinstallasjoner pr m2 6.500 m^2 á 3.000 kr / m^2
2. Fjellanlegg ca 7000m2 - høy standard – tele og automatisering pr m2 6.500 m^2 á 3.000 kr / m^2
3. Elektroinstallasjoner i tunnel (425 m + 475 m) 5.325 m^2 á 1.000 kr / m^2

Pkt. 1 og 2 utgjør en kostnad på NOK 19,5 mill. hver, mens pkt. 3 blir NOK 5,325 mill. Til sammen utgjør disse postene NOK 44,325 mill. av et totalbudsjett på NOK 47,675 mill.

For alle disse tre postene er det brukt en enhetspris pr. m^2, og enhetsprisen kan være hentet fra en prisbok, være beregnet ut fra erfaringspriser eller stipulert. For at man skal kunne etterprøve enhetsprisene, må man dokumentere hvor man har hentet disse enhetsprisene fra, noe vi ikke kan se er gjort her.

Kostnadene for «41 Elektro Fjellanlegg» må også ses i sammenheng med kostnader for «Driftskontroll», da det i «Driftskontroll» er tatt med kostnader for automatisering i fjellanlegget.

Detaljer vedr. de resterende ca. 7 % av kostnadene i «41 Elektro Fjellanlegg» består av rundsumposter som er nærmere omtalt i vedlagte notat.

I kostnadsoversikten for «Maskin og prosess» i fjellanlegget, er det tatt med kostnader for alt av rør, maskindeler, pumper, ventiler, mengdemålere og transmittere. Det er imidlertid ikke tatt med kostnader for prosesselektro og prosessautomatisering. Dette skal være inkludert i kostnaden for «41 Elektro Fjellanlegg» og «Driftskontroll».

Mye av kostnadene til prosesselektro og prosessautomatisering er gjemt bort i enhetspris pr. m^2 vist i pkt. 1 og 2 i kostnadsbudsjettet for «41 Elektro Fjellanlegg», ref. til detaljer i vedlagte notat.

Vi har i summeringen av tele og automatisering ikke tatt med kostnader som er poster for styresystemet, som ligger i budsjettet «Driftskontroll». Den angitte summen virker å være alt for lav for et nytt styresystem, da vi ikke kan se at man har tatt med lisenser for programvare og antall I/O. Enkelte andre poster virker også å være for lavt priset som f.eks. «Skjermbasert driftskontrollsystem» og «Div. servere for prosesskontroll», ref. vedlagte notat.

Hvis man legger sammen elektroposter fra budsjett «41 Elektro fjellanlegg» får man en sum på NOK 25,825 mill. Gjør man samme øvelse for tele og automatisering i budsjettene «41 Elektro fjellanlegg» og «Driftskontroll», får man en sum på NOK 29,350 mill. Hovedårsaken til at summen for tele og automatisering har blitt så stor, er at det er brukt samme enhetspris pr. m^2 som for elektroinstallasjoner (ref. punkt 1 og 2

foran), noe som ikke er normalt. Det er også andre poster for både elektroinstallasjoner og tele og automatisering som virker å være på feil nivå (enten for høy eller for lav). Kostnadene i de enkelte delkapitlene er kommentert/justert, detaljer her fremgår av vedlagte notat.

Noen kommentarer/detaljer til postene under «41 Elektro Fjellanlegg, post «Fjellanlegg ca. 7000 m2 – høy standard – tele og automatisering», post «Tilleggsinstallasjoner», og posten i budsjett «Driftskontroll» fremgår av vedlagte notat.

5.2.3 Daganlegg

Kostnadsbudsjettet er bygd opp på samme måte som for fjellanlegget, men enhetsprisen for m^2 er her ikke koblet sammen med prosessanlegg siden det ikke er noen prosessanlegg i daganlegget. Siden bygningstype ligner med på kontorbygg, er det benyttet underlag fra Norsk prisbok for elektro og tele og automatisering.

Vår detaljerte vurdering av poster i budsjett for daganlegget fremgår av vedlagte notat, og er ikke nærmere omtalt her.

6 Luktfjerning

Norconsult har i eget oppdrag utarbeidet rapporten *«spredningsmodellering av lukt fra Kvasnes avløpsrenseanlegg», ref. oppdragsnr. 5197052, dokument nr. RIM01 versjon J04 datert 2022-05-11.*

Rapporten tar for seg luktspredning fra ventilasjonsavkastet på Kvasnes renseanlegg. Ventilasjonsluften fra et avløpsrenseanlegg uten luktreduserende tiltak vil kunne gi lukt til omgivelsene.
Ventilasjonsluften vil være renset før den slippes ut til friluft og høyden på avkastet skal dimensjoneres slik at lukt unngås i størst mulig grad. Det er modellert for tre alternative plasseringer av ventilasjonsavkastet (A, B og C), og to utslippshøyder (20 m og 15 m over bakkenivå). Det er modellert for et område som dekker alle naboene på Kvasnes, samt områder innenfor 5 km avstand rundt Kvasnes.

I veileder *Regulering av luktutslipp i tillatelser etter forurensningsloven, TA-3019,* står det at immisjonsgrensen, som er grensen i omgivelsene og ikke i selve utslippspunktet, generelt er på 1 eller 2 ou_E/m^3, avhengig av virksomhet og omgivelser. Dersom virksomheten ligger i nærheten av arealer med boligbebyggelse er det vanlig å la immisjonsgrensen være på 1 ou_E/m^3. Disse grenseverdiene er angitt som maksimal månedlig 99 % timefraktil. Det betyr at lukten i omgivelsene skal være under grenseverdien i 99% av timene i en måned. Grenseverdien hos nærmeste eller mest berørte nabo kan av hensyn til uforutsette driftsproblemer overskrides i inntil 7 ulike hendelsestimer per måned.

Spredningsberegningene viser at ingen boliger får luktimmisjon over grenseverdien på 1 ou_E/m^3. Dette gjelder alle tre plasseringene av renseanlegget, og ved utslippshøyder på 20 m og 15 m over bakkenivå. En luktkonsentrasjon på 1 ou_E/m^3 er definert som konsentrasjonen av en lukt der 50 % av en populasjon kan fornemme at lukten er til stede.

Spredningen av lukt påvirkes i stor grad av meteorologi (vindhastighet, vindretning osv.), i tillegg til terrenget rundt utslippspunktet. For alle tre plasseringene av utslippspunktet forekommer de høyeste modellerte luktkonsentrasjonene vest for utslippspunktet. For alternativ A og B oppstår den høyeste modellerte konsentrasjonen i september måned, men generelt viser resultatene at de høyeste verdiene oppstår i vinterhalvåret for alle tre plasseringene.

Ved å senke utslippspunktet fra 20 m til 15 m over bakkenivå reduseres de høyeste modellerte luktkonsentrasjonene for alternativ A og C, mens for alternativ B øker verdiene. Dette skyldes at ved alternativ B treffer luftstrømmene fra ventilasjonsavkastet terrenget tidligere når utslippshøyden reduseres. Alle spredningskartene er gitt i Vedlegg: Spredningskart.

I forprosjektet fra Asplan Viak framgår at renseanlegget utstyres med luktreduksjonsanlegg med photox og aktivt kull. Avkastluft fra anlegget føres ut via en skorstein plasser på åsen over fjellanlegget, med høyde på ca. 20 m over terrengnivå for utslippspunktet. Som inngangsparametre for spredningsberegningene har Asplan Viak gitt grunnlagsdata i form av mengde, temperatur, hastighet og luktkonsentrasjon på avkastluften, samt koordinater for utslippspunkt. Grunnlagsdataene i beregningene er basert på en rensegrad på 95 %. Dette er vurdert som konservativt da dagens anlegg ofte leverer en rensegrad på 97-99 %.

Luktreduksjonsanlegget er beskrevet i forprosjektet av Asplan Viak som to parallelle luftreduksjonsanlegg hver med kapasitet ca. 19 000 m3/h. Vi har vurdert at anlegget som beskrevet med utslippspunkt 20 m over bakken er i samsvar med Norconsults vurderinger.

Av forprosjektet framgår også at i forhold til slamtransport til og fra anlegget, vil selve tømming og fylling av bilene med slam foregå inne i fjellanlegget, med avtrekk til luktreduksjonsanlegg. Disse operasjonene skal derfor ikke gi noen luktulempe for beboerne. I forbindelse med transport benyttes biler med lukkede slamtanker for septiktransport, og avvannet slam fra renseanlegget fraktes i lukkede containere. Lukt i

forbindelse med transport vil dermed begrense seg til noen sekunder med lukt i det en slambil passerer langs veien.

7 Transportsystem – overføringsanlegg

7.1 Generelt

Transportsystemene for spillvann omfatter komplett transportsystem fra dagens utslippspunkter i Ålesund og Sula til nytt planlagt renseanlegg på Kvasnes inklusive utslippsledning. I overføringsanlegget for spillvann inngår ombygging av noen renseanlegg til pumpestasjoner, bygging av nye pumpestasjoner samt rørledninger på land og i sjø fram til Kvasnes. En vesentlig del av Spillvannet fra Ålesund planlegges transportert i en dykkerledning fra Moa og Borgundfjord til Kvasnes. Dykkerledningen forsynes med spillvann fra en ny pumpestasjon i Breivika. Hovedrørledningene fra Ålesund går innom Tørla der også pumpeledning fra Sula kobles inn. Ledningen videreføres som felles trykkledning fra Tørla til Kvasnes.I tillegg pumpes spillvann i separate pumpeledninger til Kvasnes fra Hamnevika og Sunde.

7.2 Dimensjonering og tekniske forhold

Forprosjektrapportene er gjennomgått og forhold vedrørende hydraulikk, dimensjonering, valg av rørmaterialer, trykklasser, luftproblematikk, oppholdstid, selvrensing – spyling, mv er vurdert.

Hovedinntrykket er at det i forprosjektene er gjort solid arbeid og at det er gjort fornuftige valg. Vi har likevel noen kommentarer til de tekniske løsningene som beskrevet nedenfor.

7.2.1 Luftproblematikk i sjøledninger/pumpeledninger

Det viktigste vedrørende luftproblematikk er å designe anleggene slik at luft ikke skal komme inn i ledningene og dette er vektlagt i forprosjektet. Det er også viktig at vannhastigheten i ledningene er så stor at luft som eventuelt kommer inn i ledningene og eventuell gass som dannes, blir transportert ut med vannet. På strekket Tørla-Vegsundstanda-Kvasnes og for utslippsledningen fra Kvasnes er planlagte vannhastigheter for små for å transportere ut luft på delstrekningene med størst fall. Også på strekningen Djupvika-Tørla er planlagt vannhastighet litt for liten for lufttransport der lengdepofilet viser størst fall.

Rørtraséene bør optimaliseres i prosjekteringsfasen for å få slakere fall slik at luft/gass kan transporteres ut med spillvannet. Tiltak for å kunne spyle ledningene med større vannhastighet bør også vurderes i prosjekteringsfasen.

På dykkerledningen oppstrøms koblingskummen i Borgundfjord er det i forprosjektet beskrevet en skråkum, dvs et ledningstrekk med større rørdiameter som skal bidra til at eventuell luft kan evakueres ut av spillvannet før ledningen går ned under havnivå. Fra denne skråkummen planlegges et lufterør opp mot Moa. Lufterøret vil ut fra vår forståelse av forprosjektet, bli fylt av spillvann opp til samme nivå som vannstanden i dykkerledningen. Det er viktig at lufterøret designes på en sånn måte at det ikke vil oppstå begroing innvendig i røret.

7.2.2 Loddbelastning for sjøledninger

Sjøledninger for avløp legges vanligvis som helsveisede rørledninger av polyteylen (PE). PE er litt lettere enn vann og sjøledninger belastes med lodd av betong for at de skal motstå oppdrift, strøm og bølgekrefter. I forprosjektet er det beskrevet en gjennomsnittlig belastningsgrad tilsvarende motstand mot oppdrift ved 25% luftfylling. Asplan Viak som har utarbeidet forprosjektet begrunner denne belastningsgraden ut fra ledningene skal designes slik at luft ikke kommer inn i ledningen og at vannhastigheten ved spyling skal være så stor at luft transporteres ut av ledningene med spillvannet. Det legges også opp til jevnlig pluggkjøring av sjøledningene.

VA/Miljøblad som utgis av Norsk kommunalteknisk forening og Norsk Vann regnes som en rådgivende norm og som beskrivelse av «beste praksis» i VA-bransjen. VA/miljøblad nr 46 omhandler legging av undervannsledninger. Der anbefales det generelt å loddbelaste rørledninger for en luftfyllingsgrad på 30 til 35 % på strekninger med jevnt fall ut mot et utløp og for 100 % luftfylling ved høgbrekk. I kostnadsberegningen for denne rapporten har vi tatt høyde for loddvekter tilsvarende 50% luftfylling.

7.2.3 Funksjon dykkerledning

I forprosjektrapporten er det beregnet at vannstanden i dykkerledningen vil ligge på kote 51 ved full drift med dimensjonerende vannføring mot Kvasnes. Enkle manuelle beregninger utført av Norconsult AS viser at vannstanden i dykkerledningen blir stående på ca kote 56 ved dimensjonerende vannføring og med ruhet på K=0,6mm som forutsatt i forprosjektet. Det er fortsatt 5 meter høyde opp til terreng ved ledningens høyeste punkt på Moa. Det er imidlertid viktig at ledningen pluggkjøres jevnlig slik at ruheten på rørveggen ikke får overstige K=0,6mm.

Ved Moa vil det strømme betydelige mengder luft ut av dykkerledningen når pumpene i Breivika starter slik at vannstanden i dykkerledningen stiger. Dette vil medføre mye lukt og det må derfor etableres et luktfjerningsanlegg på Moa med kullfilter og lufterør som føres opp til tilstrekkelig høyde.

7.2.4 Pumping av spillvann fra Langevåg og Djupvika

De planlagte pumpene i Langevåg vil få et pumpetrykk på i størrelsesorden 80 meter vannsøyle og pumpene i Djupvika vil få et pumpetrykk på i størrelsesorden 60 meter vannsøyle. Dette er pumpetrykk som er høyere enn det som vanlige spillvannspumper klarer. Det må derfor brukes pumper som er beregnet for høyere trykk, flertrinns pumper eller seriemontasje av pumper. Flere kommuner har hatt dårlige erfaringer med drift av slike pumpeløsninger sånn at det er viktig at det velges løsninger der leverandørene kan vise til positive driftserfaringer på tilsvarende anlegg.

Årsaken til de høye pumpetrykkene er i hovedsak friksjonstap i pumpeledningene ved dimensjonerende vannføring.

7.2.5 Spylemagasiner for pumpeledninger

Det er i forprosjektet beskrevet at det: «For alle pumpestasjoner som pumper ut på sjøledninger, legges det opp til at det skal bygges fordrøyningsvolumer av en størrelse som muliggjør utskifting av vannvolumet på den lengste strekningen med betydelig motbakke».

Norconsult vurderer at dette er en fornuftig planforutsetning med tanke på selvrensing av pumpeledninger i sjø. Men for pumpestasjonene ved Larsgården, Langevåg, Djupvika, Sunde og Hamnevika er ikke slike spylemagasiner/fordrøyningsvolumer medtatt.

7.3 Kostnadsberegninger

Forprosjektets kostnadskalkyler er gjennomgått og kontrollert basert på forprosjektrapporten og vedlagte tegninger. Kalkylenes enhetspriser er vurdert ut fra erfaringspriser og faglig skjønn mens det for mengdene kun er foretatt enkelte stikkprøvekontroller.

For grøftearbeider på land er det i forprosjektet gitt begrensede opplysninger om grunnforhold, eksisterende infrastruktur, trafikkavvikling og andre lokale forhold slik at Norconsult har ikke har hatt grunnlag for å vurdere forprosjektets priser i detalj. Ut ifra de opplysningene som foreligger virker forprosjektets priser for disse arbeidene å være fornuftige. Det samme gjelder for kummer og pumpestasjoner der prisene er angitt som rundsumposter.

For sjøledningene mener vi at meterprisene som er brukt i forprosjektet er lave. Norconsult mener at det må medregnes høyere kostnader for loddbelastning og legging.

For bygningsmessig arbeider vurderer vi at enhetsprisene som er brukt i forprosjektet stort sett er fornuftige, men at det for enkelte byggverk et tatt med en for liten andel med uspesifiserte kostnader.

Ved dagens RA5 er det i kostnadskalkylen regnet inn en helt ny pumpestasjon mens det i forprosjektet kun var tatt med en mindre ombygging av eksisterende renseanlegg. Årsaken til dette er endring i Ålesund kommunes strategi for drift av dagens renseanlegg.

Forprosjektet er datert i april 2021 og kostnadskalkylen i dette dokumentet er regnet ut fra samme prisnivå og tillagt prisstigning fram til april 2022 samt med en påslagsprosent for å inkludere forventet kostnadsutvikling fram til september 2022.

8 Gjennomføring, framdrift

Forprosjektrapporten omtaler kort regulering av tomt. Arbeidene pågår parallelt med pågående detaljprosjektering, og det er forutsatt at reguleringsplanen vedtas før søknad om rammetillatelse sendes. Forprosjektets framdriftsplan angir at vedtak om godkjent reguleringsplan er gitt innen utgangen av oktober 2022.

Forprosjektrapporten omtaler også byggesøknad, kontakt med Arbeidstilsynet, strømleverandør og kommunenes VA-etat, berørte naboer og andre interesser i området. Det er i forprosjektet omtalt at det må påregnes ytterligere arkeologisk registreringer uten at dette er vist i framdriftsplanen.

Fremdriftsplanen angir at anlegget skal kunne være i full produksjon tidlig i 3. kvartal 2027. Selve byggetiden (klart for prøvedrift) er angitt til noe under 4 år, noe som ansees realistisk.

Hvis vedtak om reguleringsplanen forsinkes av ulike årsaker, vil dette påvirke angitt framdrift. .

9 Entrepriseform og anskaffelsesstrategi

Forprosjektet omtaler de mulige entreprisemodellene:

- Utførelsesentrepriser etter NS8405 (dvs byggherren prosjekterer)
    1. Byggherrestyrte sideentrepriser (antatt 9 sideentrepriser som beskrevet i forprosjektet)
    2. Hovedentreprise. En stor bygg/anleggsentreprise, egne kontrakter for sideentrepriser, evt. med tiltransport av tekniske fag
    3. Generalentreprise, dvs. én kontrakt for all utførelse og koordinering
- Totalentreprise etter NS8407, Entreprenøren står for prosjektering og bygging
- Samspillsentreprise. Forprosjekt med målpris utarbeides i samspill mellom prosjekterende og entreprenør
- BVP (Best Value Procurement), Prosjektstyring og innkjøp som vektlegger entreprenørens kompetanse

Hovedentreprise er anbefalt som entreprisemodell. Hovedentreprise kan utføres på to måter:

- Hovedentreprise for bygg/anlegg med tiltransport av framdrift og administrasjon av sideentrepriser. Framdrift- og koordineringsansvar tillegges hovedentreprenøren, men teknisk ansvar ligger hos sideentreprenørene
- Hovedentreprise for bygg/anlegg med full tiltransport av kontraktene for sideentreprisene. Framdrift- og koordineringsansvar samt fullt teknisk ansvar hos hovedentreprenøren (for alle eller noen av sideentreprisene)

Fordelen med en hovedentreprise er at de enkelte tekniske entreprisene kontraheres direkte med de enkelte entreprenørene/leverandørene, hvor byggherren har mulighet til å gjennomføre forhandlinger med valg av utstyr av ulike fabrikat.

Hvorvidt det bør velges en modell med kun tiltransport av framdrift og administrasjon av sideentrepriser, eller en modell med full tiltransport, avhenger av kapasiteten på byggherrens prosjektadministrasjon.

Vi er enige i at det bør velges en entreprisemodell som er basert på en hovedentreprenør med tiltransport av tekniske sideentrepriser. Hvorvidt det bør velges tiltransport av framdrift og koordineringsansvar, eller full tiltransport av sideentreprisene kan med fordel besluttes senere, når kapasiteten til byggherrens prosjektstab er besluttet.

Ved en full tiltransport kan følgene oppdeling være aktuelt:

- Hovedentreprise for bygg/anleggsarbeider (bygningsmessige arbeider, grunnarbeider, uttak av berg)/VVS med full tiltransport av sideentreprisene for elektrotekniske anlegg, automasjon og driftskontroll og maskinteknisk utstyr. Entreprisene for ledningsanlegg på land og sjøledninger kan være selvstendige sideentrepriser uten tiltransport siden disse entreprisene kan utføres uavhengig av de øvrige arbeidene.

Begrunnelsen av denne entreprisemodellen er at byggherren har mindre ansvar for koordinering og teknisk oppfølging av sideentreprisene sammenlignet med en modell hvor kun framdrift og administrasjon av sideentreprisene inngår i hovedkontrakten.

Det bemerkes imidlertid at full tiltransport der kontraktsansvar for alle nevnte fag legges på én entreprenør, kan være vanskelig å få aksept for i markedet, og kostnaden for dette kan bli svært høy pga. risikoøkning. Byggentreprenører har generelt liten eller ingen erfaring med å håndtere spesialfagene maskin og automasjon. Entreprisene maskin, automasjon og driftskontroll bør her også tillegges ansvar for prøvedrift som vil løpe lenge etter at bygg- og anleggsentreprise er ferdigstilt og overtatt.

Med utførelsesentrepriser iht. NS8405 innebærer det at prosjekteringen i utgangspunktet gjøres av byggherre. Der hvor der gjøres innkjøp av maskiner og prosjekteringen består av dimensjonering, arrangement og sammenkobling av maskiner, er dette fint gjennomførbart. For biotrinnet bør det imidlertid vurderes om dette enten skal leveres som en totalentreprise, eller innenfor en NS8405-kontrakt hvor deler av prosjekteringen pålegges entreprenør. Dette har sammenheng med at deler av leveransen ikke kan kjøpes som ferdige standardprodukter, og hvor entreprenørenes «know-how» mhp. utforming av de enkelte delene med fordel kan utnyttes.

10 Kostnader

10.1 Kostnadsberegning

Som nevnt er det som underlag for uavhengig kontroll av kostnadene tatt utgangspunkt i erfaringsverdier for tilsvarende arbeider og leveranser som er beskrevet i forprosjektet. Erfaringstall er dels hentet fra pågående eller nylig avsluttede oppdrag, dels fra leverandørestimat, Norsk Prisbok, og dels fra kjente listepriser. Mengder er hentet fra tegninger og flytskjema.

Der det ikke er angitt tilstrekkelige detaljer i underlaget, har vi vurdert de store og kostnadsstyrende elementene, og gjort egne vurderinger av disse kostnadselementene. Basert på dette har vi fått frem «vår» basiskalkyle.

Endringene i omforent nivå på basiskalkylen for entreprisekostnadene, sammenlignet med basiskalkylen til Asplan Viak, fremgår av nedenforstående tabell, med kostnadsbeløp uttrykt i prisnivå april 2021:

		Fra samlingen prisnivå april 2021	Asplan Viak prisnivå april 2021	Differans
Kode	**Beskrivelse**	**SUM - ekskl.mva.**	**SUM - ekskl.mva.**	**SUM - ekskl.mva.**
	Overføringsanlegg	**311 081 789**	**274 712 505**	**36 369 284**
1	*Felleskostnader*	*45 310 292*	*50 629 525*	*-5 319 233*
2	*Kummer felles*	*9 706 481*	*6 394 624*	*3 311 857*
3	*Kummer Sula*	*450 000*	*450 000*	*0*
4	*Kummer Ålesund*	*2 131 494*	*2 130 969*	*525*
5	*Landledninger felles*	*11 658 375*	*11 539 375*	*119 000*
6	*Landledninger Sula*	*23 794 396*	*23 794 396*	*0*
7	*Landledninger Ålesund*	*55 593 263*	*55 230 000*	*363 263*
8	*Pumpestasjoner Sula*	*12 100 000*	*9 600 000*	*2 500 000*
9	*Pumpestasjoner Ålesund*	*28 768 367*	*15 922 866*	*12 845 501*
10	*Sjøledninger felles*	*52 539 926*	*37 928 800*	*14 611 126*
11	*Sjøledninger Sula*	*22 672 860*	*22 269 850*	*403 010*
12	*Sjøledninger Ålesund*	*46 356 337*	*38 822 100*	*7 534 237*
	Nytt renseanlegg Sula	**675 888 253**	**509 064 917**	**166 823 336**
1	*Felleskostnader*	*122 675 362*	*54 389 804*	*68 285 558*
2	*Bygg*	*186 554 154*	*153 413 743*	*33 140 410*
3	*Berg*	*173 148 690*	*143 465 416*	*29 683 274*
4	*Elektro*	*40 963 608*	*29 745 000*	*11 218 608*
5	*Automasjon*	*25 653 045*	*32 615 000*	*-6 961 955*
6	*VVS*	*41 378 700*	*38 852 400*	*2 526 300*
7	*Maskin / prosess*	*85 514 694*	*56 583 554*	*28 931 140*
	Entreprisekostnader - basiskalkyle	**986 970 042**	**783 777 422**	**203 192 619**

Vår basiskalkyle er således en del høyere enn tilsvarende angitt i forprosjektet – ca 166,8 mill kr for avløpsrenseanlegget og ca 36,4 mill for overføringsanleggene. Vår kalkyle for avløpsrenseanlegget ligger høyere på felleskostnader, bygg/anleggsteknikk, elektro, maskin/prosess og ledningsanlegg, og noe lavere på automasjon.

10.2 Usikkerhetsanalyse

Usikkerhetsanalysen er vedlagt i sin helhet. Resultatene er som vist nedenfor.

Analysen tar for seg de totale prosjektkostnadene, med unntak av de kostnadselementene som i basisforutsetningene er oppgitt ikke skal inngå.

Usikkerhetsanalysen konkluderer med at anbefalt kostnadsramme (P85) for de to delprosjektene - ekskl. mva. ligger på **2 068,8 MNOK.**

Hovedtallene i analysen er følgende, basert på entreprisekostnad med prisnivå april 2022:

Delprosjekt	Entreprise-kostnad MNOK	Basiskalkyle ekskl. mva. MNOK	P50-verdi ekskl. mva. MNOK	P85-verdi ekskl. mva. MNOK
Overføringsanlegg	385,2	453,1	567,8	642,3
Avløpsrenseanlegg	788,2	955,4	1 261,2	1 426,5
SUM	**1 173,4**	**1 408,5**	**1 829,0**	**2 068,8**

Sammenstilling av basiskalkylen og usikkerhetspåslagene til P50-verdi og P85-verdi – sortert på fag for renseanlegget og strekninger/anlegg for overføringsanlegget:

Kode	Beskrivelse	Uspesifisert	Grunnkalkyle	SUM - ekskl.mva.
	Overføringsanlegg	**36 801 918**	*348 353 482*	**385 155 400**
1	*Felleskostnader*	*0*	*51 064 699*	*51 064 699*
2	*Kummer felles*	*0*	*11 351 504*	*11 351 504*
3	*Kummer Sula*	*0*	*507 150*	*507 150*
4	*Kummer Ålesund*	*0*	*2 476 594*	*2 476 594*
5	*Landledninger felles*	*2 331 675*	*11 258 883*	*13 590 558*
6	*Landledninger Sula*	*4 758 879*	*22 235 308*	*26 994 187*
7	*Landledninger Ålesund*	*11 118 653*	*51 838 337*	*62 956 989*
8	*Pumpestasjoner Sula*	*0*	*13 595 000*	*13 595 000*
9	*Pumpestasjoner Ålesund*	*2 600 000*	*29 821 950*	*32 421 950*
10	*Sjøledninger felles*	*6 884 556*	*66 671 340*	*73 555 896*
11	*Sjøledninger Sula*	*2 957 330*	*28 784 674*	*31 742 003*
12	*Sjøledninger Ålesund*	*6 150 827*	*58 748 045*	*64 898 871*
	Nytt renseanlegg Sula	**73 494 784**	*714 749 121*	**788 243 905**
1	*Felleskostnader*		*142 844 950*	*142 844 950*
2	*Bygg*	*35 131 924*	*175 114 607*	*210 246 531*
3	*Berg*	*17 391 460*	*183 807 317*	*201 198 777*
4	*Elektro*	*3 723 964*	*45 801 038*	*49 525 003*
5	*Automasjon*	*2 332 095*	*28 682 436*	*31 014 531*
6	*VVS*	*6 902 700*	*43 124 148*	*50 026 848*
7	*Maskin / prosess*	*8 012 640*	*95 374 625*	*103 387 265*
	Entreprisekostnader - basiskalkyle	**110 296 703**	**1 063 102 603**	**1 173 399 306**
A8	**Generelle kostnader - overføringsnlegg**			**66 976 418**
A8	**Generelle kostnader - renseanlegg**			**161 148 781**
1-A8	**Byggekostnader - basiskalkyle**			**1 401 524 505**
9	**Spesielle kostnader - overføringsanlegg**			**1 000 000**
091	Løst inventar og utstyr			*0*
092	Tomt			*0*
093	Finansiering			*0*
099	Andre spes. kostnader			*1 000 000*
9	**Spesielle kostnader - renseanlegg**			**6 000 000**
091	Løst inventar og utstyr			*500 000*
092	Tomt			*2 500 000*
093	Finansiering			*0*
099	Andre spes. kostnader			*3 000 000*
10	**Merverdiavgift**			**0**
1-10	**Basiskostnad - basiskalkyle**			**1 408 524 505**
11	Forventet tillegg, reserve			420 471 078
1-11	**Prosjektkostnad - P50**			**1 828 995 583**
12	Usikkerhetsavsetninger , margin			239 824 561
1-12	**Kostnadsramme - P85**			**2 068 820 144**
13	Prisregulering til bevilgning			43 100 420
1-13	**Kostnadsramme - P85 - inkl. prisregulering til sept. 2022**			**2 111 920 564**

Kumulativ kostnadsfordeling (S-kurve) viser prosjektkostnadene med varierende sannsynlighet for ikke å bli overskredet (konfidensnivå). S-kurver for hhv. overføringsanlegget og avløpsrenseanlegget er vist i usikkerhetsanalysen i vedlegg R-FEL-04, men det er ikke angitt S-kurve for de to prosjektene sammenslått.

11 Vedlegg

Rapport R-FEL-04; Kalkyle og usikkerhetsanalyse

Internt notat N-El/Aut-01; Kvalitetssikring av kostnader for elektro og automasjon