

Ålesund og Sula kommune

Forprosjekt - skisseprosjekt

4. juli 2016

Felles avløpsrenseanlegg

Solavågen



Oppdragsnr.: 5163155 Dokumentnr.: 01 Versjon: B01 – For kommentar

Oppdragsgiver: Ålesund og Sula kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Karsten Almås
Rådgiver: Norconsult AS, Retirovegen 4, NO-6019 Ålesund
Oppdragsleder: Oddbjørn Ringset
Fagansvarlig: Poul Degn Pedersen
Andre nøkkelpersoner: Torgeir Sandøy



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

Sammendrag

Det primære mål med prosjektet var å vise mulighetene for bygging av fjellanlegg på ca. 70.000 PE, og angi veitilkomst mv. Det er vist, at det kan la seg gjøre å etablere et fjellanlegg, og vi mener, at vi med denne rapporten har fremlagt et grunnlag der gjør det mulig å treffe beslutninger om etablering av et fjellanlegg, også hvilken anleggstype det bør bli.

Fjellforholdene er vurdert til å være gode for fjellanlegg, og det skjønnes at innlekking eller utsiving av vann vil være så liten, at noen prosessanlegg vil kunne stå i rå fjell uten problemer. Det er fin høyde på fjellet, noe som gjør, at det kan etableres relativt store fjellhaller.

For å påvirke området så litt som mulig adkomstveien i dagen lagt tett på sjøen, og administrasjonsbygget tilpasset et moderne byggeri ved sjøkanten!

Renseteknisk er det skissert 3 løsninger, hvor de 2 tilfredsstillers dagens rensekraft, primærrensing, mens den 3 løsning tilfredsstillers sekundærrensekraft.

- Alternativ A: baserer seg på en tradisjonell sedimenteringsløsning - primær
- Alternativ B baserer seg på Båndfiltre
- Alternativ C baserer SBR (Sequencing Bathreactor), som er et anlegg basert på aktiv slam

Alternativ A og C ligger på samme nivå, mens alternativ B er 10 – 12 % billigere i totale investeringskostnader.

Alt A: 176 mil kr
Alt B; 157 mil kr
Alt C: 178 mil kr.

Kapitalkostnader i forhold til avskrivning over 40 år på bygg og 10 år på alt øvrig med 4 % realrente gir følg:

Alt A: 14,1 mil kr
Alt B; 12,9 mil kr
Alt C: 14,7 mil kr.

Driftskostnadene er beregnet til:

Alt A: 6,3 mil kr
Alt B; 5,6 mil kr
Alt C: 8,1 mil kr.

Personellkostnader er ikke inkludert, men det er forutsatt at det vil samme bemanning uansett valg av anleggstype.

Renseteknisk vil båndfiltre kunne klare rensekraften til SS. hvorvidt BOD₅ kravet oppfylles avhenger mye av løst andel av BOD₅. Jo større del der er partikulær jo større sjanse for å overholde kravet. Lange pumpeledninger med fullt løpene rør gir anaerobe forhold og dermed mye løst organisk stoff. Det kan gjøre primærrensingen problematisk.

Sedimenteringsstanke vil i utgangspunktet have større SS fjernelse, og det er relativt nemt med koagulant og evt. polymer at forøke rensegraden vesentlig både for SS og for BOD₅.

Vår anbefaling går på at etablere alternativ C, SBR anlegget, som vil kunne rense til sekundærkravet, og dermed sikre anlegget mod investeringer i supplerende prosesser mange år fremover.

Investeringen er den samme som sedimenteringsanlegget og de 2 mil i forøkte driftsomkostninger vurderes som en lav pris for at få så mye ekstra rensing. Så målt ut fra en vurdering av mest miljø for pengene og størst mulig fremtidssikring, er vi ikke i tvil om å anbefale alternativ C.

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Forutsetninger for prosjektet	7
2	Dimensjoneringsgrunnlag	8
2.1	Dimensjoneringsforutsetninger	8
3	Renseprosess – prosess og maskin	9
3.1	Generelt	9
3.2	Tegninger	9
3.3	Renseprosess – forbehandlingsdel	9
3.3.1	Utjevning og innløpsumpestasjon	10
3.3.2	Riststasjon	12
3.3.3	Sandfang	13
3.4	Primær rensetrinn	15
3.4.1	Alternativ A: Sedimenteringsbassenger.	15
3.4.2	Alternativ B: Båndfiltre	17
3.5	Biologisk sekundær rensetrinn.	19
3.5.1	Alternativ C: SBR – anlegg (Sequencing batch reactors)	19
3.6	Utløp	22
3.7	Slambehandling.	22
3.8	Anlegg for prosessvann	23
4	Berg- og byggetekniske arbeider	24
4.1	Generelt om utformingen av anlegget	24
4.2	Ingeniørgeologiske- og hydrogeologiske vurderinger	24
4.2.1	Behov for supplerende undersøkelser	25
4.3	Bergsikring	25
4.4	Vannsikring av bergrom	26
4.5	Byggeteknisk utførelse	26
4.6	Branntekniske vurderinger	27
4.7	Tilkomst til anlegget	28
4.8	Administrasjonsbygg	28
5	VVS-anlegg	29
5.1	Ventilasjon og luftbehandling	29
5.1.1	Ventilasjonstekniske valg basert på prosess	29
5.1.2	Systemoppbygging av hovedaggregater	29
5.2	Lukt til omgivelsene	30

5.3	Varmetilførsel	30
5.4	Sanitær anlegg	31
5.5	Øvrige anlegg	31
6	Elkraft- og automatiseringsanlegg	32
6.1	Elektro	32
6.2	Automatisering	32
7	Øvrige forhold	34
7.1	Akustiske forhold	34
8	Kostnadskalkyler	35
8.1	Investeringskostnader	35
8.2	Kapitalkostnader	35
8.3	Drift- og årskostnader	36
9	Biogassanlegg – Option	37
10	Fremtidssikring	40
10.1	Forbehandling	40
10.2	Alternativ A, sedimentering	40
10.3	Alternativ B, Båndfiltre	40
10.4	Alternativ C, SBR – anlegg	41
10.5	Slambehandling	41
11	Prosjektgjennomføring/fremdrift	42
11.1	Entrepriseoppdeling	42
11.1.1	Bygge- og anleggstekniske arbeider	42
11.1.2	Prosess og maskin	42
11.1.3	Elkraftinstallasjoner, Automasjon og SRO	43
11.1.4	VVS-anlegg	43
11.2	Fremdriftsplan	43

1 Innledning

Sula Kommune har gjort vedtak om å bygge nye renseanlegg i Langevåg og på Sunde. Ny kunnskap om resipienter mv. har medført forslag om å samle avløp på et nytt anlegg på Sunde. Ålesund Kommune har krav om oppgradering på 2 anlegg og forventer slikt fremtidig krav til Åse renseanlegg.

Av hensyn til miljøet, da Storfjorden vurderes som den best egnede resipient for avløpsvann, samt av hensyn til økonomi med stordriftsfordeler ønsker Sula og Ålesund kommuner en utredning for å bygge felles avløpsrenseanlegg.

Prosjektet har som mål å legge frem tilstrekkelig grunnlag for politisk vedtak om eventuell bygging av felles renseanlegg for Sula og Ålesund.

1.1 Forutsetninger for prosjektet

Prosjektet er forutsatt utført som en utredning delvis på forprosjektnivå og forutsettes å inneholde:

- Avklaring av muligheter for bygging av fjellanlegg inkludert vegtilkomst. Herunder er det vurdert grunnforhold mv.
- Skissering av renseløsninger med tilhørende arealbehov (ca. 70.000 pe), krav er primærrensing, men tilrettelegges for utvidelse til sekundærrensing.
- Vurdering av plassering og dimensjonering av utjevningsbasseng foran renseanlegg som også skal fungere som felles tilknytningspunkt for avløpet fra Sula og Ålesund.
- Fremdriftsplan for bygging av renseanlegg og fjellhall med adkomst
- Kostnadsoverslag for bygging av fjellhall med adkomst og renseanlegg, samt vurdering av driftskostnader.

2 Dimensjoneringsgrunnlag

2.1 Dimensjoneringsforutsetninger

Dimensjoneringsgrunnlaget er sammensatt av registrerte data fra 2014 til mai 2016) fra Ålesund RA3 + RA4 + RA5 + RA6, samt opplyste (skjønnnet) data fra Sula.

Registrert belastning	største ukentlige middel BOF5	største ukentlige middel PE(BOF5)	Middel SS belastning	Middel PE	Q _{maxdim}	Q _{dim}	Q _{maksdim}	Q _{dim}
	kg BOF5/d	PE/d	kg SS/d	PE/d	l/s	l/s	m ³ /h	m ³ /h
RA3+4+5+6	3.390	56.500	2.873	41.048	515	255	1854	918
Sula*	660	11.000	630	9.000	130	65	468	234
Sum	4.050	67.500	3.503	50.048	645	320	2322	1152

Tabell 1. Registrert belastning 2014 – 2016 (mai). * skjønnet

Dimensjonerende belastning er ut fra dagens belastning oppgitt til 70.000 PE basert på flg. definisjoner:

DEFINITION	PE belastning	
BOF5	60	g/pers*d
KOF	120	g/pers*d
SS	70	g/pers*d
P	12	g/pers*d

Fremtidig belastning	Middel PE	Middel SS belastning	Middel BOF5 belastning	Middel KOF belastning	Middel P belastning	Q _{middel}	Q _{maksdim}	Q _{dim}
	PE/d	kg SS/d	kg SS/d	kg SS/d	kg SS/d	m ³ /d	m ³ /h	m ³ /h
RA3+4+5+6	56.000	3.920	3.360	6.720	101	22400		
Sula	14.000	980	840	1.680	25	5600		
Sum	70.000	4.900	4.200	8.400	126	28000	2340	1260

Tabell 2: Dimensjoneringsgrunnlag.

Q_{maksdim} er den maksimale vannmengde som behandles på anlegget. Dersom Q > Q_{maksdim} by-passes direkte til utløp.

3 Renseprosess – prosess og maskin

3.1 Generelt

Anlegget skal kunne rense til primærrensekravene, og være forberedt for senere utvidelse til sekundærrensing.

Tradisjonelle primærrenseanlegg med etterfølgende sekundær rensing viser seg ofte meget dyrere, end å gå på sekundær rensing fra start. Ofte vil man enda kunne etablere sekundær rensing for samme anleggskostnader som primærrenseanlegg. På den baggrund har vi skissert 3 løsningsalternativer:

Alt A: Primærrensing i sedimenteringsbassenger

Alt B: Primærrensing på båndfiltre.

Alt C: Sekundær rensing på SBR – anlegg (sequencing batch reactors- basert på aktiv slam).

Forbehandlingsdelen på renseanlegget omfattende innløpsspumpestasjon/utjevning, ristebyggverk og sand- og fettfang vil være ens i alle 3 alternativene.

I dette avsnittet gjennomgås anlegget systematisk med prosess- og funksjonsbeskrivelse for alle prosessavsnitt. Beskrivelsen følger vannets vei gjennom anlegget.

3.2 Tegninger

Det er utarbeidet skissetegninger, plan og snitt, samt Pi-diagrammer, hydraulisk snitt og massebalanser. Alle tegninger er samlet i Bilag 1.

3.3 Renseprosess – forbehandlingsdel

Forbehandlingen omfatter her innløpsspumpestasjon, riststasjon, sand- og fettfang. Tegninger vist i bilag 1. herunder oversiktsplan for forbehandlingen.

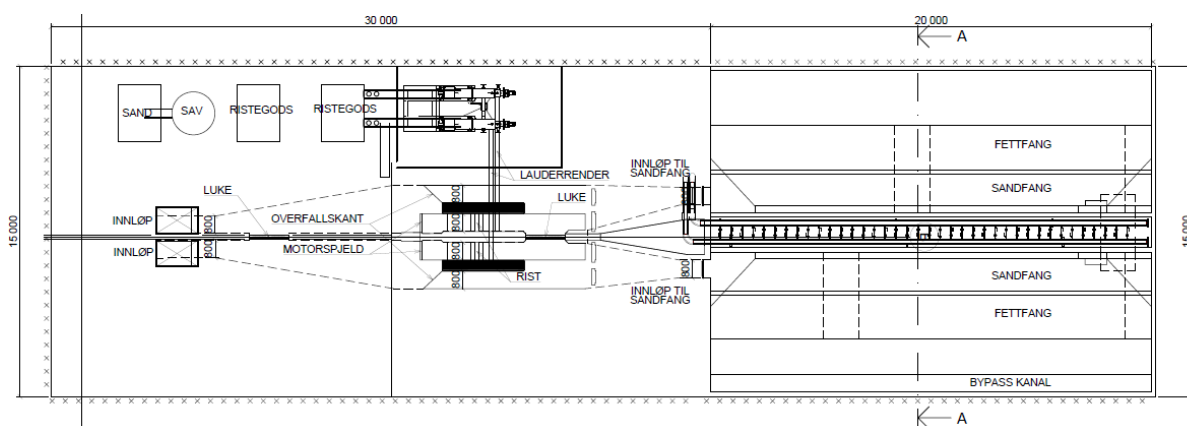


Fig. 1: Oversiktsplan

3.3.1 Utjevning og innløspumpestasjon

Utjevningsskapasiteten er ikke på nåværende tidspunkt nem at forutsi, da det ikke helt er avgjort om utjevning skal skje ved de enkelte pumpestasjoner, eller om det skal skje sentralt der, hvor avløpsvannet fra hhv. Sula og Ålesund møtes, eller ved renseanlegget.

I priskalkulasjonen er det forutsatt, at utjevning plasseres ved renseanlegget. Det kan være som et utjevningssjø eller alternativt kan en tilløpstunnel ha tilstrekkelig med dimensjoner til at kunne fungere som utjevningssjø. Ut fra de geologiske forholdene er det umiddelbart vurdert, at en boret sjakt vil være mest optimal. Et basseng på 2000 m³ vil være nok til en særdeles god utjevning. Begge deler forutsettes å kunne stå i rå fjell.

Prismessig er det ikke stor forskjell på, hvor utjevningssjøen plasseres eller etter hvilken modell det etableres.

Det forutsettes, at det på tross av god høyde ved påhugg av tilløpssjakt er nødvendig med innløpspumper.

Innløpspumpene pumper vannet fra pumpebassenget i utjevningssjøen til innløpskanalene før ristene. Det etableres overløp i disse kanalene, hvor vannet ledes tilbake til pumpebassenget.



- 2+1 sentrifugal pumper, 325 l/s Hgeo - geometrisk løft skjønnet til 3 m, motorstørrelse 25 kW, med frekvensformere – tørroppstilt.
- 2 pumpeledninger DN500
- 6 manuelle avsperringsventiler og 3 tilbakeslagsventiler.
- 2 pneumatiske bypass ventiler on/off.
- 2 stk. Jetflushpumper, 30 l/s for renhold av bassenger, Hgeo 5 m, motorstørrelse 12 kW

- 2 induktive flowmålere
- H₂S og metanmålere med visuell og audio alarm
- pH – måler
- 2 nivåmålere, ultralyd (online giver og bryter)

En utjevning ved en PID-regulering, som holder nivået i utjevningsvolumenet lavt, vil senke varigheten av maksimumsverdiene og medføre få tilfeller med maksimal hydraulisk belastning på sedimenteringsbassengene. Pumpene drives alternerende, så det blir like stort

slitasje på dem, dette styrs via bypass ventilene. Med høy vannstand i lengere perioder kan det oppstå en problematikk med sedimentering. Dette imøtegås med Jetflushpumpene, som styrs av nivå og tid.

3.3.2 Riststasjon

Vannet ledes via innløpskanalene til riststasjonen. Det installeres 2 rister, 6 mm hullbåndriste eller step screen. Kapasiteten på disse er 650 l/s på hver rist, således at 1 rist kan ha full kapasitet - $Q_{maksdim}$.

Der er flere muligheter for kapasitetsøkning i riststasjonen. Først og fremst etableres omløpskanal for hver rist. Det betyr, at ved å sette riste i disse kanalene vil kapasiteten kunne fordobles. Teoretisk ønskes et maksimalt trykktap på 300 – 400 mm over ristene så det oppnås relativt lille oppbygging av ristgods og dermed mindre følsomhet for oppstuvning før ristene ved plutselig høy vannføring. Problemer med trevler og annet på kanter og i sprekker vil således minimeres.

Det etableres ristgodspresse/vasker og transportsystem for avlesning av ristgods til containere.

Belastning	PE	70.000	l/pers*år	TS
Ristgods	m3/d	0,48	2,5	25%
Sand	m3/d	0,24	1,25	75%

Tabell 3. Antatte ristgods- og sandmengder

Ristgodscontainerne bør minimum være 6 m³, hvilket svarer til 10 – 12 døgns kapasitet pr. container. Det er kalkulert med 2 ristgodscontainere.

Utstyr:

- 2 stk. 6 mm hullrister (f.eks. Huber) eller step screen (f.eks. Meva) plasseres i 800 mm ristkanal. Motor 2,5 kW med frekvensomformere. På ristene er montert magnetventiler, rengjøringsbørster, spylevandstilslutning mv.
- 8 stk. motorspjeld før, etter og mellom ristene, bredde 800 mm.
- 2 (1+1) stk. Lauderrenne for transport av ristgods til ristgodspresse/vasker. Alternativt kan anvendes skruetransportør.
- 2 (1+1) stk. ristgodspresse/vasker, kapasitet 5 m³/h, motor 4 kW.
- 2 stk. transportsskrue til ristgodscontainere
- 2 stk. ristgodscontainere, 6 – 12 m³ med fordelerskrue, utsugningsstuss, og kjøreskinner
- Traverskran til løft av utstyr (dekker ristcontainere, rist og sand- og fettfang)

Instrumenter:

- 4 nivåmålere i kanaler før og etter ristene
- 2 nivåmålere for styring av presse/vasker og giver for styring av containeroppfylling.
- 1 nivåavbryter ristegodspresse/vasker

Funksjon og styring

Ristene styres etter differens på nivået før og etter ristene. Når differensen blir høy starter ristene. De styres individuelt. Ristemotor (belte/stepmotor) starter samtidig med børstene, og ristgodset faller ned i lauderenden. Spyling styres på tid og er lift forsinket i forhold til beltestart. Spylevann fra ristene og transportvann tilføres ristegodspresse/vasker via lauderrennen.

En lauderrenne og en ristgodspresser/vasker kan håndtere ristgods fra begge riste, hvilket gir 100% redundans, så det alterneres så begge systemer slides likt.

Aktivisering av ristmotor medfører aktivisering av ristgodspresser/vasker. Vasket og presset ristgods transporteres via skruetransportør til ristgodscontainer.

3.3.3 Sandfang

Vannet ledes etter ristene til kombinert langsgående luftet sand- og fettfang. Det oppbygges som dobbelt sand- og fettfang med sandskrapere, som leder sandet til sandlommer, hvorfra det pumpes til sandvasker, samt fettskrapere, som skrapet fett til fettbrønn, hvorfra det pumpes til slambuffertank 1 før foravvanning.

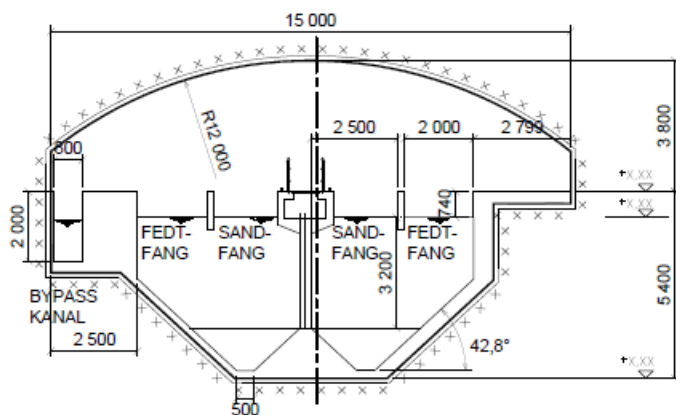


Fig. 3: sand- og fettfang

Tabellen under viser data for sand- og fettfang

Samlet volum		m ³	380
Volum sandfang		m ³	306
Volum fettfang		m ³	74
Samlet overflate		m ²	180
Overflate sandfang		m ²	100
Overflate fettfang		m ²	80
HOT min	12,8	v Q _{dim}	
HOT min	7,8	v Q _{maksdim}	
HOB (fettfang) m ³ /m ² *h		18	v Q _{dim}

Tabell 4: Dimensjonering av luftet sand- og fettfang.

Dimensjoneringen av sandfangsdelen er prioritert (volum – oppholdstid – helning på skråvegg), så fettfang-delen er så stor den kan bli når alle krav til sandfanget er oppfylt. Erfaringsmessig skal hydraulisk overflatebelastning på fettfanget ligge mellom 15 og 25 $\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ i maks. tørrvæstilrenning, og på min 18 $\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ på Q_{dim} .

Luft til sandfanget tilføres via luftespyd fordelt på sandfangets lengde, og luftbehovet er beregnet til 376 Nm^3 , hvilket svarer til 1,2 Nm^3/h pr m^3 sandfangsvolum og til 9,4 Nm^3/m sandfang. Dette vil gi en optimal sirkulasjonshastighet over den skrå bunn på 0,20 – 0,25 m/s for utskillelse av sand. Dette samt oppholdstiden medfører teoretisk at sandpartikler ned til 125 -150 mikron fjernes > 90 % ved Q_{dim} .

Sand pumpes fra sandlommer til sandvasker.

Sandvaskeren utstyres med hydrosyklon hvor sanden skilles ut og dumper ned i sandvaskeren hvor spylevann tilsettes under omrøring. Slamvandet (Slam og rejekt) føres tilbake til innløpskanalen. Sanden avvannes via skruetransportør og skrues deretter til sandcontaineren. Det er kalkulert med en sandcontainer på minimum 6 m^3 , hvilket gir 20 – 25 døgns kapasitet.

Sandmengdene er basert 2,5 l/PE*år ved 50 % TS/40 % GTS. Etter sandvasker 90 % TS/3 % GTS, svarende til 1,25 l vasket sand/PE*år. Se tabell 3.

Fett skrapes av på overflaten i fettfangdelen og ledes via renne til fettbrønnen, hvorfra det pumpes til eksisterende fettkammer, og herfra videre til råtnetank i eksisterende system.

Sand- og fettfanget bygges i betong.

I utløpet av sand og fettfanget er det etablert regulerbar overløpskant, kip, som sikrer at vannstanden er konstant i sandfanget. Det etableres omløpsmulighet fra sandfang direkte til utløp, så etterfølgende trinn kan by-passes.

Utstyr:

- 3 (2+1) blåsere (Rootsblåsere) til prosessluft, 400 Nm^3/h * 0,5 bar pr. stk. Motor 5,5 kW. frekvensomformere.
- 2 sandskrapere, evt. kjedekarper. Motor 2,2 kW
- 2 fettskrapervogner, 0,37 kW.
- 2 sandpumper, Sentrifugal 2,9 kW
- 2 fettpumper, eksenterskrue, 2,2 kW
- 40 diffusorrør (luftespyd) Ø25, Forsyningsrør Ø150.
- 1 sandvaskere, kap. 15 -20 l/s, 1-omrører, installert 1,5 kW
- 1+1 transportør, 4 m, installert 1,1 kW.
- 1 luke med gir/motor plassers i veggen midt mellom sandfangskanalene. KW 0,37
- 2 regulerbare luker – kippe - til vannstandsregulering med gir/motor plassers ved utløp av sandfang. 1,5 kW
- 1 stk. sandcontainer, 6 – 12 m^3 med fordelerskrue, utsugingsstuss, og kjøreskiner

Instrumentering:

- 2 nivåålere sandfang
- 1 nivåmåler sandvasker
- 1 nivåbryter sandvasker
- mengdemåler med readkontakter sandvasker
- digitale fylдемeldere til container
- nivåmåler fettbrønn

Styring:

Skrape styres av timer og hastigheten kan reguleres i forhold til sandmengde. Sandpumper styres on/off etter skrape posisjon og etter timer.

Sandvaskerne styres etter nivå i vaskekammer

Fettpumper styres etter nivå i fettbrønn.

de regulerbare utløpsluker reguleres etter nivå i sandfang og tilløpskanal – PID regulering.

3.4 Primær rensetrinn

Alternativ A og alternativ B omfatter primær rensing.

Rensekrav her er 50 % SS reduksjon og 20 % BOF_5 reduksjon, eller utslipp mindre end hhv 60 mg SS/l og 40 mg BOF_5 /l. Enten skal % kravet eller konsentrasjonskravet overholdes på begge parametere.

3.4.1 Alternativ A: Sedimenteringsbassenger.

Prosessflow prinsipp vises herunder.

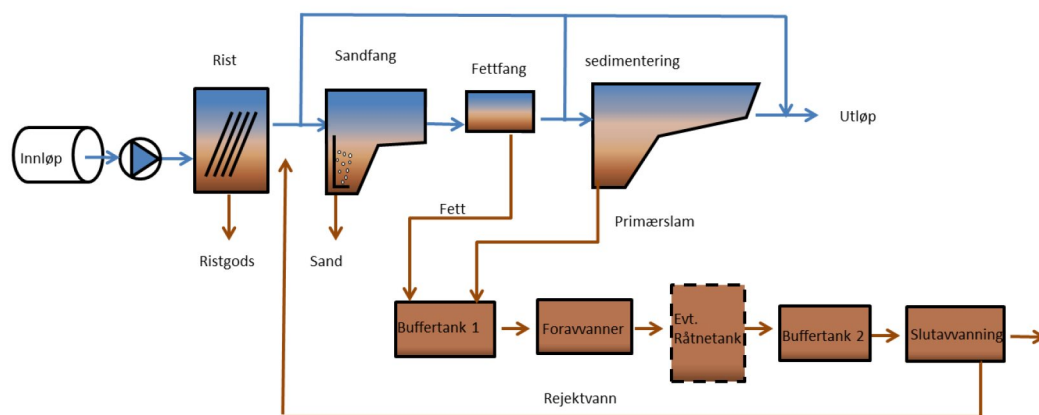


Fig 4: prosessflow – Alt. A: sedimentering

Fra sand- og fettfanget ledes vannet til fordelingskanal, hvorfra det fordeles til 4 sedimenteringsbassenger, fordelt på 2 fjellhaller. I Bilag 2 viser massebalansen for alternativ A. Det er kalkulert med en litt bedre renseseffekt enn akkurat primærkravet. Her er regnet med ca. 60 % SS reduksjon og ca. 40 % BOD reduksjon.

Bassengene støpes med betongbunn og vegger av betong. Dette av hensyn til skrapesystem, med bunnskrap og overflateskrap.

Selve innløpsarrangementet arrangeres, slik at vannet ledes inn over hele bassengets bredde, dels under og over overfallskant, så sedimenterende stoff og flytestoffer tilføres bassenget. (eksempel i fig. 5)

Innløpsarrangementet og dermed bassenget stenges med luke med girmotor.

Hvert basseng har bunnskraper, som skrapper slammet til slamlommene, hvorav det bygges 3 stk. i hvert basseng. I de eksisterende bassengene lukkes eksisterende slamlommer og det bygges nye slamlommer i enden av bassengene.

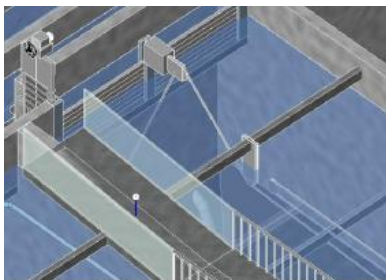


Fig.5: Eksempel på innløp til sedimenteringsbassenger og del av skrapesystem

Evt. flyteslam fjernes med slamskraper som skrapper slammet til en vippekanal, hvorfra slammet føres til pumpesump og pumpes til slambuffertank før foravvanning (buffer 1).

Primærslammet suges ut av slamlommene og pumpes til slambuffertank 1 før foravvanning.

Utløpet fra sedimenteringsbassengene foregår via overløpskanter i den siste halvdel av bassenget. Overløpskantene er utformet som sirkulære huller med 60 mm i diameter plassert i vannoverflaten på hver side av et Ø400 rør, som fungerer som utløpsrenne (se eksempel fig 6). I hvert basseng plasseres 4 rør. Rørene plasseres på tvers av bassenget og leder vannet til en samlekanal, som leder vandet retur under tilløpskanalene til utløpsrør, som følger trasé i midtkorridoren ut gjennom adkomsttunellen til Storfjorden.

Det etableres 0,6% fall i alle sedimenteringsbassenger mod slamlommene.

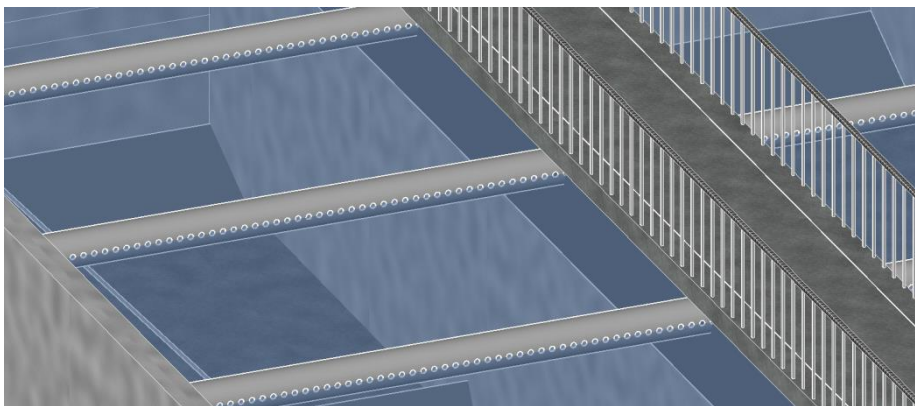


Fig. 6: Rør som utløpsrenne med 60 mm huller.

Designdata

Sedimenteringsbassengene er 40 m lange, 6 m bredde og 4,5 m dype. Designdata fremgår av tabell 5.

	70.000 PE	
Antall sedimenteringstanker	4	stk
Volum	4.320	m ³
Overflate	960	m ²
HOB ved Q _{maksdim}	2,44	m ³ /m ² *h
HOB ved Q _{dim}	1,31	m ³ /m ² *h
HOT ved Q _{maksdim}	1,85	h
HOT ved Q _{dim}	3,43	h

Tabell 5: Designdata sedimenteringsbassenger.

Utstyr:

- 8 avsperringsspjeld 500 mm bredde, Aumagir. tilløp og utløp.
- 4 stk. innløpsarrangement (med aluplanker)
- 4 stk. bunnskraper og overflateskrapesystem som kjedeskrapere eller lineskrapere
- 4 stk. vipperenner for overflateslam
- 16 stk. utløpsrør, 4 stk. pr. basseng Ø400, med 32 stk. 60 mm huller pr. rør.
- 4 stk. overskuddsslampumper, 2 pr. hal (2 bassenger), motor 3,5 kW
- 8 stk. avsperringsventiler, manuelle og 4 stk. tilbakeslagsventiler
- Alle rør – AISI 316

Instrumentering:

- 1 flowmåler primærslam
- 1 rørmontert SS måler primærslam
- 4 nivåånlere (bryter) i sedimenteringsbassenger
- 2 nivåånlere (giver) i flyteslambrønn

Styring

Overskuddsslampumpe startes etter tid, og stopper på SS nivå i overskuddsslamledningen.

Adgang til slamlommene styres via automatventiler, som sammen med pumpe starter på tid - alternerende.

Skrapene kjører kontinuert og innstilles manuelt, så de er tilpasset belastningen.

Vipperennen styres på tid, og overflateslampumpene styres på nivå i pumpeump.

3.4.2 Alternativ B: Båndfiltre

Båndfilterhallen er plassert rett overfor rist- og sandfangshallen. Prinsippet i det samlede prosessflow for Alternativ B vises herunder. Bilag 2 viser massebalansen for alternativ B.

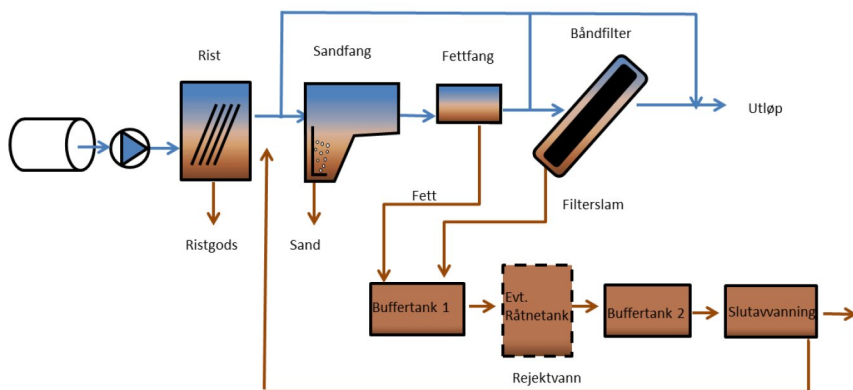


Fig 7. Prosessflow – Alt. B båndfiltre

Anlegget er bygget opp som kanalmonterte båndfiltre i betongkanaler. Vannet ledes fra innløpskanal i en tilførselskanal i midten mellom 2 rekker båndfiltre, med 4 filtre på hver side (fig. 6). Vannet ledes gjennom filtrene med et trykktap på ca. 500 mm. Filterduken er 150 – 200 mikron, hvor slammene bygger en filterkake på båndet og dermed gir god filtrering og fjerner > 50 % SS i gjennomsnitt. Det rensede vann løper via overløp til de to bakkanaler og ut i den felles utløpskanal. Utløpskanalen leder vannet tilbake til utløpsledningen, som følger trasé i midtkorridoren ut gjennom adkomsttunnelen til Storfjorden.

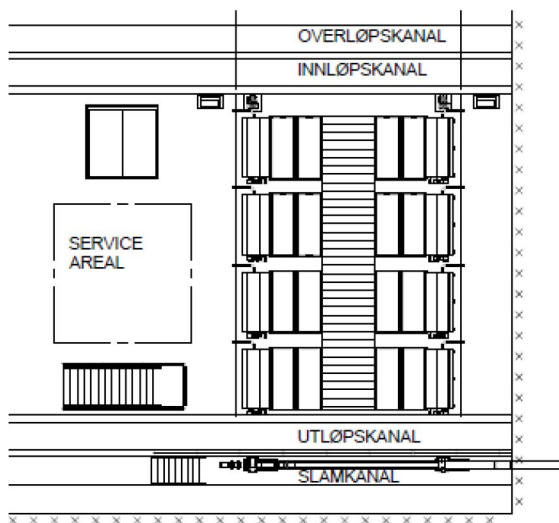


Fig 8, prinsipp (etter Salsnes) – båndfilterhall, 8 stk. båndfiltermodul.

Ved en 50 % reduksjon av SS på båndfiltrene vil BOF_5 innholdet også reduseres i størrelsesordenen 30 – 35 %, således at primær rensekrav teoretisk kan overholdes.

Slammene på filterduken "skjæres" av med varmt trykkluft, hvilket medfører, at slammene er relativt tørt (4 - 6 % TS), hvilket svarer til foravvannet slam. Filterslammet pumpes derfor direkte til Buffer 2 – dvs. buffer 1 etableres kun ved evt. råtnetankdrift, likesom foravvannene ikke etableres.

Ved høy oppstuvning er det mellom hvert annet båndfilter en overløpskanal, som tar vannet direkte til bakkanal, likesom der er separat omløpskanal.

Utstyr (entreprise M2, er gjennomført)

- 4 stk. avsperringsluker med aumagir, ut og inn

- 8 båndfiltre – her er kalkulert med Salsnes Siler SFK modul. Motor 3 kW. Frekvensomformere.
- 2 Blåsemaskiner, motor 18,5 kW, frekvensomformere.
- Rørrangement for spylevann og luft – Aisi 316
- 1 vaskestasjon for siler
- 1 slamsump med 2 stk. tørroppstilte slampumper, motor 1,5 kW.
- 4 avsperringsventiler, manuelle.
- 8 stk. avdekning (luker) av båndfiltre inkl. gassdemper, samt gangfaste aluminiumsplater
- Slamrør, transportør mv - Aisi 316

Instrumentering

- 8 nivågivere på filterbånd.
- 2 nivågivere i innløpskanal og utløpskanal
- 1 nivågiver
- 1 flowmåler på slamledning
- 1 SS måler på slamledning.

Styring

Filterbåndene styres etter nivå i filterkammeret (trykkforskjell). Luftavskjæring av slam foregår når båndet kjører. Slampumper styres etter nivå i slamsump.

Stengelukene aktiveres ved trykknapp. Ingen automatikk herutover.

3.5 Biologisk sekundær rensetrinn.

Alternativ C omfatter sekundær rensing.

Dvs. minimum 70 % fjernelse av BOF_5 eller en konsentrasjon på under 25 mg BOF_5/l , og minimum 75 % KOF reduksjon eller under 125 mg KOF/l.

3.5.1 Alternativ C: SBR – anlegg (Sequencing batch reactors)

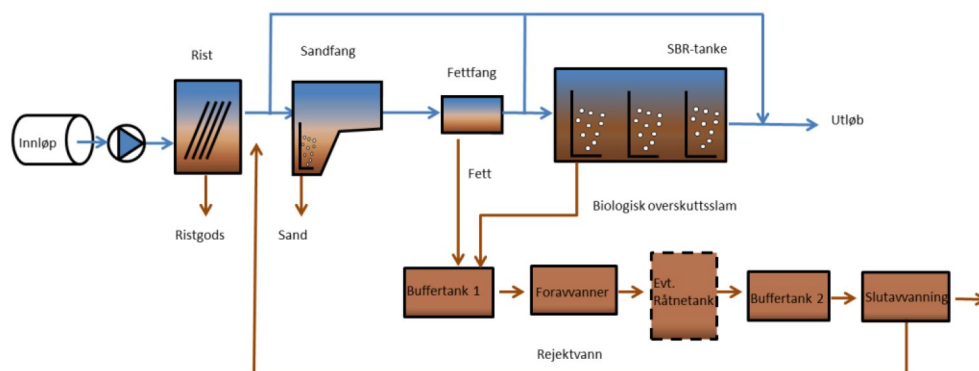


Fig 9: Prosessflow Alt. C: SBR anlegg.

Vannet ledes etter sand- og fettfang direkte til det biologiske trinnet, som vil rense opp til sekundærkravet. Vannet ledes til en holdingtank, hvorfra det pumpes inn på 4 SBR reaktorer fordelt på 2 fjellhaller, med 2 reaktorer i hver. Det er kalkulert med pumping med propellerpumper, men det er formentlig ikke nødvendig, da det ser ut til at være hydraulisk høyde nok for gravitasjon til SBR tankene. Bilag 2 viser massebalansen for alternativ C.

De biologiske reaktorer, SBR tankene, består av rektangulære tanke med diffusorer og dekantere. Det skal både etableres luftning (AE – fase) og sedimentering. Der er bare bunnluftere og rørinstallasjoner i tankene, så der er ikke behov for støpte vegger. Der er således bare kalkulert med støpt bunn, og sidene står i rå fjell.

Tilløpet til tankene styres via ventiler, så tankene fylles batchvis. En SBR syklus er følgende: oppfylling, lufting, sedimentering, dekantering (tømming).

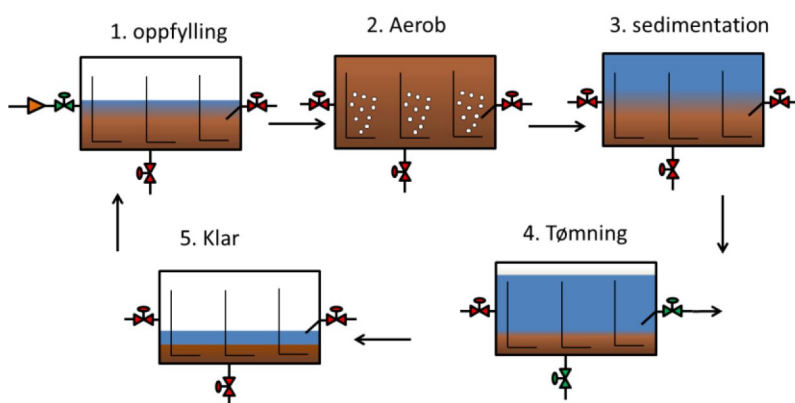


Fig 10: SBR syklus for sekundær rensing.

Der er kalkulert med 6 sykler/d a 4 timer, på dimensjoneringsbelastningen, men syklustiden styres naturligvis etter aktuell belastning. Dekantering foregår ved, at vannet senkes maksimum 2,8 m i SBR tanken.

Dekanteringsvannet (det rensede avløpsvann) ledes til samlet utløpsledning som følger trasé i midtkorridoren ut gjennom adkomsttunnelen til Storfjorden.

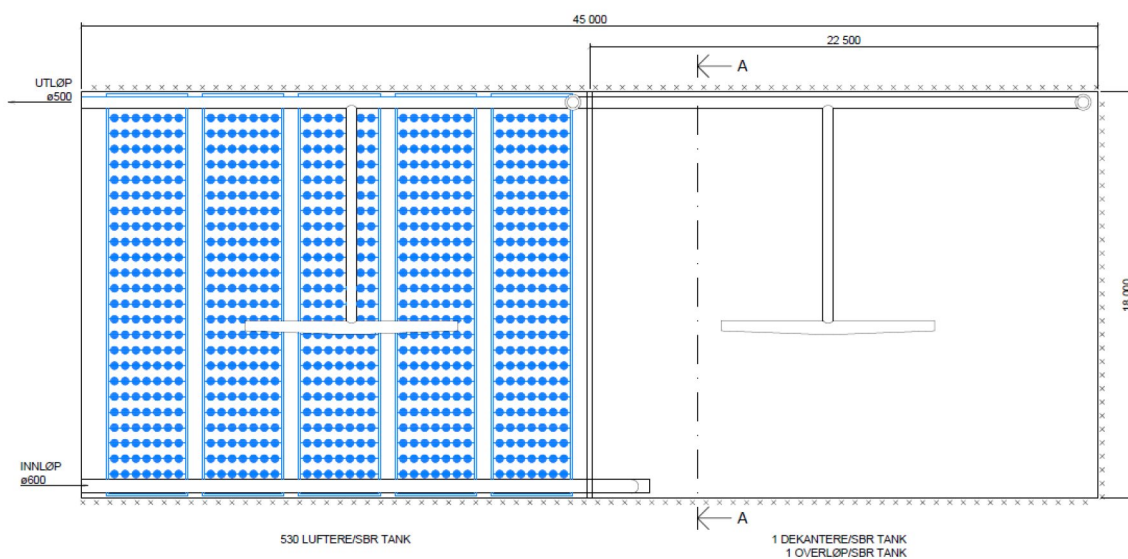


Fig 11: Fig Oversiktsplan SBR. SBR – reaktortanke

SBR reaktorene er designet med en aerob slamalder på 5 d og en slamkonsentrasjon på 4 – 4,5 kgSS/m³. Det er ikke fosforkrav, men anlegget kan drives med biologisk fosforfjerning med anaerob oppfylling (slamteppefiltrering), hvilket vil gi tilstrekkelig anaerob oppholdstid for fosforstripping. Det vil så skje et forøket fosforopptak under aerobe forhold.

Holdingtank	m ³	650
Antal SBR	stk	4
effektiv vol/tank	m ³	2810
lengde/tank	m	22,3
bredde	m	18,00
effektiv vannndybde	m	7
Total oxygenbehov AOR	kg O ₂ /d	4500
Maks luftningsbehov	Nm ³ /d	95560
min. luftningstid	h/d	9
Installeret luftningskapasitet	Nm ³ /h	10600

Tabell 6. Design SBR- reaktorer.

Anlegget er designet med en sedimenteringstid på 1,5 - 2 h, inkl. dekantering på 0,5 h. Det gir en nødvendig sedimenteringshastighet på 1,5 – 2 m/h. Det motsvarer en god til middel SVI på 80 – 120 ml/g (slamvolumen indeks).

SVI angiver sedimenteringsevnen av slammet. Ved høyt SVI fylder slammet meget og omvendt. Det har stor betydning på SBR anlegg, fordi det avgjør, hvor høy slamkonsentrasjon, det kan være i anlegget, og hvor hurtig det sedimenterer.

Dekanteringen kan skje med bevegelige dekantere, som betyr, at dekanteringen kan foregå fra tidlig i dekanteringsfasen. Anlegget er dimensjonert med stor sikkerhet, så det de første mange år formentlig ikke er nødvendig med en bevegelig dekanter. Det er derfor kalkulert med en fast dekanter. Dvs. fast rørtløp på gitt høyde (nedtømmning til nivå på 2,8 m fra vannspeil). Bevegelige dekantere kan evt. etableres om en årrekke.

Utstyr

- 4 fixed dekantere/ 1 pr. SBR reaktor, kapasitet 1170 m³/ h på hver dekanter, bredde 6 m.
- 4 slamreguleringsventiler/1 pr SBR.
- 4 innløpsreguleringsventiler/ 1 pr. SBR.
- 2120 stk. diffusorer/530 stk. pr SBR reaktor, designkap. 5 Nm³/stk. – 9" disc.Membran
Materiale: EPDM med TEFLON, Tallerken: Polypropylen eller lignende
- 3 (2+1) rootsblåsere (som Aerzener, Kaeser), alternativt turboblåsere (Atlas Copco).
Kapasitet 5000 Nm³/h pr. blåser ved 0,8 bar. Motor 110 kW/blåser
- 2 stk. luftreguleringsventiler DN400 – med Auma
- Løfteutstyr – David montert
- 2 propellerpumper i holdingtank, 2340 m³/h, Hgeo = 1 – 1,5 m, motor 18,5 kW.

Instrumentering

- 4 O₂ – målere/ 1 stk. pr.SBR reaktor
- 1 SS – måler/ monteres på slamrør.
- 1 SS – måler på utløp
- 1 trykkt transmitter og 1 nivåbryter i hver SBR reaktor.

Styring:

Oksygenstyring etter O₂- målere. PID regulering.

Slamalder og uttak av overskuddsslam styres etter SS målere.

Grunnleggende timer-styring av Batch-syklus, overstyret av tilløpsflow.

Dekantering overstyret av SS nivå i avløp.

Innpumpning og dekantering etter nivå. Flowregistrering etter nivå.

Overskuddsslam uttak og slamalder styres enten etter nivå (AE drift) eller etter SS innhold.

3.6 Utløp

Via samlekanaler og rør avhengig av de ulike prosessalternativer ledes vannet til utløpsledningen i midt-korridoren, som følger trasé i midtkorridoren ut gjennom adkomsttunnelen til Storfjorden. Vannet slippes ut i en dybde på > 25 m, hvorav den nederste del består av diffusorrør. Utløpsledningen er kalkulert som en PE-ledning i DN800.

3.7 Slambehandling.

Slammet fra alt A, sedimenteringstankene og Alt. C. SBR anlegget pumpes til buffertank 1, hvorfra det pumpes til foravvanning. Slammet fra alt B – båndfiltre pumpes til Buffertank før sluttavvanner.

Foravvannerne plasseres på betongdekke over eller ved siden av buffertank 1. Volumenet er ca. 500 m³, 1,5 – 2 d oppholdstid. Buffer 2, som er for foravvannet slam bliver ca. 190 m³, hvilket svarer til 3 – 4 d oppholdstid, avhengig av prosess.

Slambehandling	slammengde inn	TS	etter foravvanning	etter sluttavvanning	TS
	m3/d	%	m3/d	m3/d	%
Alt A : sediment.	196,0	1,5	49,0	11,8	25
Alt B: båndfiltre	163,3	1,5	40,8	9,8	25
Alt C : SBR	306,9	1,2	61,4	14,7	25

Tabell 7: Slammengder

Det etableres eget polymerdoseringsanlegg for hhv. foravvanning og sluttavvanning, samt anlegg i reserve, basert på bigbag tørrpolymer. Polymeren pumpes inn på fødeledningen til avvannerne.

Utstyr:

- 1 stk. omrører for buffertank 1, motor 3,9 kW, frekvensstyret
- 1 stk. omrører for buffertank 2, motor 3,9 kW, frekvensstyret
- 2 (1+1) slampumper, sentrifugal, motor 6,5 kW, frekvensstyret. Fra buffer 1
- 2 (1+1) eksenterskruepumper, motor 3,5 kW, frekvensstyret, Fra buffer 2.

- 2 (1+1) stk. foravvannere, motor 0,75 kW, Kapasitet: 600 kg TS/h på hver foravvanner Materiale AISI 316
- 3 (2+1) stk. tørrpolymeranlegg til oppblanding av polymer på pulverform, modning og dosering, Polyrex – Tomal installert effekt 3 KW/enhet. Bygges opp med 3 doseringspumper. Polymerforbruk 1,5 - 2,5kg polymer/t TS på foravvanner og 4 -5 kg polymer/t TS på sluttavvanner.
- 2 (1+1) dekanterentrifuge, 8 – 12 m³/h, motor 11 kW.
- Fordelerskrue og transportører
- 2 Slamcontainere – 12 m³.

For Alt B - Båndfiltre er foravvanning ikke nødvendig, da filtrene kan levere slam med 4- 6 % TS. Det betyr samtidig, at det kun behøves en buffertank før slutavvanning.

Det vurderes som opsjon å etablere råtnetankdrift med henblikk på å minimere slammengden og produsere energi. Dette beskrives i avsnitt 9.

3.8 Anlegg for prosessvann

Det etableres et anlegg for rensning av rensset avløpsvann til anvendelse som kjølevann, polymeroppblanding, fortynningsvand mv. Dette som alternativ til forbruk av rent vann.

Prosessvannforbruket anslås til 20 – 40.000 m³/år.

Det vurderes en framtidig kapasitet på prosessvannsanlegget på 15 – 25 m³/h. Det er kalkulert med et anlegg på 25 m³/h. Endelig plassering ikke fastlagt.

Utstyr:

1+1 fødepumpe 25 m³/h, 2,2 kW installert effekt.

1 hydroantrasittfiltre, med skyllepumpe, 2,2 kW og blåsemaskin 3,5 kW til skylleluft.

1 UV- anlegg til 25 m³/h, 3 kW.

I alt installert effekt 13 kW.

Føde- og skyllevannstank på 5 m³. Aisi 316

4 Berg- og byggetekniske arbeider

4.1 Generelt om utformingen av anlegget

De prosessstekniske vurderingene bestemmer behovene for nye bergsom, størrelse og utforming av disse og hvilke forbindelser som er nødvendig mellom dem. Med dette grunnlaget er det utført ingeniørgeologiske og bygge- og anleggstekniske vurderinger for å komme frem til en hensiktsmessig utforming av anlegget. Viktige forhold i denne sammenheng er avstand mellom de ulike bergsom og overgangen mellom dem. Oversikt over anleggsalternativene i berg er vist på plantegning i Bilag 1, tegning 1-1, 2-1, og 3-1.

Anlegget er tenkt bygd med tilløpstunnel (alternative langull-boring og utjevningsbasseng), adkomsttunnel og fjellhaller. Avløp vil kombineres med adkomsttunnel. I tillegg vil det trolig være behov for sjakt for ventilasjon til anlegget.

4.2 Ingeniørgeologiske- og hydrogeologiske vurderinger

Det er utarbeidet en ingeniørgeologisk rapport, som er vedlagt i bilag 3.

Bergmassen i området vurderes generelt å ha god kvalitet og egnet for bygging av tunneler og fjellhaller. Sprengstein vurderes generelt å være av god kvalitet og kan trolig benyttes til andre formål som for eksempel vegbygging. Det vurderes generelt å være lite løs masser i området.

Det vurderes som mulig og gjennomførbart å plassere fjellhaller med tilfredsstillende overdekning i området. To potensielle svakhetssoner (lineasjoner) er tolket i nærhet av anlegget og vil være med å bestemme plassering av fjellhallene i området.

Smal adkomst, bratt terreng og nærhet til fjorden vil gi anleggstekniske utfordringer knyttet til gjennomføringen, da særlig med begrensede mulighet for riggområder nært påhugg. Det er begrenset bebyggelse i nærområdet, og ingen bebyggelse direkte over det planlagte fjellanlegget.

Tunneler og fjellhaller kan drives med konvensjonell driving (boring og sprengning). For ventilasjonssjakt, tilløpstunnel og eventuell avløpstunnel bør en også vurdere å drive sjakter/tunneler med langhull-boring. Dette særlig siden tverrsnitt på tunneler kan reduseres samt det gir mulighet for å anlegge sjakter i områder med begrenset plass. Det er viktig med god kontroll på geologiske forhold ved videre prosjektering av anlegget.

Det vurderes å kunne forekomme innlekkasje av vann langs åpne sprekker i bergmassen. Generelt antas bergmassen å være tett, men det må påregnes at det vil forekomme innlekkasje og smådrypp i tunneler og fjellhaller. Det er ikke utført vurdering av potensialet for større innlekkasjer, noe som må gjøres ved videre ingeniør- og hydrogeologisk prosjektering. Anleggets potensielle påvirkning på grunnvannsstand og beliggenhet i forhold til fjorden må vurderes nærmere ved videre prosjektering.

Tunneler og fjellhaller vurderes generelt å kunne sikres med konvensjonelle sikringstiltak (bolter og sprøytebetong).

Med hensyn til ingeniørgeologi vurderes det som gjennomførbart å bygge avløpsrenseanlegg i fjell ved Solavågen slik det er vurdert i den ingeniørgeologiske rapporten.

4.2.1 Behov for supplerende undersøkelser

For videre prosjektering av felles renseanlegg bør følgende ingeniørgeologiske og hydrogeologiske arbeider inkluderes:

- Mer detaljerte ingeniørgeologiske vurderinger og kartlegginger med særlig fokus på:
 - Svakhetssoner og forløp av disse
 - Sprekkekartlegging
 - Klassifisering og vurdering av bergmassekvalitet
 - Detaljplassering av påhugg og sjakter.
 - Detaljutforming av anlegget
 - Sikringsmetodikk
 - Behov for grunnundersøkelser
 - Drivemetodikk for tunneler, fjellhaller og sjakter
 - Laboratorietest av bergmasse for vurdering av etterbruk.
 - Bergoverdekning og løsmassetykkelser
- 1. Hydrogeologiske undersøkelser for å vurdere anleggets påvirkning på grunnvannstanden med særlig fokus på:
 - Behov for vanntettetiltak
 - Fare for senkning av grunnvannsstanden
 - Fare for setninger
 - Mulighet for innlekkasje av saltvann.
 - Fare for oppløft av betongkonstruksjoner

4.3 Bergsikring

Som beskrevet i ingeniørgeologisk rapport ventes bergsikring generelt å omfatte systematisk bolting og sprøytebetong. Alternativ A: Sedimenteringstanke opererer med at det skal støpes betong i såle og betongvegg opp til toppkant av bassenger i vår prognose for permanent sikringsbehov. Entreprenør vil være ansvarlig for arbeidssikring, og høyst sannsynlig vil denne også omfatte deler av vegg som senere skal støpes ut. Videre forutsettes det at berget må sikres slik, at det er selvbærende, og at betongkonstruksjoner ved veggene ikke er dimensjonert til å tåle vekt av løst berg. I alternativ C: SBR-anlegg opereres med dype reaktorbassenger, som står i rå fjell.

I vår kostnadskalkyle tar vi derfor høyde for at det i begge tilfeller sikres med sprøytebetong og bolting:

- Tunneler:
 - Systematisk bolting c/c 2 m ned til 2,5 meter over såle
 - Sprøytebetong 60 mm tykkelse ned til 3 m over såle

- Tunneler uten personopphold (for eksempel tilløpstunnel)
 - ingen sprøytebetong
- Fjellhaller:
 - Systematisk bolting c/c 2 m ned til 2,5 m over såle.
 - Sprøytebetong 100 mm tykkelse ned til 2,5 m over såle, både vegger og heng.

Bredden på hallene tilsier behov for lange bolter opp mot 6 meter i heng og vederlag.

Opptreden av svakhetssoner vil kunne medføre behov for tung bergsikring. Da geologien ikke er detaljkartlagt er opptreden og beskaffenheten av eventuelle leirlepper, knusningssoner o.l. ukjent. Erfaringer fra tilsvarende bergart tilsier at eventuelle soner kan sikres ved hjelp av boltesikring, sprøytebetong og bruk av armerte sprøytebetongbuer.

4.4 Vannsikring av bergrom

Det påregnes, at det vil forekomme innlekkasje og smådrypp i tunneler og fjellhaller. Med hensyn til arbeidsmiljø og tekniske installasjoner anbefales det, at fjellhaller med stort personopphold dekkes med vannskjermingsduk (tunnelduk). For adkomsttunnel må vannskjermetiltak utføres etter behov. Det er ikke utført vurdering av potensialet for større innlekkasjer, noe som må gjøres ved videre ingeniør- og hydrogeologisk prosjektering. Ut over mulige lineasjoner er det per nå ikke identifisert områder, der det ventes behov for tettetiltak i fjellet (injeksjonsarbeid), men dette må også vurderes nærmere i videre prosjektering.

Følgende steder er det vurdert å ha tunnelduk – mest av arbeidsmiljømessige hensyn:

- Avvanner/slamcontainerhall
- Rist/ sand- og fettfangerhall
- Midtkorridoren mellom hallene
- Alt A: Sedimenteringstanker - hallene
- Alt B: Båndfilterhall

Sporadisk tunnelduk – av hensyn til vannsikring:

- Ventilasjonshall
- Adkomsttunnel
- Alt B: SBR reaktorer - hallene.

4.5 Byggeteknisk utførelse

I kostnadsoverslaget er bassengveggene forutsatt støpt mot fjell. Som teoretisk minstetykkelse er brukt 300 mm. I masseberegningene har vi lagt inn 700 mm i gjennomsnitt, en tykkelse som er basert på erfaring. Det er således en betydelig besparelse i alt C: SBR anlegg, da man her kan erstatte støpte vegger med sprøytebetong på fjell.

Skillevegger støpes med en minste tykkelse på 200 mm.

Gulvene i bassengene brettskures. I veggforskalingen monteres en dreneringsduk som reduserer faren for større støpesår i overflatene. Duken fjernes med forskalingen. Overflatene vil således være «hel ved». Hverken gulv eller vegger belegges med epoxy, fliser eller annen overflatebehandling.

De støpte gang- eller kjørearealer belegges med 2 strøk epoxy. I første strøket strøs sand for skliskring av flatene.

Adkomst- og transporttunnelen asfalteres.

4.6 Branntekniske vurderinger

For å fastsette forutsetninger for den branntekniske prosjekteringen er fjellanlegget vurdert å falle inn i en konsekvenskategori mht. brann som innebærer analytisk prosjektering med utgangspunkt i en risikoanalyse. Risikoanalysen bør i forbindelse med den videre prosjektering gjennomføres som en egen separat rapport (*Brannkonsept Risikoanalyse*).

Bygget/anlegget forventes oppdelt i en rekke soner (i prinsippet en sone for hver fjellhall) og er vurdert å ha noe varierende spesifikk brannenergi (hovedsakelig $< 50 \text{ MJ/m}^2$) og kun bruk av kjente mennesker (arbeidsbygning i risikoklasse 2). Med bruk som fjellanlegg plasseres tiltakene i all hovedsak i brannklasse 4, hvor brannklasse 3-løsninger legges til grunn så langt de er verifisert egnet.

Følgende brannverntiltak anses nødvendig for å ivareta et akseptabelt sikkerhetsnivå grunnet bruk, seksjonsstørrelse og spesifikk brannenergi:

- Heldekkende brannalarmanlegg kategori 2 med direktevarsling til brannvesenet (felles brannvarslingsanlegg for hele anlegget bør vurderes).
- Hensiktsmessig oppdeling i brannseksjoner. Dette hovedsakelig for å sikre personsikkerhet ved rømning og korte ned avstand til sikkert sted (iht. VTEK annen side av seksjoneringsvegg enn hvor det brenner), men også for å sikre adkomst for rednings- og slokkepersonell. For at rømningskonseptet skal kunne fungere hensiktsmessig, må det være evakueringsmuligheter fra hver enkelt brannseksjon ut til sikkert sted, eller tilgang til to uavhengige utganger til rømningsveier fra hver brannseksjon.
- Heldekkende ledesystem iht. kravreferanser til utforming og luminansnivå gitt i NS 3926.
- Alle kledninger og isolasjonsmaterialer skal ivareta materialklasse A2-s1, d0 [begrenset brennbar].
- Etablering av innvendige brannvannsuttak/stigeledninger for bruk av lokalt brannvesen ved slokkeinnsats.
- Røykkontroll i adkomsttunnel/rømningssone for å sikre innsatsmuligheter for brann- og redningspersonell.

Anbefalte brannverntiltak for å øke sikkerhet ved brann utover minstekravene:

- Brannslanger bør flere steder suppleres med skumtilkobling for å gi økt slokkeeffekt (gjelder i all hovedsak steder i og ved fjellhallene, hvor det kan kjøres med større kjøretøy).
- Det bør etableres differensiering av trykk mellom ulike arealer ved ulykkessituasjonen brann. Løsning må vurderes nærmere ved et senere tidspunkt. Løsningen relateres til økt sikkerhet mot brann- og røykspredning grunnet utetthet i brannklassifiserte konstruksjoner (dører, gjennomføringer, etc.).

4.7 Tilkomst til anlegget

Tilkomsten til anlegget er tenkt løst ved å opparbeide og forlenge regulert veg fra fergekaia og østover langs stranda i en lengde av ca. 930 m. Vegen er regulert med gang og sykkelveg som ikke er medtatt i kostnadsoppsettet. Det er utarbeidet et lengdeprofil for vegen som følger som tegning 0-1

I enden av vegen er det et utsprengt - planert område på ca. 30 x 60 m der det er plassert et administrasjonsbygg på ca. 310 m², samt påhugg og tilkomst til fjellanlegget. Dette nærområdet til anlegget bør inngjerdes for å sikre fjellskjæringer, men også for sikre uønsket aktivitet på området. Vi ser ikke for oss at vegen skal forlenges videre langs stranden, med trafikkert veg forbi anlegget.

Trolig vil det også bli aktuelt å bygge tilførselsledning fra et knutepunkt (pumpestasjon) ved fergekaia og langs denne vegen ca. 700 m til borehull som er forbindelse til selve renseanlegget. Andre tekniske anlegg slik som el.-forsyning, vannforsyning, telefon og fiber vil trolig også måtte følge denne vegtraseen. Ledningsanlegget er ikke en del av dette prosjektet, så kostnader til pumpestasjon og andre tilførselsledninger er ikke medtatt i kostnadsoppsettet.

4.8 Administrasjonsbygg

Det er utarbeidet skissemessige tegninger av administrasjonsbygget med et romprogram som tilfredsstiller de funksjoner og fasiliteter som hører med til et slikt anlegg. Det er ikke uvanlig at slike anlegg blir knutepunkt for andre aktiviteter enn det som knytter seg direkte til drift og vedlikehold av selve renseanlegget. Slik aktivitet må i så fall komme i tillegg til den skisserte løsningen.

Det er forutsatt 2 kontor i tillegg til driftssentralen og garderobe for inntil 4 driftsoperatører.

Planløsning for administrasjonsbygget er vist på tegning 0-2, og hvordan bygget og området kan utformes er vist på tegning 0-3 og 0-4

Kostnader for bygget er hentet fra Norsk prisbok for kontorbygg. I tillegg er det tatt med kostnader for sprengning og arrondering av tomt, sikring av området med gjerde og vegbom samt spesielle tiltak for anslutning av bygget mot fjellskjæringen. For sanitærløp fra anlegget må det bygges en separat pumpestasjon, med pumpeledning til renseanleggets innløp.

5 VVS-anlegg

5.1 Ventilasjon og luftbehandling

5.1.1 Ventilasjonstekniske valg basert på prosess

Sandfang, båndfiltre og SBR – anlegget krever avtrekk av tilført luft fra blåsemaskinene.

Videre kommer sedimenteringsbassenger som ikke vil bli tildekket.

NORVAR (*Nybruket, mf. 2002*) anbefaler i anlegg uten tildekking at man opprettholder en ventilasjonsrate på 10-15 m³/m²h. Det er ikke tilrådelig å gå vesentlig lavere enn 10 m³/m²h uten at man vurderer tildekking av bassengene eller at man velger den modellen som er benyttet ved f.eks. Henriksdal utenfor Stockholm, hvor man senker ventilasjonen under drift og hallen for sedimenteringen utgjør et eget lukket rom. Man kan ved å lukke rommet oppnå et akseptabelt arbeidsklima for de ansatte. Ved service på anlegget har man reserver for å øke tilluften i rommet. Man kan da gå ned mot 5 m³/m²h noe som reduserer tilluftsbehovet til hallene.

I Alternativ C, SBR anlegg med aktivtslamprosess kreves en tilluftsmengde minimum tilluften inn på blåsemaskinene. Denne tilluften kan innblandes avtrekksluften fra ristgodscontainere og andre punktavsug som fra rist og sandfang. Dette fjerner behovet for luktreduksjon for disse prosessene siden avtrekksluften strippest og renses gjennom aktivtslamprosessen, slik at flyktige organiske luktstoffer vil bli biologisk omsatt og andre vannløselige luktstoffer vaskes ut. Punktutsugene forventes at utgjøre ca. 4 - 5000 m³/h. Det betyr, at hvis SBR anlegget drives så det alltid er mere enn en reaktor under beluftning kan blåsemaskinene ta stort sett all punktutsugningsluften, og biofilter for luftrensning er ikke nødvendig i alternativ C: SBR

Tilluften til blåsemaskinene i Alternativ 3 SBR, dekkes av avtrekksluften fra punktavsug. Ved å kanalknytte avkastet til blåsemaskinene vil man sikre et godt arbeidsmiljø i blåsemaskinrommet. Det vil være aktuelt å trekke av og kanalknytte de mest luktbelastede områdene i anlegget. Dette antas å være riste, sandfang og sand/ristgods containere.

		alt A	Alt B	Alt C
Samlet luftmengde til punktutsug og utskiftning	m ³ /h	40.431	32.856	46.581

Tabell 8: nødvendig ventilasjonsluftmengde.

5.1.2 Systemoppbygging av hovedaggregater

Det legges opp til at det settes opp minimum 2 aggregater. Ventilasjonsaggregatene er bygget opp rundt epoksybelagte kryssgjennvinnere.

Hvert av aggregatene vil behandle luften for hvert sitt spesifikke område, noe som er en fordel med tanke på temperaturreguleringen. Aggregatene har i tillegg til gjenvinneren

varmebatteri. Anleggene turtallsreguleres for å optimalisere luftmengden ut fra hvordan prosesspådraget er i anlegget.

Ved hvert prosessavsnitt bygges det vegger med portåpning. Åpningen lukkes med tett port. Her kan det benyttes hurtigporter for å skille klima i prosessavsnittene fra korridor.

Det legges opp til å benytte en avtreksskanal nede ved bassengoverflaten. På grunn av den høye luftfuktigheten nede ved bassengflaten legges denne kanalen i et plast materiale.

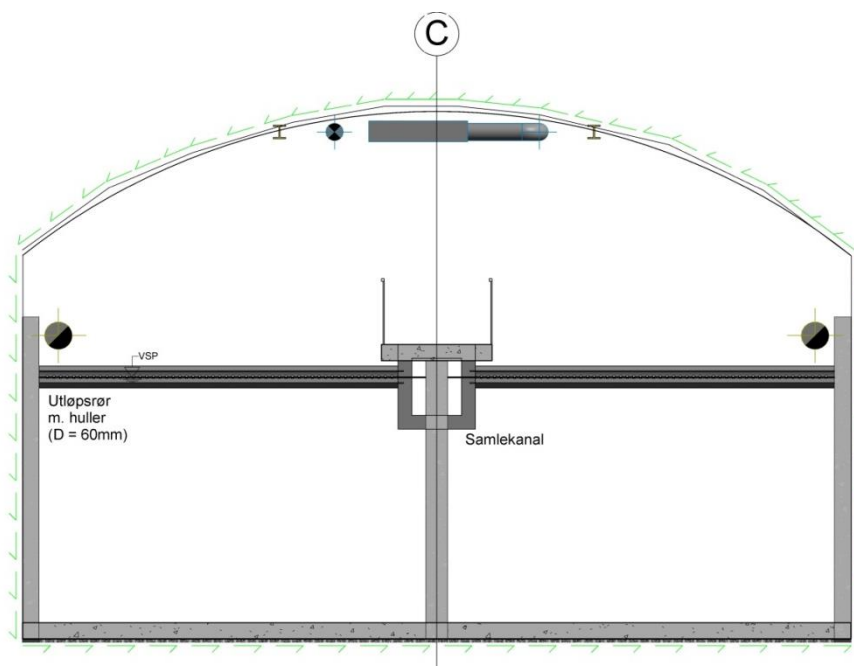


Fig 12: Typisk snitt i et åpent sedimenteringsbasseng

5.2 Lukt til omgivelsene

Konsentrasjonen av forurensninger i luften fra avløpsvannet vil ved aktivt slam (SBR anlegget) være lavere enn de øvrige 2 løsninger. Det er det kompensert for ved at Alt A og B har biologisk luktreanseanlegg inkludert i kalkulasjonen.

Det er kalkulert med avtrekssjakt og en 20 m skorstein (1,5 m* 1,5 m) oppe i dagen.

5.3 Varmetilførsel

Varmebehov kan dekkes av elektrokjele. Et alternativ eller supplement kan være å basere seg på varme fra egen varmepumpe inne i anlegget som henter varme fra avløpsvannet.

Ventilasjonssystemene vil få egne gjenvinnersystemer som vil utnytte energien i avkastluften på en effektiv måte. Varmebalansen blir opprettholdt ved at man må tilføre en mindre del eksternt varme.

Det vurderes, at energibehovet fra elektrokjele vil være ca. 100 kW.

5.4 Sanitær anlegg

Det skal etableres sanitæranlegg inne i fjellet. Det omfatter:

- Vannledning
- Avløp
- WC, dusj, vaskekummer, øyedusj, armaturer mv.
- Diverse installasjoner i vaskehall
- Brann og spyletromler

Det legges opp til sentralt høytrykkspyler nett ved forbehandlingen, slambehandlingen samt ved laste/lossestasjonene for containere, og spesielt ved Alt B båndfilterhallen.

5.5 Øvrige anlegg

Trykkluft for verktøy og instrumentluft

Det legges opp til to verktøyluftuttak ved hver av spylepostene

6 Elkraft- og automatiseringsanlegg

6.1 Elektro

Elkraft og automatiseringsanlegget skal bygges opp i h.t. gjeldende forskrifter, standarder og EU-direktiv. Alle objekter som pumper, ventiler, motorer m.v. skal merkes i h.t. Norsk vann system.

Nytt anlegg vil ha et stipulert behov på 250 KVA (Alt. A og B) og 500 kVA (Alt. C) inkl. 10% reservekapasitet. Dette gjør at ny netstasjon må inkluderes i den nye bygningsmassen. Trafo rom må være min 16m² og etableres i ventilasjonshallen. Det nye anlegget vil bli forsynt med 400V TN.

Effektbehovet er estimert ut fra antatt utstyr og komponenter.

Installasjonene i prosessanlegget skal generelt utføres som åpent anlegg med kabler lagt på kabelbroer og i rør frem til utstyrskomponenter. I service- og personaldeler utføres det elektrotekniske anlegget som skjult anlegg. Installasjoner i prosess tekniske områder skal ha kapslingsgrad generelt på IP55.

Det er forutsatt fundamentjord i form av ringjord og jordspyd. Lynvernanlegg vurderes videre i øvrige områder i neste fase.

Elektrofordelinger bygges i henhold til NEK EN 60439-1 (for sakkyndig eller instruert personell) og maskintavler bygges i henhold til NEK EN 60204 og NEK EN 60439-1.

Belysningsanlegget vil hovedsakelig bestå av LED-armaturer.

Nøddlys og ledesystemer vil bli utført i henhold til brannstrategi.

Tele- og dataanlegg utføres med fiber inn og mellom dataskapene, og som strukturert anlegg kat 6E som uttak.

Adgangskontroll i form av berøringsfrie kortlesere på port inn til området og hovedadkomstdører som dør til administrasjonsdel. Det er medtatt innbruddsalarm eller kameraovervåkning i kostnadskalkylen.

Heldekkende FG godkjent adresserbart brannalarmanlegg med multikriteriedetektorer (optisk/termisk). Aspirasjonsdetektorer vurderes i områder som er lite tilgjengelig.

6.2 Automatisering

Styrings- og overvåkingsanlegget skal overvåke/registrere alarmtilstander, måleverdier, driftstilstander, etc., samt foreta styring/regulering og bearbeide registreringsdata.

Systemløsning

I vedlegg 2 er et prinsippet for styring, overvåking og betjening av anlegget vist. Det etableres en hoved PLS for hvert hovedområde; vannbehandling, slambehandling og

administrasjon/fellessanlegg. I tillegg etableres en PLS som Front End mot eksisterende utestasjoner. På denne måten beholdes fjernkontroll av utestasjoner.

Under hver hoved PLS etableres et feltbussystem som knytter distribuert IO i alle tavler til hoved PLS. Feltbuss benyttes også for integrere styring av frekvensomformere og en del tyngre instrumentering.

Det etableres et fibernettverk som kobler sammen PLS mot en redundant sentral server.

Det etableres et hovedkontrollrom med 2-skjerm løsning som operatørstasjon. I tillegg kan det enten etableres lokalpaneler i sentrale deler av prosessanlegget, eller man kan benytte mobile betjeningspaneler av typen nettbrett eller lignende

Fra server etableres det brannmur mot eksternt tilkobling.

Det er normalt å etablere fjernaksess for leverandør av systemet for support online.

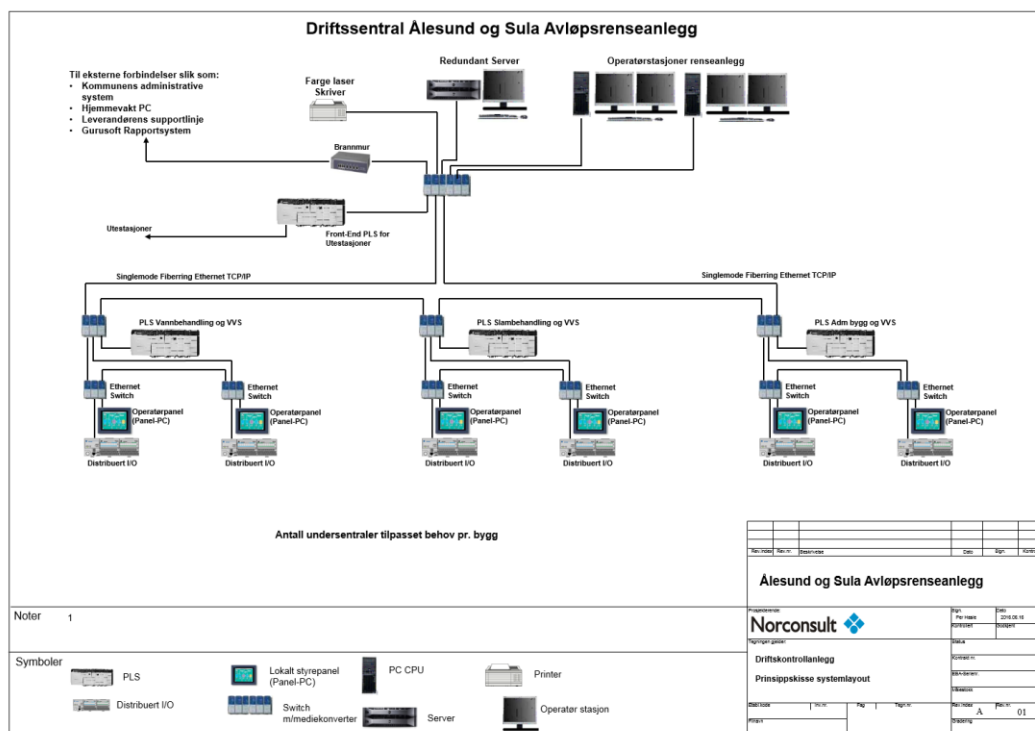


Fig13: Prinsippskisse systemkommunikasjon

7 Øvrige forhold

7.1 Akustiske forhold

Støy i prosessanlegg

Det er tre ulike sett regler som må tas hensyn til i forbindelse med planlegging av ny virksomhet. Det er støy mot omkringliggende bebyggelse, støy i arbeidsplass og lydforhold på kontorer og tilsvarende. Alle tre har sine grenseverdier som skal oppfylles.

Grenseverdiene er vist i vedlegg 5. Det er viktig å identifisere hvilke områder og typer arbeidsplass som planlegges på et tidlig stadium i prosjekteringen.

Spesielle forhold i renseanlegg

I renseanlegg er det erfaringsmessig blåsemaskiner med tilhørende luftstrømmer ut og inn som er det største støyproblemet. Blåsemaskinene i seg selv støyer ofte svært mye. Videre er det store luftmengder som suges inn og blåses videre inn i renseanlegget. Det skal derfor sørges for god støydemping av blåsemaskinene, og av rommet de plasseres i.

Innsug av store luftmengder skaper ofte støy dersom det ikke er planlagt riktige lydfeller. Dette skaper ofte konflikter mot omkringliggende bebyggelse. Innsugning ligger ikke umiddelbart i nærheten av bebyggelse så det anses ikke umiddelbart som et problem.

Ventilasjonsanlegg og andre tekniske installasjoner dimensjoneres og plasseres slik at de ikke skaper unødig støy i anlegget.

Transport til og fra anlegg med tilhørende lasting/lossing kan også være en kilde til konflikt.

Med hensyn til et godt arbeidsmiljø skal lydnivå, ekko og forvrengning av lyd vurderes i forbindelse med detaljprosjekterede løsninger.

8 Kostnads kalkyler

8.1 Investeringskostnader

I kostnadsberegningene er det inkludert omkostninger til utvendig tilkomstvei til anlegget, dette svarer til ca. 14 mill. kr.

Generelt er kostnader regulert i forhold til seneste entrepriser fra bl.a. renseanleggsprosjektene i b.la. Bergen og Stavanger.

Det er generelt kalkulert med 15 % i uforutsette på bygg, og 10 % på de øvrige kostnader. Dessuten er det kalkulert med 15 % i rigg- og driftskostnader.

Kostnader til prosjektering, administrasjon og dokumentasjon er satt til 15 %.

Investeringskostnader	Alt A	Alt B	Alt C
	kr	kr	kr
Generalomkostninger/Rigg og drift	19.800.000	17.800.000	18.700.000
Proses og maskin/instrumentering	35.900.000	35.300.000	43.500.000
El og automasjon	9.600.000	8.900.000	10.500.000
Bygg , anlegg og fjellarbeider	87.300.000	74.900.000	81.900.000
Prosjektering og prosjektadministrasjon	22.900.000	20.500.000	23.200.000
Total investering	175.500.000	157.500.000	177.900.000

Tabell 9: Sammenstilte investeringskostnader

Tabell 9 viser de sammenstilte investeringskostnader.

8.2 Kapitalkostnader

Tabell 10 viser kapitalkostnader med den i tabellen viste avskrivningstid og med en realrente på 4 % p.a.

Kapitalkostnad		Alt A	Alt B	Alt C
	4%	kr	kr	kr
Generalomkostninger/Rigg og drift	10 år	2.442.000	2.189.000	2.305.000
Proses og maskin/instrumentering	10 år	4.424.000	4.356.000	5.366.000
El og styring/regulering/overvåkning	10 år	1.184.000	1.101.000	1.299.000
Bygg og anlægsarbejder	40 år	4.413.000	3.786.000	4.139.000
Prosjektering/upphandling, prosjektadministrasjon	10 år	2.823.000	2.533.000	2.861.000
Total kapitalkostnad		14.102.000	12.863.000	14.670.000

Tabell 10: Kapital kostnader

8.3 Drift- og årskostnader

Driftskostnadene er sammenstillet av energiforbruk, kjemikalieforbruk, deponeringskostnader, vannforbruk og vedlikehold.

Vedlikehold er satt til 3 % av summen av prosess- og maskintekniske installasjoner.

De samlede driftskostnadene er tillagt kapitalkostnadene og gir totale årlige kostnader, tabell 11.

Driftskostnader		pris/enhed	Alt A: sedimentering	Alt B: Båndfiltre	Alt C: SBR
		kr	1000 kr	1000 kr	1000 kr
Energiforbruk	kWh	1,0	1.060	1.131	1.604
Kemikaliekostnader avanning	kg polymer	40	360	304	432
Slamdeponering	tonn slam	875	3.769	3.130	4.695
ristgodsdeponering	tonn Ristgods	925	162	162	162
Deponi av sand	tonn sand	350	31	31	31
Vannforbruk	m3 Vann	10,71	117	117	117
vedlikehold	3%	av prosess	826	861	1.083
Driftskostnader			6.325	5.736	8.124
Kapitalkostnad			14.064	12.761	14.573
Sum årskostnader			20.389	18.497	22.697

Tabell 11 - Årskostnader

Personalomkostninger er ikke medregnet.

Driftspersonale på anlegget antas å være i størrelsen:

- 1 driftsleder
- 2 -3 mekaniske operatører - (inkl vagtordning)
- 1 operatør - el og Automation
- 1 laboratorie medarbejder.
- Eventuelt ½ regnskapsmedarbeider

9 Biogassanlegg – Option

Nærværende konsepter for etablering av renseanlegg kan utvides med biogassanlegg. Det er i Bilag 2, oppstilt massebalanser for biogassanlegget tilhørende de 3 ulike alternativer.

Biogassanlegget har til formål å producere biogass, som kan anvendes til el- og varmeproduksjon, til stabilisering av slammet og nedsettelse av slammengden til deponi.

Perspektivene for et biogassanlegg er dog langt større end dette, men vil være et større utredningsprosjekt å fastlegge potensialet, likesom det vel kreve en rekke tekniske, administrative og ikke minst politiske beslutninger. Nogen av perspektivene kan være flg:

- Utnytte alt slamproduksjon i området til biogassproduksjon
- Utnytte organisk avfall fra industrier (især fiskeindustrien), restauranter og storkjøkkener til biogassproduksjon
- Tilføre evt. kildesortert våtorganisk avfall fra husholdninger til biogassanlegget
- Oppgradere gassen til naturgasskvalitet og anvende det i transportsektoren (bussdrift mv)
- Etablere gjødselproduksjon på basis av den utrånede slamrest, herunder etablere mulighet for å innvinne fosfor fra slammet, for eksempel utvinning av struvit.

For nærværende er anleggs- og driftskostnader vurdert for anleggsstørrelse på 70.000 PE. Massebalansene, bilag 2, er sammenstillet i Tabell 12.

Sammenstilling		Alt A	Alt B	Alt C
		Sedimentering	Båndfiltre	SBR
Slammengde inn	m ³ /d	53,5	49,0	67,0
TS innhold	% TS	5,50	5,00	5,50
TS- mengde inn	kg TS/d	2.940	2.450	3.682
KOF (COD) inn	kg KOF/d	3.150	1.960	4.051
Volumen RT	m ³	802	735	1.004
Opholdstid	d	15	15	15
CH ₄ produksjon	m ³ /d	790,02	658	847
CH ₄ innhold	% CH ₄	65	65	65
Biogas	m ³ /d	1.215	1.013	1.302
Biogas	m ³ /år	443.627	369.689	475.392
Energiinnhold MWh/år	MWh/år	2.797	2.331	2.997
Awannet Slammengde ut	m ³	6,5	5,4	8,5
TS innhold	% TS	27	27	27
TS - mengde ut	kg SS/d	1.559	1.470	2.302

Tabell 12: Massebalanse biogassanlegg – 3 alternativer.

Det er forutsatt termofil råtneprosess med en oppholdstid på 15 d.

Det forutsettes, at råtnetanken plasseres i fjellet i den laveste del mellom inngangen til adkomstveien og avannings- og containerhallen, se fig 14. Anlegget blir etablert i ATEX sone, så byggeteknisk etableres råtnetanken og gasslager i eksplosjonssikker område. Det betyr, at der oppad til skal være åpen, så en eksplosjon ikke medfører sammenstyrtinger i fjellanlegget, men avledes oppad

uten fare for det øvrige anlegget. For å gi gode arbeidsmiljøforhold i anlegget, kan det etableres en enkel lett overbygging.



Fig 14: Plassering av råtnetankanlegg.

Slammet pumpes etter foravvanning til råtnetank, via en slam/slam varmeveksler. Fra råtnetank (1000 m^3) går slammet på et mellomlager for avgassing (150 m^3), der oppbygges med membran for gasslager (100 m^3). Gassen utnyttes på gassmotor, hvor det generes el og varme. Foruten dette er dette etableres gasskjele, som leverer supplerende varme til å holde råtnetanktemperaturen ($50 - 55^\circ\text{C}$). Varmt vann tilføres varmeveksler på slamsirkulasjonsledning på råtnetanken, således at temperaturen holdes kontant. Varmeoverskuddet anvendes til ventilasjonssystemet, som erstatning for el-oppvarmning, og "lavtemperatur" overskuddet kan anvendes til oppvarming i radiatorer i personale- og administrasjonsbygg. Som sikkerhet mod utslipp av overskuddsgass etableres gassflamme, f.eks. i dagen over råtnetankanlegget.

Investeringskostnad for et anlegg svarende til Alt C, SBR anlegg, med 1000 m^3 råtnetank er kalkulert til 30 – 35 mill. kr. Billigst om man anvender råtnetank og avgassingstank (med gasslager under membran) i stål, og dyrest dersom det oppføres i betong.

Energibalanse og driftskostnader fremgår av tabell 13.

Energibalanse		Alt A	Alt B	Alt C
		Sedimentering	Båndfiltre	SBR
Energiinnhold MWh/år	MWh/år	2.797	2.331	2.997
El - produksjon (40%)	MWh/år	1.119	932	1.199
Oppvarm/vedlikehold RT	MWh/år	539	491	667
Tap (10%)	MWh/år	280	233	300
Til øvrig opvarming	MWh/år	860	674	832
Til fjellhalloppvarming (80 %)	MWh/år	688	540	665
tilskutt Halloppvarming	W	78	62	76
Driftskostnader		Alt A	Alt B	Alt C
		Sedimentering	Båndfiltre	SBR
<i>Indtægter/besparelse</i>				
El produksjon	1 kr/kW	1.118.826	932.355	1.198.939
besparelse fjellhall opvarming	1 kr/kW	687.626	539.555	665.339
besparelse på slamdeponering	875 kr/tonn	1.682.417	1.374.181	1.972.607
Besparelse polymer	40 kr/kg	103.018	85.848	120.931
<i>Utgifter</i>				
El forbruk RT anlegg	1 kr/kW			210.240
Vedlikehold	R.S			350.000
Samlet Driftsbesparelse	kr	3.397.576		

Tabel 13 Energibalanse og driftsbesparelse

Som det ses er det bare kalkulert med Alt. C idet anleggskostnader bare er basert herpå, og da det er det alternativet, som vi anbefaler. Der vil ikke være stor forskjell på driftsutgifter og anleggskostnader på de øvrige alternativer, så det forventes at forholdet vil bli nært det samme.

Som det ses vil tilbakebetalingstiden være ca. 10 – 12 år (avhengig av rentesats).

Dette avsnittet skal ses som et innspill til at få et anlegg som er helt oppdatert i forhold til de tiltak som i dag er BAT teknologier og som sikrer minst mulig karbon footprint. Samtidig gir anlegget også mulighet for gjenvinning av gjødselstoffer som fosfor, som anses for en begrenset ressurs globalt i fremtida.

10 Fremtidssikring

10.1 Forbehandling

Forbehandlingsdelen med riste og sandfang er forberedt for forøkelse av både hydraulisk og stoffbelastning. Ristkapasiteten kan forøkes ved å sette riste i de 2 omløpskanalene og sand- og fettfanget har så stor kapasitet, at det klarer en hydraulisk belastningsforøkelse på minimum 50 % med helt tilfredsstillende sandutskilling og så på små fraksjoner under 150 mikron.

Der er i dag krav til primærrensing. Et realistisk fremtidig scenarium vil være krav til sekundær rensing og eventuelt krav til fosfor. Resipienten tatt i betraktning er det ikke sannsynlig at nitrogenrensekrav blir aktuelt – det skulle i tilfelle skje pga. politiske forhold.

Alternativ A, sedimentering og alternativ B, båndfiltre er begge metoder der overholder primærkravet.

10.2 Alternativ A, sedimentering

Etablering av sedimenteringstanker gir et fleksibelt anlegg overfor fremtidige krav. Det er relativt enkelt å forlenge midtkorridoren for fortsette utbygningen i haller parallelt på denne.

Ved krav til sekundær rensing kan flg. utvidelsesmodeller anvendes:

- Bruke sedimenteringsbassengene som både primær sedimentering, og som fellingsbassenger, dersom hydraulisk belastning eller fosforkrav skulle tilsi dette. Det sekundære rensetrinn bygges i forlengelse i form av stort sett alle kjente biologiske prosesser (MBBR, MBR, Aktivslam anlegg, SBR osv.).
- Bruke sedimenteringsbassengene til sekundær sedimentering – det vil kreve en fordobling av antallet av bassenger. Det biologisk trinn kan bygges som aktiv slam, hvilket betyr, at der skal etableres luftningsvolumen. Størrelsen av reaktorvolumenet avgjør om det er biologisk fosforjernelse og om der skal være nitrogen rensing.

10.3 Alternativ B, Båndfiltre

Båndfilteranlegget er planlagt etablert med så god plass i hallen, at en fordobling av antall filtre er mulig. Det betyr blant annet, at det er mulighet for forøket filtreringseffekt, finere duk eller bruk av polymerer, og dermed mere organisk stoff til f.eks. gassproduksjon i råtnetanker.

Ved krav til sekundær rensing kan flg. utvidelsesmodeller anvendes:

- Bruke båndfilteranlegget til primærrensing, og bygge sekundært rensetrinn i forlengelse i form av stort sett alle kjente biologiske prosesser (MBBR, MBR, Aktivslam anlegg, SBR osv.).
- Bruke båndfiltre som etter poleringstrinn etter biologisk rensetrinn.

10.4 Alternativ C, SBR – anlegg

SBR-anlegget er allerede i stand til å overholde sekundærkravet. Ved anaerob innpumping, vil der være mulighet for biologisk fosforfjerning og dette kan utvides ved å ha en regulær anaerob sekvens etter innpumping i hver batchsyklus, det vil kreve installasjon av omrørere i reaktorene. Anlegget er dessuten med utløp i fast høyde, dersom dette endres til flytende dekantere, som følger vandstanden ned under dekanteringsfasen, vil kapasiteten kunne økes med 25 – 30 % på anlegget. En utbygging til dobbelt størrelse, vil kunne gi nitrogenrensing. En kapasitetsforøkelse vil også kunne finne sted ved å ha f.eks. båndfiltre foran SBR reaktorene.

Hygieniske krav til f.eks. bakterienivå svarende til badevannskvalitet, som noen innenlandske anlegg opplever syns heller ikke realistisk, resipienten tatt i betraktning. Skulle slike krav komme er vil en enkelt ombygging til MBR (Membrane Bioreactors) være en løsning, da bakteriene ikke passerer membranene. SBR reaktorene skal då drives som luftningstanke med membraner plassert i tankene.

10.5 Slambehandling

Utstyret til både foravvanning og sluttavvanning har samlet kapasitet til bare å skulle gå i dagstid. Begge typer kan styres, så de kan drives kontinuert, også uten bemanning. Derfor kan belastningen fint stige til det dobbelte uten behov for kapasitetsforøkelse.

Det er også forberedt til med de 2 buffertanke, at det kan etableres råtnetankdrift, således at det foravvannede slammet pumpes på råtnetank, og avløpet herfra av utråtnet slam ledes til buffer 2 før sluttavvanning.

11 Prosjektgjennomføring/fremdrift

11.1 Entrepriseoppdeling

11.1.1 Bygge- og anleggstekniske arbeider

Det antas at det blir 2 bygg entrepriser.

- B1 - Det anbefales at alle bygge- og anleggstekniske arbeider i fjell inngår i én samlet entreprise, B1.

Argumenter for dette er:

De aller fleste entreprenørene som har kapasitet til å gjennomføre disse sprengnings- og sikringsarbeidene vil også ha kapasitet til å utføre betongarbeidene. De kan eventuelt også ta inn en underentreprenør for utførelse av betongarbeidene.

Det er en fordel at den entreprenøren som ansvaret for sprengningsutførelsen også har ansvaret for utførelsen av betongarbeidene. Eksempel: eventuell feilsprengning som oppdages ved utførelsen av betongarbeidene, faller tilbake på entreprenøren selv.

Framdriftsmessig kan det ligge til rette for en viss overlapp mellom sprengnings- og sikringsarbeidene og betongarbeidene. Dette vil kunne redusere byggetiden med én entreprenør for alle arbeidene da det ikke anses som aktuelt at en ny entreprenør starter med betongarbeidene før sprengningsarbeidene er ferdig. Det kan i tillegg bli et opphold mellom to ulike entrepriser bl.a. på grunn av ny tilrigging.

Det er mulig at det kan bli mer konkurranse om betongarbeidene dersom disse lyses ut som en egen entreprise, men en eventuell fordel ved dette vil ikke veie opp for de ovennevnte fordelene med en samlet entreprise.

- B2 – entreprise for administrasjonsbygg.

11.1.2 Prosess og maskin

Det antas at prosess- og maskinentreprisene oppdeles i følgende:

- M1: forbehandling, som består av riststasjon, sand- og fettfang, ristegodspresse/vaskere, sandvasker og container delen – gjennomføres som enten fagentreprise (maskinleveranse og montasje) på bakgrunn av detaljprosjekt eller

total entreprise (prosess, maskin og montasje), hvor entreprenøren prosjekterer prosessanlegget.

- M2: primær/sekundær trinn.
 - Alternativ A, sedimentering – gjennomføres enten som fagentreprise eller totalentreprise.
 - Alternativ B, Båndfilte – gjennomføres som totalentreprise
 - Alternativ C, SBR – gjennomføres enten som fagentreprise eller totalentreprise.

Dessuten kan det forekomme en rekke enkeltentrepriser som krever spesial leverandør, f.eks. traverskranutstyr, dersom det ikke blir tilpasset en av de ovenstående entrepriser.

11.1.3 Elkraftinstallasjoner, Automasjon og SRO

Det foreslås her 2 entrepriser:

E1: Elkraftinstallasjoner

E2: Automatiseringsanlegg og SRO

11.1.4 VVS-anlegg

Her foreslås det å gjennomføre 2 entrepriser:

V1: Varme- og sanitæranlegg

V2: Ventilasjonsanlegg

11.2 Fremdriftsplan

Det er ikke nemt at angi hvor lang en planleggingsfase som må til. Det skal tas politisk beslutning om hvor omfattende anlegget skal være. Dertil kommer myndighetsbehandling, utslippstillatelse mv. Det anses realistisk at endelig forprosjekt kan være ferdig hen på høsten 2016 og at detaljprosjektet omkring sommerferien 2017 er ført så langt frem at anbudsdokumenter for de ulike entreprisene kan sendes ut.

Basert på ovenstående og en vurdering av den anleggstekniske gjennomføringen er det utarbeidet en grov framdriftsplan, Gantt-diagram fig 15 .

Planen er basert på at det er ønskelig med en effektiv gjennomføring. For sprengnings- og bergsikringsarbeidene er følgende forutsetninger lagt til grunn:

- 2-skifts drift for adkomsttunnelen inn i anlegget, og 3 skift (101 t pr uke) etter dette.
- Betongarbeidene starter så raskt som det er mulig å komme til etter at sprengning og sikring er ferdig. Det antas at arbeidene starter innerst

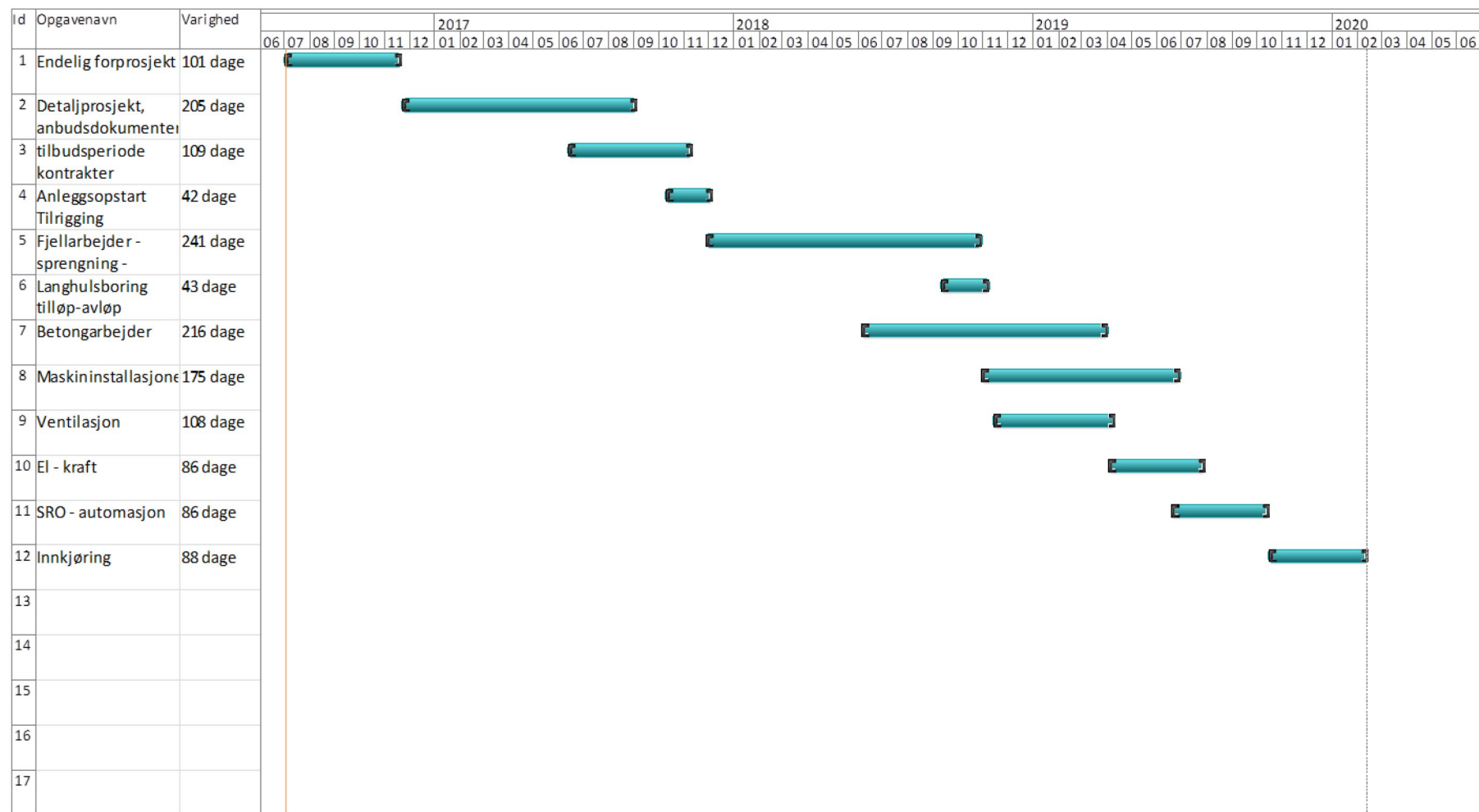


Fig 15: Fremdriftsplan