

Bergen kommune

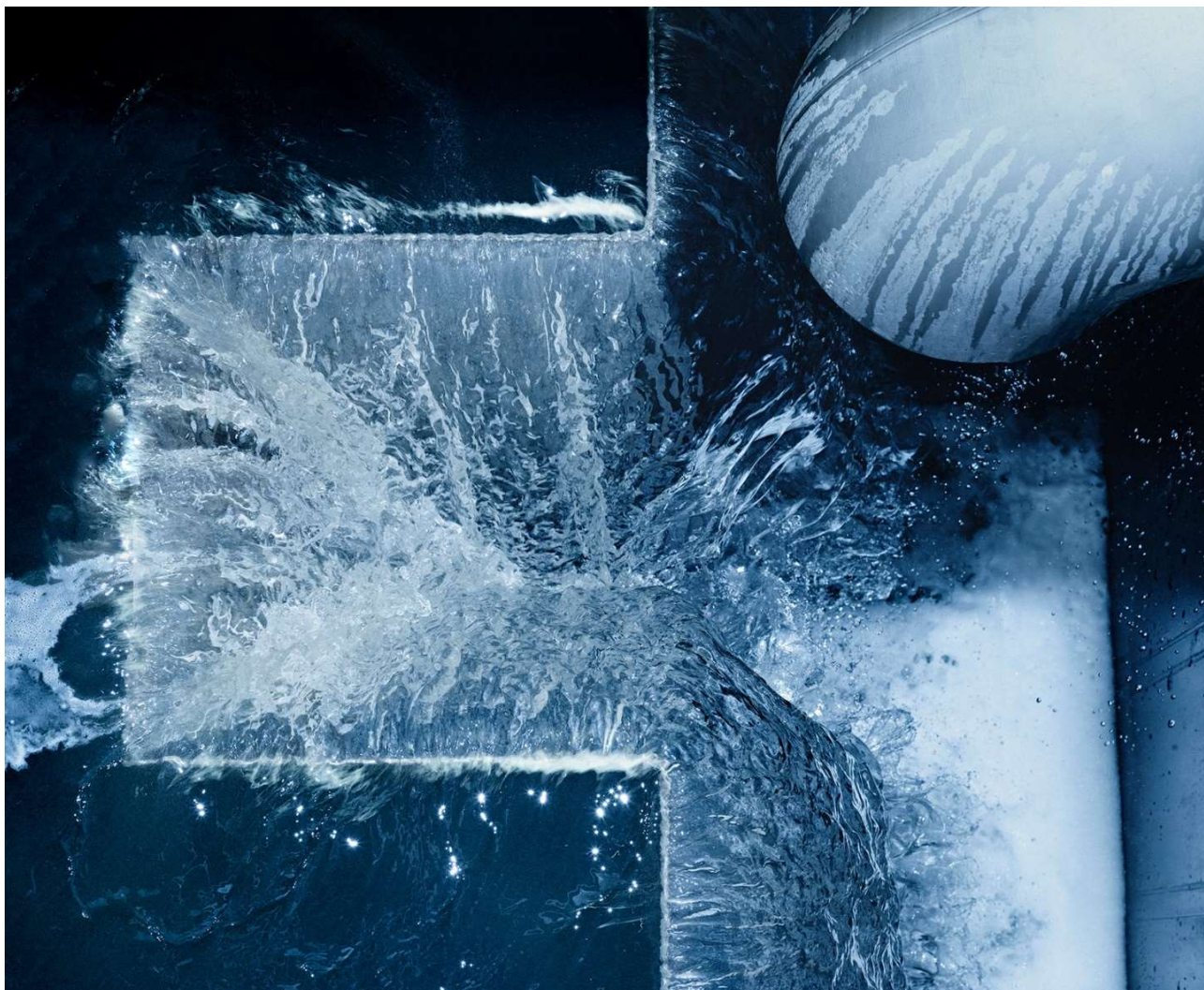
► **Garnes Renseanlegg**

EØS 002-2021 Garnes renseprosess

Del II – Kontraktsgrunnlaget

Vedlegg 1 - Teknisk beskrivelse

Oppdragsnr.: 5193156 Dokumentnr.: Del II - Vedlegg 1 Versjon: J06 Dato: 2021-12-02



Oppdragsgiver: Bergen kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Bjørn-Vidar Grande
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Lars Magnussen
Fagansvarlig: Audun Søyland Teie
Andre nøkkelpersoner: Anne Willumsen, Geir Morten Knutsen, Morten Leine

J06	2021-12-02	For anskaffelse	AudTei	LM	LM
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.

Innhold

1	Dimensjoneringsgrunnlag	7
1.1	Rensekrav	7
1.2	Dimensjonerende belastninger	7
1.3	Årsmiddelbelastning	8
1.4	Påkoblinger og utvikling av belastning	8
1.5	Belastningsvariasjoner	9
2	Utforming av anlegget	10
2.1	Generelt	10
2.2	Grensesnitt	10
2.3	Byggeteknisk utforming av renseanlegget og forhold til omgivelser	11
2.3.1	<i>Generelt</i>	11
2.3.2	<i>Prosesshall</i>	11
2.3.3	<i>Teknisk sidebygg</i>	11
2.3.4	<i>Innløspumpestasjon</i>	12
2.3.5	<i>Containerutlasting</i>	13
2.3.6	<i>Avvanningsprosesser</i>	13
2.3.7	<i>Adkomst til prosessdel</i>	13
2.3.8	<i>Kjemikaliedoseringsanlegg</i>	14
2.4	Overordnede krav til prosessdesign	14
2.4.1	<i>Dimensjonering</i>	14
2.4.2	<i>Driftsstabilitet</i>	14
2.4.3	<i>Utjevning i tunnel</i>	17
2.4.4	<i>Hydraulikk</i>	17
2.4.5	<i>Energioptimalisert drift</i>	18
2.4.6	<i>Instrumentering</i>	18
2.5	Prosessbeskrivelse	19
2.5.1	<i>Innløspumpestasjon og innløp</i>	19
2.5.2	<i>Forbehandling</i>	21
2.5.3	<i>Biologisk rensetrinn</i>	22
2.5.4	<i>Slamseparasjon</i>	22
2.5.5	<i>Utløpskasse</i>	22
2.5.6	<i>Utslippskum</i>	23
2.5.7	<i>Renner og sluk</i>	23
2.5.8	<i>Kjemikalier til vann- og slambehandling</i>	23
2.5.9	<i>Slambehandling</i>	24

2.5.10	Tilrettelegging for prøvetakingspunkt	26
2.5.11	Gassmålere	26
2.5.12	Trykkluftanlegg	26
2.5.13	Prosessvannsanlegg	26
2.5.14	Bruttvannsanlegg	27
2.5.15	Intern pumpestasjon og lensepumper	27
2.6	Betjeningsvennlighet, adkomst og arealer	27
2.7	Ergonomiske forhold	28
2.8	Støy	29
2.9	Reservedeler og service	29
3	Kravspesifikasjoner til maskin- og prosessutstyr	30
3.1	Gjeldende standarder/normer	30
3.2	Generelle krav	30
3.2.1	Materialer og overflatebehandling	30
3.2.2	Merking	31
3.2.3	CE-Merking	31
3.2.4	Kapslingsgrad (IP-klasser)	31
3.2.5	Tilkobling for VVS-installasjoner	32
3.2.6	Innsatsmidler	32
3.3	Anleggsdeler	32
3.3.1	Byggkonstruksjoner	32
3.3.2	Rørsystemer	33
3.3.3	Tanker	36
3.3.4	Monteringsmateriell	38
3.3.5	Ventiler, luker og armatur	38
3.3.6	Manøverutstyr	39
3.3.7	Ristinstallasjoner	40
3.3.8	Sandfanginstallasjoner	41
3.3.9	Lagring av ristgoods og sand	42
3.3.10	Omrøring	42
3.3.11	Pumpesystemer	43
3.3.12	Transportskruer	45
3.3.13	Blåsemaskiner	45
3.3.14	Utstyr i biologisk rensetrinn	46
3.3.15	Utstyr for avskillingstrinn	46
3.3.16	Oppkonsentrering av slam	47
3.3.17	Lagring av avvannet slam	48
3.3.18	Kompressoranlegg	49
3.3.19	Bruttvannsanlegg	50

3.3.20	<i>Prosessvannsanlegg</i>	50
3.3.21	<i>Måle- og reguleringsutstyr</i>	51
3.3.22	<i>Løfteutstyr</i>	54
3.3.23	<i>Inspeksjonsluker</i>	55
3.3.24	<i>Polymerutrustning</i>	56
4	Kravspesifikasjoner til prosesselektro	57
4.1	Generelt	57
4.2	Standarder	57
4.2.1	<i>Lover, forskrifter og normer</i>	57
4.2.2	<i>PLS</i>	58
4.2.3	<i>Merking og tag-koding</i>	58
4.2.4	<i>Godkjenning av materiell og utstyr</i>	58
4.2.5	<i>Tilgjengelighet</i>	58
4.3	Generelle krav for installasjonen	59
4.4	Effektbrytere/automatsikringer, sikringer	60
4.5	Ekvipotensialjording	60
4.6	Føringsveier og bæresystemer	60
4.7	Motorer	60
4.8	Frekvensomformere	61
4.9	Fordelinger og tavler	62
4.9.1	<i>Prosessfordeling</i>	62
4.9.2	<i>Krav elektrotavler</i>	62
4.9.3	<i>Krav automasjonstavler</i>	63
4.9.4	<i>Kabling og installasjon</i>	63
4.9.5	<i>Signal test, dreieretningstest</i>	63
4.9.6	<i>Merking - ref NORVAR rapport 155 – 2007.</i>	64
4.10	UPS	64
5	Kravspesifikasjoner til automatiseringsanlegg	65
5.1	Generelle funksjonskrav	65
5.2	Standarder	65
5.3	Designdokument	66
5.4	Kommunikasjon	66
5.5	Sentraler	66
5.5.1	<i>Generelt</i>	66
5.5.2	<i>Krav til PLS</i>	67
5.6	Programvare for PLS	67
5.7	Krav til I/O-kort og signaler	67
5.7.1	<i>Digitale innganger</i>	68
5.7.2	<i>Digitale utganger</i>	68

5.7.3	Analoge signaler	68
5.8	Signaler	69
5.8.1	Instrumenter og Målinger	69
5.8.2	Frekvensomformere	69
5.9	Betjening tavlefront	69
5.10	Applikasjonsprogram/"kildekode"	69
6	Kravspesifikasjoner til VVS	70
6.1	Punktavsug og luktrenging	70
6.2	Prosessgaranti luktreduksjon og betingelser for avkast	71
6.3	Materialkrav ventilasjon	72
6.4	Varmeveksler	72
7	Byggtekniske spesifikasjoner	73
8	Igangkjøring og opplæring	74
8.1	Generelt	74
8.2	Funksjonstesting prosess	74
8.2.1	Tørstest	74
8.2.2	Våt-test	74
8.3	Kontrollkrav Automatisering og Prosesselektro	75
8.3.1	Fabrikktester (FAT = Factory Acceptance Test)	75
8.3.2	Test og godkjenning av typiske funksjoner	75
8.3.3	Anleggstester (SAT = Site Acceptance Tests)	75
8.3.4	Mekanisk ferdigstilling	76
8.3.5	I/O og signal test	76
8.3.6	Godkjenning av anleggstester for Automatisering og Prosesselektro	76
8.3.7	Prøvedrift automatisering	76
8.3.8	Innjustering	77
8.4	Opplæring	77
8.4.1	Opplæring prosess	77
8.4.2	Opplæring for Automatisering og Prosesselektro	77
8.5	Anleggsteknisk overtakelse	79
8.6	Oppfølging i prøvedriftsperioden	79
8.6.1	Generelt	79
8.6.2	Felles prøvedriftslogg	79
8.6.3	Byggherrens plikter i prøvedriftsperioden	79
8.6.4	Entreprenørens plikter i prøvedriftsperioden	79

1 Dimensjoneringsgrunnlag

1.1 Rensekrav

Renseanlegget skal dimensjoneres og utformes for å tilfredsstille krav til sekundærrensing iht. Forurensningsforskriften §14-2 pkt b).

Rensekrav som legges til grunn for anlegget er gjengitt i etterfølgende tabell.

Tabell 1: Rensekrav til anlegget

Parameter	Rensekrav
Organisk stoff (BOF ₅)	70 % eller < 25 mg O ₂ /l ved utslipp
Organisk stoff (KOF)	75 % eller < 125 mg O ₂ /l ved utslipp

1.2 Dimensjonerende belastninger

Garnes RA skal bygges nytt som følge av sekundærrensekrav og at eksisterende anlegg ikke er hensiktsmessig å bygge om. I samme omgang skal avløp fra Ytre Arna silanlegg og Hagardsviken slamavskiller overføres til Garnes RA. Nytt anlegg må også håndtere befolkningsvekst og økt belastning fra Espeland VBA.

Garnes RA mottar i dag avløpsvann fra forrenset avløp fra Toro, samt urensset avløp fra Janus. I tillegg skal slamvann fra nytt vannbehandlingsanlegg ved Espeland tilføres anlegget. I sum vil industribelastningen utgjøre ca. 33 % av belastningen til Garnes mhp. KOF.

Anlegget skal dimensjoneres på en slik måte at det vil fungere optimalt også dersom Toro legger ned produksjonen.

Tabell 2: Dimensjonerende tilknytning til renseanlegget for 2050.

Parameter	Verdi (2050)	Enhet
Q _{min}	80	m ³ /h
Q _{middel}	400	m ³ /h
Q _{dim} ⁽¹⁾	425	m ³ /h
Q _{maksdim} ⁽¹⁾	750	m ³ /h
Q _{maks, RA} ^{(1) (2)}	2 100	m ³ /h
Q _{maks} ⁽³⁾	2 800	m ³ /h
BOF ₅ ⁽¹⁾	1 392	kg/d
BOF _{min}	100	kg/d
KOF ⁽¹⁾	2 638	kg/d
SS _{dim} ⁽¹⁾	1 616	kg/d

- 1) Dimensjonerende organisk belastning (og øvrige belastninger) gjelder avløpsvann **tilført** anlegget i tillegg til et rejektivannsbidrag på +5 %.
- 2) Q_{maks, RA} er den maksimale vannmengden som skal videreføres til renseanlegget fra pumpestasjonen
- 3) Q_{maks} er den maksimale vannmengden **tilført** pumpestasjonen.

Slamproduksjon beregnes av entreprenør basert på dimensjonerende verdier over. Det er opp til entreprenør å legge inn tilstrekkelige sikkerhetsmarginer, hvor behovet vil variere fra enhetsprosess til enhetsprosess. Det gjøres eksempelvis oppmerksom på at SS-belastning angitt over, er middelværdi over døgnet og at momentanbelastning vil være høyere.

Dimensjonering av slamlagre og avvanningsmaskiner, skal baseres på en slamproduksjon hvor følgende verdier ligger til grunn:

- Dimensjonerende organisk belastning
- Dimensjonerende SS-belastning
- Kjemisk slamproduksjon ikke lavere enn $23\,200\text{ pe} \times 20\text{ g SS/pe} \times \text{d}$

1.3 Årsmiddelbelastning

Midlere årsbelastning i 2025 er angitt i tabellen nedenfor.

Videre er det angitt forventet årsbelastning i 2030, etter at Ytre Arna og Hagardsviken er koblet til.

Tabell 3: Forventet belastning i snitt over året til anlegget.

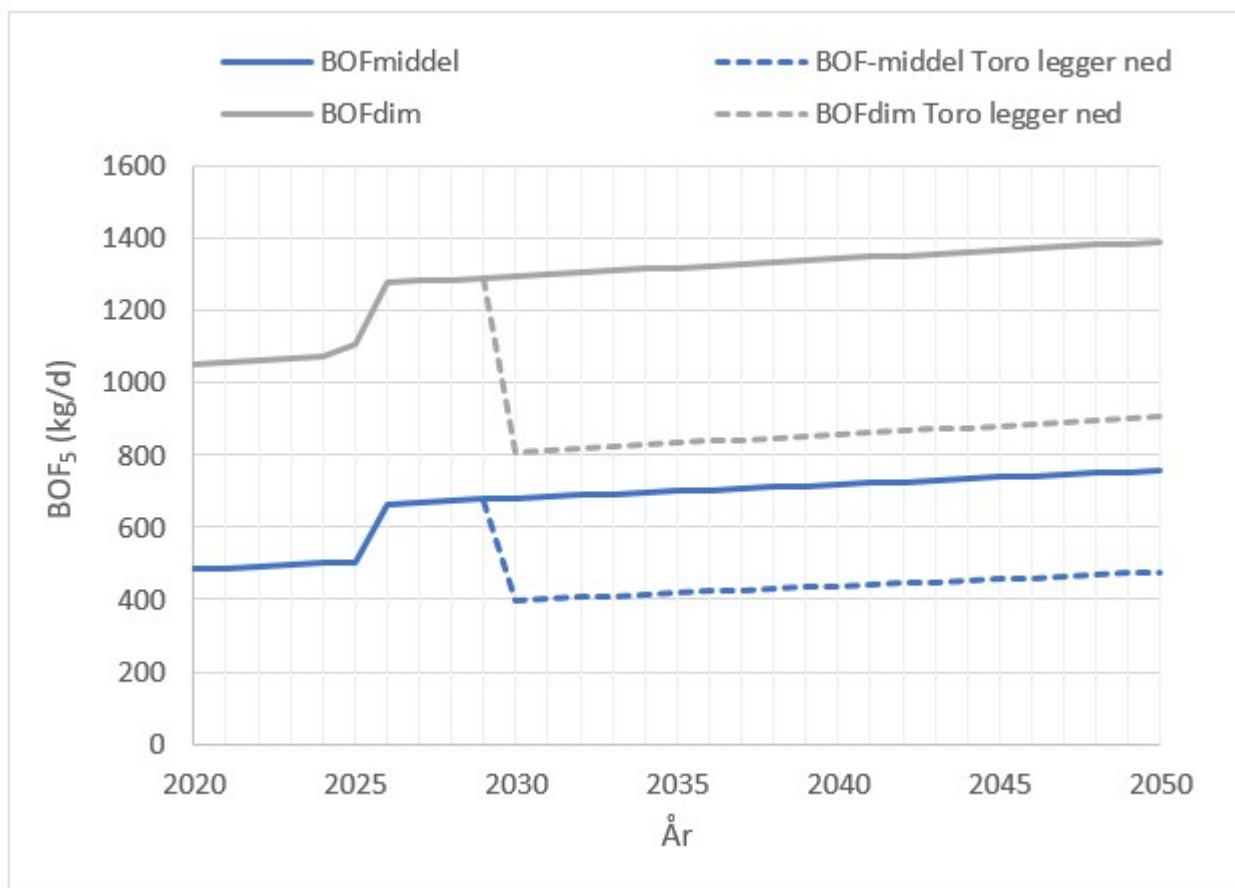
Parameter	Verdi (2025)	Verdi (2030)	Verdi (2050)	Enhet
Q_{middel}	380	400	400	m ³ /h
BOF ₅	504	681	758	kg/d
KOF	1008	1362	1515	kg/d
SS	605	817	909	kg/d

1.4 Påkoblinger og utvikling av belastning

Figuren under illustrerer forventet økning i belastning til anlegget frem mot dimensjonerende år 2050.

Dagens anlegg har en stor variasjon i belastningen, og uten Toro i helger og ferier, reduseres belastningen inn på anlegget med ca. 250 kg/d. Det er dermed et svært stort spenn fra normalsituasjonen ved oppstart til dimensjonerende belastning år 2050. For å belyse denne er endringer i organisk belastning over tid vurdert. Det er gjort antagelser på når de mindre renseanleggene er klare til å knyttes på i år 2025 og 2026, samt antatt jevn befolkningsvekst. Dette er vist i Figur 1-1. Et anlegg dimensjonert for ca. 1400 kg/d, må da kunne driftes optimalt ved en belastning på ca. 500 kg/d ved oppstart.

Ytre Arna og Hagardsviken er ikke med ved oppstart.



Figur 1-1: Anslag for utvikling i organisk belastning til anlegget. Det er forutsatt at Hagardsviken kobles på i 2025, Ytre Arna i 2026. Det er også lagt inn et stiplet scenario med at Toro legges ned i år 2030.

1.5 Belastningsvariasjoner

Det må påregnes store belastningsvariasjoner både over året og over døgnet, samt lav belastning ved oppstart da ulike områder kobles til utover de første årene. Det alt vesentligste av tilløpene til anlegget skjer via eksterne pumpestasjoner. I perioder med tørrvær og tid på døgnet med lav tilrenning, innebærer dette at samlet tilførsel til anlegget er vesentlig lavere og i perioder ned mot 0. Det må også påregnes relativt stor innlekking av infiltrasjons- og overvann på ledningsnettet, hvilket også vil ha innvirkning på tilløpsvannets sammensetning. Anlegget må derfor være utformet og dimensjonert for kunne å tåle store belastningsvariasjoner, og kunne driftes fornuftig med lav belastning.

2 Utforming av anlegget

2.1 Generelt

Denne kontrakten gjelder leveranse av komplett og driftsoperativt prosessanlegg til nytt avløpsrenseanlegg på Garnes. Leveransen gjelder alt arbeid og utstyr, maskiner og alle deler og komponenter samt tiltak og arbeid på renseanlegget mellom de angitte entreprisegrenser. Til leveransen hører også arbeid som leverandøren utfører utenfor byggeplass, som f.eks. prosjektering, innkjøp og pre-fabrikasjon. Montasje inklusive alle oppheng o.l. inngår også i prosessleveransen.

Kapittel 2 omfatter overordnet og stedsspesifikke krav til anlegget. For tekniske krav til teknisk utstyr henvises det til kapittel 3.

2.2 Grensesnitt

Grensesnitt for M1-entreprisen er gitt i tabellen under. Se også *Vedlegg 7 - Grensesnittmatrise* for mer informasjon.

Tabell 4: Grensesnitt for M1

Grensesnitt	Beskrivelse
Avløpsvann inn	<u>Avløp fra Ytre Arna</u> Sjøledning DN200 i PE fra Ytre Arna. Ledning skal være i syrefast stål, men der det er risiko for at den kommer i kontakt med sjøvann skal ledningen utføres i PE. Må leveres med løslens og krave for kobling til PE rør. B1 leverer rør og tett rørgjennomføring. M1 leverer ventiler og instrumentering.
	<u>Avløp fra Hagardsviken</u> Sjøledning DN125 i PE fra Hagardsviken. Ledning skal være i syrefast stål, men der det er risiko for at den kommer i kontakt med sjøvann skal ledningen utføres i PE. Må leveres med løslens og krave for kobling til PE rør. B1 leverer rør og tett rørgjennomføring. M1 leverer ventiler og instrumentering.
	<u>Ny innløpsledning</u> B1 leverer rør og tett rørgjennomføring. M1 leverer ventiler og instrumentering.
	<u>Avløp fra nærområdet og personalbygg</u> Selvføllsledning DN200 fra nærområdet og personalbygg. Føres til ny innløpspumpestasjon. Denne leveres av B0.1 (utvendig) og V1 (innvendig).
Avløpsvann ut ¹	<u>Utløp rensed avløpsvann</u> B1 leverer rør og tett rørgjennomføring. Stengeventiler i utslippskum leveres av M1 (DN1000).
	<u>Nødoverløp ut</u> B1 leverer rør og tett rørgjennomføring. Stengeluke i utslippskum leveres av M1 (DN1500).
Kjemikalier inn (koagulant)	Påfyllingsrør i vegg

¹ Se markering av grensesnitt for utløp/nødoverløp fra RA i tegn. P-40-13-00-11 og P-20-13-00-11

2.3 Byggeteknisk utforming av renseanlegget og forhold til omgivelser

2.3.1 Generelt

Renseanlegget skal utformes som en åpen prosesshall hvor prosessenhetene er installert som frittstående, helt eller delvis prefabrikkerte enheter bundet sammen med rør. Det skal ikke støpes prosessvolumer eller vannveier.

I prosesshallens plan 1 plasseres containere for ristgoods, sand og avvannet slam i et eget rom.

Alle støttefunksjoner bl.a. el.kraftanlegg, automasjonsanlegg, kontrollrom, driftslab, verksted, VVS-anlegg, luktreduksjonsanlegg, doseringsanlegg, etc. skal plasseres i eget tilbygg til prosesshallen. Disse funksjonene forutsettes gjennomgående plassert i separate rom.

For innløpsspumpestasjonen, i plan U3, U2 og U1, består byggets bæresystem av vegger og dekker i plasstøpt betong.

2.3.2 Prosesshall

Plassering og arealbegrensning for anlegget er vist på vedlagte plan- og snitt-tegninger, tegn. P-20-10-01-11, P-20-10-02-11, P-20-10-U1-11, P-40-10-00-11 og P-40-10-00-12. Det er ikke anledning til å benytte større areal enn det som er angitt på tegningene.

2.3.3 Teknisk sidebygg

Arealbegrensning for teknisk sidebygg er vist på vedlagte plan- og snitt-tegninger, tegn. P-20-10-01-11, P-20-10-02-11, P-40-10-00-11 og P-40-10-00-12. Det er ikke anledning til å benytte større areal enn det som er angitt på tegningene.

Det må etableres døråpninger med min. 2,30 meter høyde fra entring av bygg og fram til tavlerom.

Det skal legges til grunn romprogram, som i Tabell 5, for teknisk sidebygg (15 x 17,75 m yttervegg) ut over det som følger direkte av krav til prosessen. Bygget skal bestå av to plan. Leverandør kan optimalisere romdisponeringen ut over det som er beskrevet i tabell under og i tegninger.

Tabell 5: Romprogram for teknisk sidebygg.

Rom	Funksjon	Areal	Øvrige krav
Blåsemaskin- og kompressorrom	Blåsemaskiner og kompressorer skal plasseres i eget rom av støyhensyn.		
Polymerrom	Rom for polymerberedere.		
Verksted	Det skal etableres verksted i tilstøtende bygg til prosesshallen.	Minimums-areal 32 m ²	Verksted skal være plassert på plan 1 i anlegget.

Rom	Funksjon	Areal	Øvrige krav
Ventilasjonsrom	Rom for ventilasjons- og luktreduksjon.	Minimums-areal 156 m ²	Skal være i plan 2. Fri høyde i ventilasjonsrommet skal være min. 4,0 m. Romstørrelse og plassering utarbeides i samarbeid med prosjekterende VVS.
Kjelrom	Rom for varmeanlegg	Minimums-areal 40 m ²	Romstørrelse og plassering utarbeides i samarbeid med prosjekterende VVS.
El.inntaksrom	Hovedledning for strøminntak	Minimums-areal 6 m ²	Romstørrelse og plassering utarbeides i samarbeid med prosjekterende elektro.
Tavlerom	Felles tavlerom for hovedtavle og underfordelinger for prosess og VVS.	Minimums-areal 16 m ²	Tavlerom skal plasseres i tilstøtende bygg til prosesshallen for sikring ved lekkasjer. Romstørrelse og plassering utarbeides i samarbeid med prosjekterende elektro.
Rom for reservekraft	Rom for gassdrevet reservekraftaggregat	Minimums-areal 32 m ²	Luftinntak og eksosrør. Plasseres i eget rom i prosesshall.
Kontrollrom	Det skal etableres et kontrollrom	Minimums-areal 23 m ²	
Driftslab	Det skal etableres en driftslab	Minimums-areal 17 m ²	

2.3.4 Innløpsspumpestasjon

Arealbegrensning for ny innløpsspumpestasjon er vist på vedlagte plan- og snitt-tegninger, tegn. P-20-10-U1-12, P-20-10-U2-11, P-20-10-U2-12, P-20-10-U3-11, P-40-10-00-13 og P-40-10-00-14. Det er ikke anledning til å benytte større areal enn det som er angitt på tegningene. Innløpsspumpestasjonen/bygget vil heller ikke etableres mindre enn det som fremgår av tegninger med mindre det er viktige forhold som tilsier dette.

Tilbudstegningene viser en mulig utforming av innløpsspumpestasjonen for alle plan. All funksjonalitet som beskrevet i dette dokumentet samt det som følger av installasjonene, skal ivaretas. Entreprenøren står fritt til å benytte det arrangement og den utforming som allerede er utarbeidet, eller gjøre modifikasjoner på dette.

Dersom entreprenøren velger helt eller delvis å benytte det arrangement som allerede foreligger, overtar entreprenøren ansvaret for prosjekteringen som om den skulle vært hans egen (tilsvarende NS8407 pkt. 24.2.1 Risikoovergangen).

Innløpsspumpestasjonens foreløpige romprogram:

Tabell 6: Romprogram for innløpsspumpestasjonen.

Rom	Funksjon	Areal	Øvrige krav
Tavlerom – innløpsspumpestasjon	Tavlerom for utstyr og VVS i innløpsspumpestasjon.	Plan U1, 56 m ²	
VVS-rom – innløpsspumpestasjon	Rom for tunnelventilasjon og ventilasjon av pst.	Plan U2, 56 m ²	
Pumperom - innløpsspumpestasjon	Rom for tørroppstilte pumper.	Plan U3, 102 m ²	
Pumpesump	Mottak av avløpsvann fra hele rensedistriktet.	Plan U3, 29m ²	2-delt hvor hver del kan tømmes ned separat

2.3.5 Containerutlasting

Containerutlasting skal plasseres på langvegg mot nordøst, av hensyn til adkomstforholdene. Se situasjonsplan tegn. P-20-10-00-11.

Lagring av avfallsfraksjoner (slam, sand og ristgods) skal være i et eget rom av lukthensyn. Krav til containerrommets utforming (minimum, netto-mål):

- Avstand mellom containere: 1,6 m
- Avstand mellom container og bakvegg: 1,3 m
- Avstand mellom containere og sidevegger: 1,3 m
- Avstand mellom containere og portvegg: 1,0 m
- Minimumshøyde over container-topp: 1,5 m

2.3.6 Avvanningsprosesser

Prosesser som sandvasking, fortykking og avvanning, vil fra tid til annen medføre søl i områdene rundt utstyret og krever derfor gulvarealer som er lette å holde rene. Gulvene i disse områdene skal derfor fortrinnsvis være utført i betong med epoksyslurrybelegg eller polyuretanbelegg (utføres av B1).

Et aktuelt og hensiktsmessig areal for disse prosessene vil være taket over containerutlastingen, men entreprenøren er ikke bundet av en slik plassering. Dekkeavslutninger mot lavereliggende arealer skal designes med sarg for å unngå søl til lavereliggende arealer ved spyling/ rengjøring av gulv.

Dersom det benyttes sentrifuger for avvanningen skal disse plasseres i eget rom, pga. støy- og luktforhold.

2.3.7 Adkomst til prosessdel

Det skal etableres en port for adkomst til prosessdelen på langside mot nordøst. Det skal etableres en lastebilrampe inn i anlegget (byggentreprise), M1 skal hensynta dette behovet.

Adkomst fra personaldel til prosessdel vil være i plan 1 og med plassering som vist på vedlagt tegning P-20-10-01-11. Adkomsten kan ikke flyttes.

2.3.8 Kjemikaliedoseringsanlegg

M1 skal angi behov og plassering for nøddusj, øyeskyllestasjon, vask med varmt og kaldt vann og spyling i forbindelse med kjemikaliedoseringsanleggene.

Det skal etableres oppsamlingsgrube for polymersøl slik at dette ikke kommer ut i gangarealer. Gangarealer rundt polymerberedere og nødvendige betjeningsarealer skal ha ristdekke. Ristdekke over gruben er en del av M1 sin leveranse.

2.4 Overordnede krav til prosessdesign

2.4.1 Dimensjonering

Anlegget skal dimensjoneres etter kjente retningslinjer som dokumenteres i prosjekteringsmaterialet. Det er ønskelig at fortrinnsvis norske, oppdaterte retningslinjer legges til grunn. Jf. Norsk Vann Rapport 256/2020: *Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg*. I de tilfeller entreprenøren legger annet enn kjente retningslinjer til grunn for dimensjoneringen, skal grunnlaget dokumenteres

2.4.2 Driftsstabilitet

2.4.2.1 Generelle krav til kapasitet og dublering

For å få driftssikre anlegg skal dimensjonering og utforming følge etterfølgende prinsipper:

- Det skal minimum være 2 linjer
- Hver av ristene skal hver ha kapasitet til å håndtere $2 \cdot Q_{\text{maksdim}}$
- Foran sandfanget skal det være et avlastningsoverløp og Q_{maksdim} videreføres og fordeles mellom linjene.
- Fordeling mellom linjene skal skje på en slik måte at det maksimalt er 5% skjevfordeling.
- Anlegget skal minimum ha 1,5 døgn lagringskapasitet ved dimensjonerende slamproduksjon. Lagringskapasitet for avvannet slam skal være minimum 3 døgn fordelt på minimum 2 containere.
- Der det er to eller flere prosesslinjer skal linjene kunne drives helt uavhengig av hverandre. For alt utstyr i dobbel oppstilling skal den ene komponenten kunne tas ut av drift uten at det påvirker driften av den andre.
- Det skal være omkjøringsmuligheter av avløpsvann til etterfølgende prosessstrinn (gjelder biologisk rensetrinn), samt mulighet for krysskjøring mellom linjer foran og etter biologisk rensetrinn (dvs. for eksempel fra linje 1 biologi til linje 2 avskilling og motsatt, men ikke samtidig).
- Der hvor det er reserveutstyr, skal hver enkelt linje/komponent kunne stenges av og resterende linjer/komponenter driftes normalt uavhengig av øvrige linjer/komponenter.
- Alle kritiske anleggsdeler, slik som slampumper, doseringspumper, blåsemaskiner, spylevannspumper, kompressorer, sykkloner, etc. dupliseres, dvs. dimensjoneres med 100 % reserve. Der hvor feil på ett enkelt instrument innebærer stopp av prosessen og/eller renseanlegget, gjelder redundanskravet også for instrumenter. Det gjøres unntak fra krav om 100 % redundans i følgende tilfeller:

- Tilfeller hvor variasjoner i kapasitet/ytelse tilsier at 1 komponent ikke kan dekke kapasitetsområdet 0 – 100 % (av behovet). Dette kan da løses ved bruk av eksempelvis 3 pumper heller enn 2, hvor 2 pumper dekker kapasitetsområdet 0 – 100 % og hvor den 3. pumpen er reserve.
 - For instrumentering er reserveutstyr tilgjengelig på lager tilstrekkelig.
- Alle systemer skal være bygget opp med redundans iht. egen beskrivelse. Det skal automatisk veksles mellom komponenter slik at de får tilnærmet samme driftstid.

2.4.2.2 Driftsovervåking

- Motorer som skal frekvensstyres og motorer ≥ 15 kW skal leveres med overvåkningsutstyr bestående av termistorfølere montert i motorens viklinger. Ved høy temperatur skal:
 - Alarm innkobles ved temp 0 – 15 °C under kritisk temperatur
 - Motor stoppes senest ved temp. 5 °C under kritisk temperatur
- Hvert enkelt prosessutstyr skal beskyttes mot overbelastning. Overbelastningsvern skal være direkte tilknyttet det enkelte utstyr og ikke være avhengig av PLS/styring. Overbelastningsvern som beskytter mot ødeleggelse av utstyret skal være aktivt også ved manuell drift. Utløst overbelastningsvern skal gi signal til PLS. Typiske sikkerhetsfunksjoner vil være:

○ Røreverk, grindomrørere	Mekaniske m/ mikrobrytere
○ Senkbare omrørere og pumper	Temperatur- og fuktvakter
○ Fortrengningspumper	Tørrkjøringsvern (Pt100) og trykkvakter
- Alt utstyr skal forrigles slik at prosessutstyr direkte oppstrøms utstyr som har stanset pga. feil eller manuell stans, stanser. Dette punktet begrenser ikke andre nødvendige forriglinger.
- I tillegg til ordinære driftsoverløp skal det alltid være fysiske nødoverløp der hvor det foreligger risiko for oversvømmelse. Det er ikke tilstrekkelig med oversvømmelsesvakter (nivå) og elektrisk/ pneumatisk avstengning.
- Alle nødoverløp skal overvåkes med nivåvakter slik at driften varsles og nødvendige avhjelpende tiltak kan iverksettes.

2.4.2.3 Sikkerhetstiltak i fellingskjemikalieanlegget

I forbindelse med håndtering og dosering av flytende kjemikalier skal som minimum følgende tiltak gjennomføres:

- Doseringspumper og tilhørende rørarrangement skal så langt det er mulig plasseres i eget kabinett for beskyttelse mot sprut.
- Nøddusj/ øyedusj i rom med etsende kjemikalier. Dusjen utstyres med temperert vann. Rør utføres rustfritt.
- Ved påfyllingsplasser for kjemikalier skal det etableres oppsamlingsgruber for søl med avløp til innløpet på anlegget
- Doseringsslanges legges i varerør både av sikkerhetsmessige og driftsmessige årsaker (lekkasjer)

- Overtrykkssikring på doseringspumpenes trykkside. Overstrømningsventiler skal ikke føre kjemikalier til et sted hvor de kan gjøre skade eller være til fare
- Overfyllingssikring ved påfylling av lagertank fra kjemikalieleverandør skal omfatte:
 - Nivåmålere på lagertanker
 - Visuell og akustisk alarm, samt nivåvisning, ved påfyllingsstasjon. Påfyllingsstasjonen plasseres utvendig på vegg. Utstyr skal være beskyttet mot vær og vind og bygges inn i skap.
 - Nødoverløpsledning ført til katastrofekar (se kap. 3.3.3.1)
- Fangdam/ katastrofekar av betong rundt lagertanker for fellingskjemikalier. Ved brudd i tankene skal alt innholdet samles opp inne i karet. Gjelder samlet lagringsvolum. For mindre tanker (< 20 m³) kan "tank i tank"-prinsippet benyttes dvs. lagertankene plasseres i en større tank som er åpen i toppen. Her forutsettes også katastrofekar dvs. den ytre tanken utført i samme materiale som lagertanken.
- Vedr. evt. avdamping fra kjemikalietanker:

Entreprenør må vurdere tiltak, eksempelvis (listen er ikke uttømmende):

 - Alt. 1: Kjemikalietanker i eget rom.
 - Alt. 2: Separat ventilasjonsavtrekk i katastrofekar.

Ventilasjonstekniske grep må også tas.

2.4.2.4 Prosessløsning

Prosessløsning er ikke fastsatt, men valgt løsning må plasseres innenfor avsatt område. Se kap. 2.3 med underkapitler.

Selv om tomten er relativt romslig så er det flere forhold som gjør at man har konkludert med å legge en kompakt løsning til grunn.

2.4.2.5 Kjemikalieforbruk

Da det ikke er fosforkrav til anlegget, er det ikke nødvendig med utfelling av fosfor med aluminium- eller jern-baserte fellingskjemikalier. Felling med kjemikalier har også en rekke miljøulempen (Økt CO₂-avtrykk, økt slamproduksjon, utfelt fosfor sterkt kjemisk bundet/ mindre biotilgjengelig for biologisk vekst, håndtering av fellingskjemikalier/ HMS-tiltakene).

Man ønsker derfor å benytte en prosessløsning uten bruk av fellingskjemikalier. Dette utelukker ikke at det kan benyttes en løsning med kjemisk felling da de fleste separasjonsløsningene muliggjør drift både med og uten fellingskjemikalier.

Det skal uansett installeres doseringsanlegg for fellingskjemikalier.

2.4.2.6 Sikkerhet under drift

- Sikkerheten i anlegget ivaretas ved oppbevaring av nødvendige reservedeler og -utstyr på anlegget med målsetning om at full drift kan gjenopptas i løpet av 24 timer. Entreprenøren skal levere nødvendige reservedelslister for dette. Reservedeler omfatter ikke tanker.

- Det er ønskelig at det leveres utstyr fra leverandører med representasjon og serviceorganisasjon i Norge.
- Det skal så langt det er mulig standardiseres på få utstyrsleverandører. Eksempelvis er det ønskelig at alt forbehandlingsutstyr er av samme fabrikat. Det samme gjelder instrumentutstyr, pumper og omrørere/strømsettere. Ulikt fabrikat på tilsvarende komponenter aksepteres ikke med mindre det er spesielle grunner for dette.
- Avstivninger/support for utstyr i kanaler, tanker og bassenger skal så langt det lar seg gjøre ikke være i væskestrømmen eller i kontakt med mediet.
- Kanaler og rør skal være selvrensende. Det tillates ikke sedimentering noen steder i prosessen. Der det er fare for sedimentering, eller i løpet av prøvedriftsperioden oppdages sedimentering, skal entreprenøren installere lufting.

2.4.3 Utjevning i tunnel

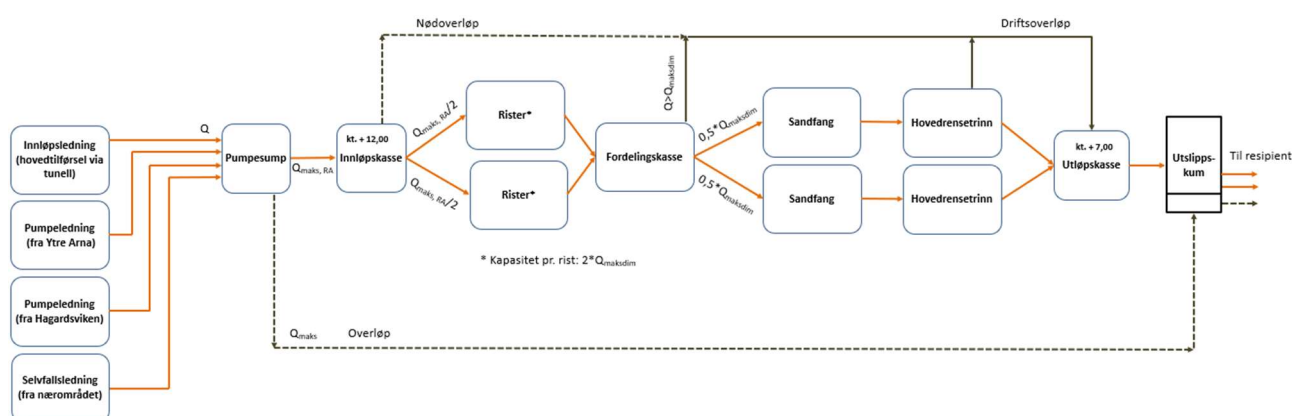
Anlegget har tidligere vært drevet med utjevning i den ca. 3 km lange tilførselstunnelen (ca. 23 000 m³). For å begrense overløp i forkant av tunnel, evt. luktproblemer og «first-flush» effekt skal tunnelen ikke benyttes til utjevning videre.

På tross av denne hensikten kan det være nedbørstilfeller eller andre forhold som gjør at tunnelen fylles opp. Pumpestyringen og innløpspumpestasjonen som helhet må også kunne ivareta en slik situasjon.

Jevn pumpedrift og dermed drift på anlegget vil inngå i vurderingene av ny innløpspumpestasjon.

2.4.4 Hydraulikk

Den overordnede mengdereguleringen og kapasiteter i renseanleggene skal følge prinsippene i Figur 2-1. Det gjøres oppmerksom på at figuren er forenklet og ikke viser nødvendige nødoverløp, oppdeling av linjer for rørføringer, osv.



Figur 2-1: Overordnet prinsipielt flytskjema med hydraulisk kapasitet i anlegget.

2.4.4.1 Hydrauliske betingelser innløp

Det vises til vedlagte hydrauliske profil, tegn. P-70-01. Maksimal tillatt vannstand på innløpet i anlegget er kt. +12,00 ved normaldrift ($Q_{maks, RA}$) og +12,36 ved nødoverløpsdrift i innløpskassen.

2.4.4.2 Hydrauliske betingelser utløp

Det vises til vedlagte hydrauliske profil, tegn. P-70-01. Anlegget skal kunne møte en vannstand på utløpet på kt. +7,00.C

2.4.5 **Energioptimalisert drift**

Anlegget skal kunne håndtere store variasjoner i tilførsel og belastning og reguleres på en måte som sikrer energioptimalisert drift ved midlere belastning til anlegget (jf. Tabell 2: Dimensjonerende tilknytning til renseanlegget for 2050).

2.4.6 **Instrumentering**

Det skal inkluderes instrumentering i nødvendig omfang for å styre og overvåke prosessen. Som en del av dette skal følgende være inkludert:

- Elektromagnetiske mengdemåler(e) på innløpsledningen mellom innløpspumpestasjon og innløpskasse, som grunnlag for registrering av totalt tilført avløpsmengde til anlegget samt styring av tilførsel til anlegget. Pga. stort spenn i pumpet mengde kan det vise seg nødvendig med dobbelt målesystem for å sikre tilfredsstillende målenøyaktighet. Dette er det entreprenørens ansvar å designe.
- Elektromagnetiske mengdemålere til alle linjer i hovedrensetrinnene og på omløpsledningen
- pH måler i forbindelse med evt. flokkulering
- TS-måler på slam fra avskillingstrinn til etterfølgende slamlager og på slam fra slamlage til avvanningsmaskinene
- Lekkasjeverktøy i katastrofekar for lagertank fellingskemikalier
- Turbiditetsmålere på rensed avløpsvann til utløp (1 pr. linje) og på innløp til slamseparasjonsdel (1 pr. linje).
- Gassmålere, ref. kap. 2.5.11.
- Alle trykktanker skal i tillegg til nødvendig instrumentering for styring og overvåking, utstyres med manometre for direkte avlesning og kontroll.
- Vektmåling av containere.
- pH-måler etter forbehandlingen.
- Ledningsevne måler etter forbehandlingen.
- Trykkmålere på alle slampumper (overvåking).

- Nivåmålere i nødvendig omfang i tanker, bassenger, kanaler etc., hvor det er nødvendig for styring av automatiske funksjoner og overvåkning (bl.a. av nødoverløpsdrift).

Det vises ellers til prosessbeskrivelse for de enkelte prosesstrinn for nærmere detaljer.

2.5 Prosessbeskrivelse

I det etterfølgende beskrives de behandlingstrinn og prosessenheter som betraktes som nødvendig for å oppnå rensekravene.

2.5.1 Innløbspumpestasjon og innløp

Tilførsel avløpsvann

Tilløpet til innløspumpestasjonen føres fra innløpstunnelen i en DN1000 mm rørledning via en ny tunnel til pumpesumpen hvor den grenes av til de 2 delene av sumpen med 2 stk. DN700-rør. I tillegg kommer det tilførsel direkte inn i sumpen fra Ytre Arna og Hagardsviken gjennom separate pumpeledninger og spillvann fra nærområdet gjennom selvfallsledning. Se kapittel 2.2 for grensesnitt.

Alle innløp skal forgrenes slik at de er tilknyttet begge delene i innløspumpesumpen. Det skal inkluderes mulighet for å isolere en pumpesump for vedlikehold, dvs. at det må være automatiske avstengningsventiler på alle tilførsler.

- Det gjøres oppmerksom på at tilførselsledninger leveres og monteres i entreprise B1, med ventiler og instrumentering levert av M1 og innmontert av B1. Signaler og styring av ventiler og instrumenter inngår i M1. For felles innløpsledning (DN1000) skal det leveres elektromagnetisk mengdemåler og stengeventil med automatisk manøver
- For innløpsledningene til hver pumpesump (2 × DN700) skal det leveres stengeventiler med automatisk manøver

Det vises for øvrig til *Vedlegg 7 – Grensesnittmatrise*.

Steinfang

Etter innløpet fra hver av innløpsrørene skal det etableres steinfang i form av gitterformede kasser i syrefast stål. Steinfangene skal være ca. 1x1x1,5 m (L x B x H = 1,5 m³), og festes til geiderør for enkel manøvrering ved oppheising og tømning. Under steinfangene installeres trykkluftsdyser for å fjerne avfall som setter seg mellom steiner og i perforeringene. Fra øverste etasje i innløspumpestasjonen på kt. +4,0 (U1) etableres luker direkte over steinfangene, og løfteanordning for enkel tømning av stein. Steinene tømmes over i tippcontainer for videre transport ut av renseanlegget.

Overløp i pumpesumpen

Formålet med overløpet er å minimere overløpsdrift ved Øyrane Torg når renseanlegget ikke kan håndtere alt avløpsvann som kommer frem til anlegget. Dette gjelder i unormale driftssituasjoner ved svikt i anlegget eller dersom tilrenningen blir høyere enn den Q_{maks} som er lagt til grunn for dimensjonering av anlegget.

Det skal være to regulerbare overløp, en for hver del i pumpesumpen. Fra overløpene føres overløpsvannet til en overløpskanal og deretter i en DN1500 mm overløpsledning via en utslippskum med flomluke (for tilbakeslagssikring ved høyt havnivå) til utløp på kote – 5 i Sørfjorden.

2.5.2.2 Rister

Avløpsvannet skal grovrenges for avløpssøppel i maskinrensede rister før det går videre til neste rensetrinn.

Ristgodset skal vaskes og presses. Det er ønskelig at riststasjonen har kortest mulig transportvei for vasket ristgods. Krav til rister og ristgodsvasking fremkommer av kapittel 3.3.7.

Ristgodsvaskingen skal i alle tilfeller (også dersom det tilbys separate ristgodsvaskere) dubleres slik at driftsstans på én ristgodsvasker ikke stanser mer enn én rist.

2.5.2.3 Reguleringskasse

Foran sandfangene er det en reguleringskasse i stål som samler og fordeler strømmene til de etterfølgende linjene gjennom anlegget. Denne er lukket med punktavsug og inspeksjonsluker. Avlastning av tilførsel over $Q_{maksdim}$ skjer over en overløpskant. Overløpsrøret er tilknyttet en elektromagnetisk mengdemåler før det føres til utløpskasse. Dette er et rør som starter i innløpskassa.

Fra reguleringskassen fordeles tilrenningen til linjene videre ved elektromagnetiske mengdemålere og reguleringsventiler slik at etterfølgende renselinjer belastes likt. Rejektvannstrømmer tilføres denne kassen. Kassen tilrettelegges for luftinnblåsing for å motvirke sedimenteringsproblemer.

Reguleringsarrangementet dimensjoneres for videreføring av $Q_{maksdim}$ samlet til linjene i den videre vannbehandlingen, og resten av Q_{maks} avlastet til omløpsledningen i normaldrift. Videre skal avlastingen dimensjoneres for full stopp i videreført vannmengde dvs. Q_{maks} .

2.5.2.4 Sand- og fettfang

Anlegget skal ha sand- og fettfang før videre renseprosess.

Sanden skal vaskes, avvannes og transporteres til egen sandcontainer. Det er forutsatt behov for en sandvasker på anlegget. Det er ønskelig at fett skal ha kortest mulig transportvei.

Fettet pumpes til slamlager og avvannes sammen med slam for øvrig.

2.5.3 **Biologisk rensetrinn**

For å sikre overholdelse av sekundærrensekravet, skal det installeres et biologisk rensetrinn. Linjene skal samlet håndtere dimensjonerende belastning.

2.5.4 **Slamseparasjon**

Det skal installeres avskillingstrinn for slamseparasjon.

Linjene skal samlet håndtere dimensjonerende belastning.

2.5.5 **Utløpskasse**

Avløpet fra linjene og omløpsledningen skal samles i en utløpskasse før utløp. Her skal det være mulig å ta ut rensed avløpsvann til prosessvannssystemet, overløpskanal i innløpspumpesump og varmpumpe uten at dette har vært i kontakt med overløpsvann.

Det skal tilrettelegges for prøvetaking på både samlet og blandet utløp.

Kassen skal utformes slik at den er sikret mot tilbakestuvning av vann til omløpsledningen.

2.5.6 Utslippskum

Utslippskummen prosjekteres formmessig av rådgiver, men hvor M1 leverer ventiler og luker i selve kummen. Det vises til tegning P-20-13-00-11.

M1 skal levere følgende utstyr i utslippskummen:

- En stk. DN1000 skyvespjeldventil tilknyttet DN1000 utslippsledning (nødoverløp)
- To stk. DN1000 skyvespjeldventiler tilknyttet DN1000 utslippsledninger
- Tilbakeslagsklaff tilknyttet DN800 nødoverløpsledning fra RA til utslippskum

2.5.7 Renner og sluk

Det skal inkluderes en plasstøpt renne i prosessbygget. Denne skal minimum være 0,8 m bred og dekket med rist for enkel rengjøring av prosesshallen. Rør DN800 fra renne føres til innløpsumpesump, og avsluttes i sumpen med flomluke for å hindre lukt tilbake i prosesshallen. Rør og luke skal leveres av M1. Betongarbeidene og rennerister utføres av B1.

Søl fra akseltetninger/pakkbokser føres fra spillkopper i innstøpte rør til sentral avløpsrenne. Rør leveres og monteres av M1 før gulv støpes av B1.

Gulvdrenering, i rom hvor mye søl (slam, avløpsvann etc..) kan forekomme, skal i størst mulig grad være slukrenner eller åpne renner langsgående i rom og gjerne langs vegg, for å unngå å spyle i ring.

2.5.8 Kjemikalier til vann- og slambehandling

2.5.8.1 Generelt

Ved kjemikaliehåndtering i anlegget skal dette være mest mulig konsentrert. Ved områder hvor kjemikalier skal håndteres, og driftspersonalet står i fare for eksponering av helsefarlige kjemikalier, skal entreprenøren levere og montere skap med nødvendig spesielt tilpasset verneutstyr.

«Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav (forskrift om utførelse av arbeid)» skal legges til grunn for bygging/ utforming og drift av lagrings- og doseringsanlegg for flytende kjemikalier.

2.5.8.2 Lagerkapasitet kjemikaliedoseringsanlegg

Det skal installeres to kjemikalietanker, slik at den ene av tankene skal kunne inspiseres/tømmes mens anlegget fremdeles er i drift. Samlet bruttovolum for tankene skal ikke være mindre enn 35 m³.

De to tankene skal kunne driftes enten som en felles tank i normalsituasjon, eller som separate tanker ved vedlikehold. Det skal være mulig å drifte tankene separat, både i normaldrift og ved vedlikehold/inspeksjon av en tank. Dette må hensyntas gjennom nødvendige sammenkoblinger av tanker for påfylling, mellom tankene og på sugeside.

Ved påfylling av fellingskjemikalier skal det være mulig å fylle på til det samlede ledige volumet i tankene, uten manøver av ventiler inne på anlegget. Det skal allikevel være separate påfyllingsrør til begge tankene og separate nødoverløpsrør fra hver tank.

Tanker skal forankres mot oppdrift ved fylling av katastrofekar. Forankringen inngår i leveransen.

2.5.8.3 Dosering av fellingskjemikalier

Doseringsanlegget skal legges ut med kapasitet som muliggjør full kjemisk rensing. Det skal være en doseringspumpe til hver linje, og en i felles reserve, samt elektromagnetisk mengdemåler til hver av linjene.

2.5.8.4 Polymerdoseringsanlegg

Entreprenør skal levere og montere komplette enheter for utblanding og dosering av polymer, basert på å benytte polymer på pulverform levert i storsekk og flytende polymer levert i palletank (reservefunksjon). Anlegget skal baseres på automatisk utblanding av polymer til ferdig løsning.

Tilbyder er ansvarlig for dimensjonering av polymerutblandingsenhetene og doseringspumpene ut fra krav til mengde utblandet polymer per time og nødvendig oppholdstid/modning før dosering. Følgende ytelseskrav skal legges til grunn for polymeranlegget:

- Oppløsertid 15 - 20 min
- Modningstid inkl. tid i oppløser min. 60 min
- Doseringskonsentrasjon 0,1 % løsning (bereder 0,25%, inkl. spede vann 0,1 %)

Prosessentreprenør angir om det bør tilrettelegges for utblanding av polymer med temperert vann (15-20 °C) for å oppnå bedre utblanding.

Det skal settes av plass for lagring av polymer samme sted som polymerberedningen. Lagringskapasiteten for polymer i storsekk skal være minimum 4 uker eller 2 storsekker.

Ved dimensjonering av lagringskapasitet i berederne skal det hensyntas prosessen det doseres til slik at nødvendig påfylling av polymer ikke kommer på uønskede tidspunkter.

- For evt. polymerdosering til vannbehandlingen skal det ikke være nødvendig å fylle på polymer i helgen, dvs. en lagringskapasitet i bereder på minimum 60 h
- For polymerdosering til slambehandling skal det for fortykkermaskiner og avvanner som driftes i helgen, ikke være nødvendig å fylle på i helgen

Det skal gis varsel i styresystemet ved behov for påfylling av polymer før situasjoner nevnt over.

2.5.9 Slambehandling

2.5.9.1 Slamlager tynnslam

Dersom det installeres fortykkermaskiner skal det etableres et slamlager i forkant av fortykkeren med lagringskapasitet minimum 3 døgn ved dimensjonerende slamproduksjon.

Slamlageret skal utstyres med omrøring. Det er ønskelig å kunne drifte slamlageret på lavt nivå for å redusere oppholdstiden ved normaldrift og unngå anaerobe tilstander i slammet.

2.5.9.2 Fortykking

Dersom det installeres fortykkermaskiner skal disse være utstyrt med kombinert mengde- og TS-målere på slamtilførselen. Kravet til redundans gjelder ikke fortykking gitt at avvanningsmaskinene fungerer uten fortykking.

2.5.9.3 Slamlager før avvanning

Det skal installeres slamlagingskapasitet oppstrøms avvanningen for 1,5 døgn ved dimensjonerende slamproduksjon.

Slamlagerkapasiteten skal fordeles på to slamlagre. Slamlagerne skal utstyres med omrøring. Det er ønskelig å kunne drifte slamlageret på lavt nivå for å redusere oppholdstiden ved normaldrift og unngå anaerobe tilstander i slammet.

2.5.9.4 Avvanning

Det skal minst være to avvanningsmaskiner med full redundans. Disse skal være helautomatiserte avvanningsmaskiner. Med helautomatisk menes også at maskinene starter og stopper automatisk. Maskinene skal dimensjoneres for å håndtere dimensjonerende slamproduksjon med en driftstid på 12 timer pr. døgn. Det skal likevel legges opp til kontinuerlig drift på lavere kapasitet for å holde nivåer i slamlagre så lave som mulig ved normaldrift.

Ved normaldrift skal kun én maskin være i drift, men det skal være mulig å kjøre begge maskiner parallelt og med det doble av normal kapasitet. Alle støttesystemer inkl. polymerberedning og spedevann skal være dimensjonert for dette.

Det skal leveres mengdemåler og TS-måler på slamtilførselen til hver av avvanningsmaskinene. Aktuelle settpunktverdier for styring av avvanningsmaskinene skal kunne reguleres fra styre-/overvåkingsanlegget.

Avvanningsmaskinene skal tilrettelegges for automatisk drift uten tilsyn og skal kunne driftes utenom normal arbeidstid. Dette betinger at maskinene må utstyres med nødvendig overvåking av type vibrasjonsvakt eller tilsvarende for å forhindre maskinskader ved blokkering av slamutlasting eller andre gjentettingsproblemer, samt ha prosedyrer for automatisk nedkjøring og spyling ved stopp.

Det er generelt ønskelig at slammet har høyest mulig tørrstoffinnhold for å redusere transportvolum, men dette må også tilpasses pumpetype og driftsstabilitet.

2.5.9.5 Rejektvann

Rejekt- og vaskevann fra sandvasker og ristgodsvaskere, avvanningen og evt. fortykking skal utjevnes i egen lagertank. Rejektvannet pumpes så tilbake i prosessen i reguleringskassa slik at rejektet ledes til biotrinnet.

Det skal være korte føringsveier med gode rengjøringsmuligheter.

Hensikten med utjevningen er å tilpasse disse vannstrømmene til den aktuelle belastningen.

2.5.9.6 Slamutlasting

Avvannet slam skal føres til minimum 2 stk. lukkede krokløftcontainere med internt fordelingssystem.

Over containerne skal det leveres en fordelingsskrue slik at hver av avvanningsmaskinene kan levere slam til alle containere. Når den ene containeren er full skal dreieretning på transportskrue skifte automatisk for opplasting i den andre containeren.

Containerne skal ha samlet kapasitet på minimum 3 dagers oppholdstid ved dimensjonerende belastning og det skal også være minimum 14 m³ effektivt lagringsvolum i hver container. Containerne skal ha en form og størrelse velegnet for henting og transport på bil.

Containerne skal ha styringsplate av stål som sørger for rett posisjon og redusert slitasje på gulv.

Containeroppstillingen skal leveres med veieceller.

2.5.10 Tilrettelegging for prøvetakingspunkt

Det skal tilrettelegges for representative prøvetakingspunkt. Byggherre holder resten av systemet for prøvetaking, iht. krav til akkreditert prøvetaking. Tilrettelegging for prøvetakingspunkt skal omfatte hele renseprosessen.

Utførelse og plassering av prøvepunkt i vannbehandlingsprosessen skal fremgå av arbeidstegningene og utarbeides i samarbeid med Vannvest og godkjennes av dem.

2.5.11 Gassmålere

Entreprenøren skal levere stasjonære gassdetektorer på de steder i anlegget hvor det er sannsynlig med forhøyede konsentrasjoner av H₂S. Detektorene skal kobles til SD-anlegget med alarmgrenser. Tilbyderen skal levere optiske og akustiske alarmer i anlegget.

Det skal som minimum installeres gassmålere på følgende punkter:

- Forbehandling
- Avvanning
- Innløpspumpestasjon (3 stk.)

2.5.12 Trykkluftanlegg

Entreprenøren skal levere komplett trykkluftanlegg med kompressorer og fordelingsarrangement for prosessluft, instrumentluft og arbeidsluft. Kompressor-anlegget skal leveres med full redundans.

2.5.13 Prosessvannsanlegg

Entreprenøren skal levere system for rensset avløpsvann til bruk i renseprosessen der hvor det er aktuelt. Det skal tilrettelegges for mest mulig bruk av rensset avløpsvann. Bruk av bruttvann benyttes kun der dette er strengt nødvendig.

Rensset avløpsvann skal minimum behandles i automatfilter før bruk i prosessen.

Det skal være 100% redundans på systemnivå, eller tilrettelegges for reserveforsyning med rentvann fra bruttvannsanlegget.

2.5.14 Bruttvannsanlegg

Det skal installeres bruttvannsanlegg for vann til de deler av prosessen som krever dette. Grensesnitt for totalentreprenøren er flens på T-rør rett innenfor vegglivet.

Alt prosessvann til prosessentreprisen skal forsynes fra system for brutt vann iht. NE-EN 1717
Væskekategori 5, med mindre utstyret i seg selv tilfredsstiller dette kravet. Entreprenøren skal selv levere distribusjonsnett for alt bruttvann.

Ut over det prosess-spesifikke forbruket skal bruttvannsanlegget kunne levere vann til følgende formål:

- Beredervann og spede vann for polymerberedere. Entreprenør kan velge å benytte prosessvann (renset avløpsvann) til ett eller flere av disse formålene, men det skal være mulig å erstatte dette med bruttvann. Unntak: det skal ikke benyttes renset avløpsvann til beredervann for polymer.
- Påfylling av evt. prosessvannsbasseng ved oppstart av anlegget og andre tilfeller hvor dette vil være nødvendig.
- Spylepunkt (To spylepunkt à 2 l/s i samtidig bruk).
- Krav til redundans gjelder ikke selve bruttvannstanken, men pumper og annet utstyr.

Påfylling av bruttvannstank skal skje ved hjelp av reguleringsventil og med on/off-ventil som ekstra sikkerhet. Reguleringsventil skal hindre trykkslag på nettet.

2.5.15 Intern pumpestasjon og lensepumper

Entreprenøren skal levere nødvendige lensepumper med tilhørende røropplegg. I utgangspunktet skal det påregnes lensepumpestasjoner følgende steder:

- Pumperom innløpspumpestasjon
- Containerutlasting

Videre skal det leveres drenspumpestasjon for lekkasjevann fra fjellet nede på nedre nivå i innløpspumpestasjon. Vannet pumpes inn på utløpsledningen i tunnelen.

2.6 Betjeningsvennlighet, adkomst og arealer

For å sikre betjeningsvennligheten i anlegget gjelder følgende krav:

- Minimum ganghøyde er 2,1 m. Gangbaner skal være minimum 1,1 m brede, mens transportveier skal være minimum 1,8 m.
- Minimum avstand er 0,8 m mellom prosessutstyr i felles oppstilling og 1,0 m rundt en felles oppstilling. Tilbudet skal synliggjøre tilgjengelighet rundt alt utstyr. Demontering og vedlikehold av utstyr skal ikke hindres av installasjonens utforming.
- Det skal være enkel tilgang til inspeksjon og vedlikehold av alt prosessutstyr. Der det er behov for plattformer, trapper eller reposer for tilgang til utstyrets funksjoner, skal entreprenøren levere dette ¹⁾. Det aksepteres ikke å betjene noe av utstyret fra stiger.
- Entreprenør er ansvarlig for å identifisere og levere alt utstyr nødvendig for tilgang for inspeksjon, service og vedlikehold av tilbudt utstyr (som omhandler løfteutstyr, transportable pumper, måleapparater etc.).

- Ventiler skal så langt det er mulig plasseres i betjeningshøyde. Der hvor ventiler må plasseres i en høyde som ikke er tilgjengelig fra et dekkenivå, skal ventilene utstyres med automatisk manøver, med lokal betjening.
 - Over alle prosessvolumer med behov for visuell inspeksjon skal det være inspeksjonskupler av pleksiglass eller akryl. Omfanget og plassering av inspeksjonskupler skal fremgå på tegninger i tilbudet. Det skal minimum monteres inspeksjonskupler over sand- og fettfang, biotrinns og avskillingstrinn. Se kapittel 3.3.23.
 - Det skal være mannhull for tilkomst av reaktorer fra bakkenivå.
 - Det skal sørges for adkomst til alle tanker og bassenger. Nødvendige installasjoner/utstyr for denne adkomsten skal være inkludert i leveransen.
 - Alt utstyr hvor det vil kunne oppstå ansamlinger av slam/filler og annet som krever rengjøring eller kan gi gjentetting, skal utstyres med nødvendige inspeksjons- og/eller rengjøringsluker. Som eksempel kan nevnes transportskruer, ristgodsvaskepresser, nedkast fra maskiner til skruer, mv.
- 1) *Plattformer, trapper, rekkverk og reposer som er nødvendig for å betjene utstyr alene, kan designes og utformes iht. NS-EN ISO 14122 («Maskinsikkerhet – Permanent atkomst til maskiner»). Der hvor plattformer, trapper og reposer er ment å betjene flere komponenter eller er en del av generelle gangarealer på anlegget, skal disse tilfredsstille krav iht. TEK17.*

2.7 Ergonomiske forhold

Alt prosessutstyr skal plasseres slik at uheldige arbeidsstillinger unngås i størst mulig utstrekning. Arbeid på prosessutstyr gjelder i første rekke service og vedlikehold på utstyret og ikke betjening under drift. Av eksempler på sistnevnte har vi:

- Tømming av storsekker (f.eks. polymer)
- Prøvetaking av avløpsvann (skifte av oppsamlingsbeholdere på opptil 20 liter)
- Kalibrering av instrumentering (f.eks. pH-målere som ikke medfører løft)
- Lokal betjening med nettbrett/pad/pc eller liknende
- Betjening av håndventiler (se egne spesifikasjoner)
- Betjening av sikkerhetsbrytere (ved service/ vedlikehold)

Betjeningspaneler skal plasseres i forskriftsmessig betjeningshøyde og på strategiske plasser i anlegget hvor det i hovedsak er utsyn til utstyret som betjenes.

Det skal installeres traverskran i prosesshallen, denne inngår i byggentreprise. Traverskran skal betjene alt prosessutstyr i prosesshallen. Det er byggentreprenøren sitt ansvar å påse at denne er klar til bruk når montasjearbeidene skal starte opp.

Krav til annet løfteutstyr er angitt i kap.3.3.22. Dette kapittelet angir type løfteutstyr basert på utstyrets vekt. Der hvor det er felles pumpeoppstillinger og oppstilling av øvrig utstyr, skal det så langt det er mulig installeres permanent løfteutstyr.

Når det gjelder service og vedlikehold på utstyret så skal det legges vekt på:

- Bruk av løfteutstyr.
- God tilgjengelighet til utstyret

Pumper og annet utstyr som trenger vedlikehold plasseres i arbeidshøyde (ca. 0,5 m).

Dersom pumper og annet utstyr er plassert på kjellernivå og må kunne transporteres til øvre plan, skal også denne transporten hensyntas både mhp. transportluker og løfteutstyr.

Det er for innløpspumpestasjonen lagt opp til kranbjelke over pumpeoppstilling for pumper i plan U3. Det skal installeres gjennomgående transportluker for utløfting av utstyr fra U3 til plan U1 i innløpspumpestasjonen. Luker leveres av B1.

2.8 Støy

Maskiner og utstyr skal være konstruert og bygd slik at farer og ulemper som skyldes luftbåren støy blir redusert til et lavest mulig nivå tatt i betraktning den tekniske utviklingen og de midler som står til rådighet for å redusere støyen, fortrinnsvis ved kilden.

Det henvises til Arbeidsmiljøloven, og «Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav (forskrift om utførelse av arbeid)». Grenseverdier for støy fremkommer av «Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer (forskrift om tiltaks- og grenseverdier)»

Iht. nevnte forskrift faller arbeidsområdet på renseanlegget inn under gruppe II (arbeidsforhold hvor det er viktig å føre samtale eller vedvarende store krav til presisjon, hurtighet eller oppmerksomhet). Dette innebærer at det totale støynivået fra alle maskiner skal ligge under 70 dB (nedre tiltaksverdi for arbeidsforhold i gruppe II: LEX,1h = 70 dB).

Basert på forventet layout for dette prosjektet innebærer kravet at lydnivå fra maskiner og utstyr **ikke skal overskride 65 dB målt ved 1 m avstand**. Der hvor utstyret i utgangspunktet ikke overholder dette kravet, må det iverksettes støydempende tiltak (støykabinetter osv.). Disse tiltakene er entreprenørens ansvar.

Der hvor det ikke er mulig eller hensiktsmessig å iverksette støydempende tiltak for selve maskinene, skal entreprenøren iverksette andre tiltak.

Andre aktuelle tiltak for å redusere eksponering for arbeidstakerne kan være at utstyret plasseres i egne rom med særskilte støytiltak og regler for opphold. For et slikt avgrenset rom aksepteres støykrav iht. gruppe III (arbeidsforhold med støyende maskiner og utstyr under forhold som ikke går inn under arbeidsgruppe I og II), dvs. LEX,8h = 80 dB.

2.9 Reservedeler og service

Det skal være tilgjengelig reservedeler og service på levert utstyr i minimum 10 år etter overtakelse av anlegget.

3 Kravspesifikasjoner til maskin- og prosessutstyr

3.1 Gjeldende standarder/normer

Leveranse og montasje skal utføres iht. gjeldende norske lover og forskrifter.

For eventuelle arbeider der det ikke foreligger Norsk Standard, men hvor det foreligger anerkjente normer eller forskrifter mht. materialer eller arbeidets utførelse, skal disse følges.

3.2 Generelle krav

3.2.1 Materialer og overflatebehandling

Alle materialer skal være i en kvalitet tilpasset omgivelser og aktuell bruk.

Væskeberørte overflater og overflater nede i bassenger

Væskeberørte deler og komponenter, og installasjoner inne i tanker og bassenger skal generelt være i kvalitet EN 1.4401 eller tilsvarende, med mindre de er i kontakt med kjemikalier som krever en annen materialkvalitet.

For prosessutstyr som ikke er i syrefast stål (EN 1.4401) skal væskeberørte overflater eller overflater nede i bassenger ha varmpåført pulvereпоксы med tykkelse ikke mindre enn 250 µm eller gummibelegg med tilsvarende slitasje- og korrosjonsbeskyttende egenskaper.

Enkelte avvik fra disse bestemmelsene er angitt i kapitler for de enkelte utstyrstyper (pumper, ventiler, skruer, avvanningsmaskiner, kabelbroer).

Ikke-væskeberørt:

Utstyr i innomhus atmosfære, men ikke nede i bassenger, skal være i en stålqualität med overflatebehandling iht. NS-EN 12944 og korrosjonskategori C3 (M), alternativt rustfritt stål EN 1.4301/AISI 304 eller tilsvarende.

Der hvor utstyrproduzent ikke leverer overflatebehandling iht. klassifisering i NS-EN 12944 skal overflatebehandlingen bestå i sandblåsing og overflatebehandling med grunning og epoksybelegg med samlet beleggtykkelse ikke mindre enn 150 µm.

For utstyr plassert i eget tørt rom for dette formålet alene, eksempelvis blåsemaskin-/kompressorrom, skal dette tilfredsstille NS-EN 12944 og korrosjonskategori C2.

3.2.1.1 Varmforsinking

Varmforsinking utføres iht. NS-EN ISO14713-2 med beleggvekt iht. NS-EN ISO 1461.

Alle skruer og bolter med muttere og underlagsskiver skal leveres i varmforsinket utførelse hvor ikke annet er nevnt, med filmtykkelse minst 0,04 mm.

Deler av stål som vanskelig lar seg varmforsinke, kan etter byggherrens godkjenning påføres beskyttelsesmetall etter sprøytemetoden, tykkelse minimum 0,1 mm.

3.2.1.2 Maling

Prosessutstyr skal leveres ferdig malt fra fabrikk. Malingssystemet skal tilfredsstille korrosivitetskategori C3 iht. NS-ISO EN 12944-2 og holdbarhet middels (M) iht. NS-ISO EN 12944-1, med unntak som gitt i foregående kapittel 3.2.1.

Skader på lakk som måtte oppstå under montasje skal repareres iht. beskrivelsen over.

3.2.1.3 Innstøpningsgods

Stålflater som innstøpes i betong skal befris for fett, maling etc. og strykes en gang med frisk sementvelling på de partier som innstøpes. Dette utføres av byggentreprenør, men det er totalentreprenørens ansvar å påse at dette blir gjort før innstøping og at innstøpningsgods er korrekt plassert.

3.2.2 **Merking**

Alle rør utrustes med tydelig merking med tekst på norsk med FLO-CODE el. tilsvarende. Merkingen utføres slik at den ikke skaller av eller blekner. Maks. avstand mellom hvert merke er 5 m. Tekst for merking bestemmes senere.

Alle objekter som pumper, ventiler, motorer og instrumenter skal tagges iht. Bergen kommune sin standard. Prefikser og detaljer vedrørende tagging skal følge prosjektets standard og avtales med byggherre før utførelse. Skilter skal utføres som graverte plastskilter tilpasset utstyrets størrelse og festet på hensiktsmessig måte. For ventiler og instrumenter o.l. skal tag-merker være flyttbare, for å evt. kunne overføres til nytt produkt. Teksting skal gi god lesbarhet, selv på avstand, med god kontrastvirkning. Merkingen skal være varig og ikke av type Dyno el. Skiltene skal ha en kvalitet som gjør at de har en varighet på minimum 30 år.

3.2.3 **CE-Merking**

Alt utstyr som krever CE-merking skal være merket iht. Maskinforskriften. Entreprenøren skal også merke den totale installasjonen, jf. Maskindirektivet, basert på en risikogjennomgang av alle anleggsdelene som inngår i entreprisen og entreprisene for sammenknytting av leveranser som inngår i M1. Sammen med samsvarserklæringen for den sammensatte maskinen skal det foreligge en risikoanalyse som dokumenterer gjennomgangen og bakgrunnen for samsvarserklæringen.

3.2.4 **Kapslingsgrad (IP-klasser)**

Utstyr skal ha en kapslingsgrad tilpasset omgivelser og bruk. Alt utstyr i prosesshall eller rom med væskefylt prosessutstyr skal som minimum tilfredsstille kapslingsgrad IP55 med mindre annet er nevnt nedenfor. Dette gjelder motorer, frekvensomformere mv.

For komponenter plassert i tavler med egnet kapslingsgrad (IP55 eller bedre) reduseres kapslingsgrad til IP20.

Utstyr i tørre rom uten væskefylte komponenter (tavlerom, blåsemaskinrom, mv.) skal tilfredsstille kapslingsgrad IP54.

Instrumenter skal tilfredsstille kapslingsgrad IP66. Dette med unntak av elektromagnetiske mengdemålere som skal tilfredsstille IP68.

3.2.5 Tilkobling for VVS-installasjoner

Påkoblingsstusser for punktavsug skal være av samme materialkvalitet som utstyret det skal suges fra. Skumfeller skal inkluderes hvis relevant.

3.2.6 Innsatsmidler

Nødvendige smøremidler, kjølevæsker og lignende skal være inkludert i leveransene. Fellingskjemikalier til bruk i labforsøk og innledende tester (ikke fullskala) holdes av totalentreprenøren.

Evt. fellingskjemikalier og polymer til drift av anlegget, til drift av anlegget i byggefasen og fra og med igangkjøring av anlegget, holdes av byggherren.

3.3 Anleggsdeler

3.3.1 Byggkonstruksjoner

3.3.1.1 Generelle krav til utførelse

Utførelse og anvendte materialer skal være i overensstemmelse med NS-EN 1993, NS-EN 1090-2 og NS-EN 10021, hvor ikke annet er nevnt.

Sertifikater som dokumenterer materialkvaliteten, kan kreves fremlagt.

Alt sveisearbeid skal utføres av godkjente sveisere med sertifikat etter NS-EN ISO 9606-1. Sveiseprosedyrer skal være iht. NS-EN ISO 15607 (og henviste standarder i denne) og prøving iht. NS-EN ISO 15614-1. Dette gjelder alle typer sveisearbeider, også innsveising av armatur, opphengsanordninger m.m.

Sveisere må på forlangende kunne fremvise gyldig sveisesertifikat. Utgifter i forbindelse med sveisesertifikater dekkes av entreprenør. Entreprenøren skal utarbeide en oversikt over benyttede sveisere med gyldig sveisesertifikater.

Det forutsettes at alt sveisearbeid loggføres og at sveiser kan dokumenteres.

3.3.1.2 Ristdekker, trapper og gangbaner

Gangbaner

Gangbaner skal utføres som ristdekker. Det skal være god og enkel atkomst for service/vedlikehold av alle deler av prosessen.

Ristdekkene utføres i glassfiberarmert polyester (GRP), mens bærebjelker og bærekonstruksjonene utføres i varmforsinket stål, alternativt eloksert aluminium. Maksimal kulegjennomgang i ristdekker skal være iht. NS-EN 14122-2. Dette innebærer at en kule på 20 mm ikke skal kunne gå gjennom risten over områder hvor det kan utføres arbeid, og 35 mm i øvrige områder. Der hvor et ristdekke dekker et område hvor det på en mindre del kan forekomme arbeider (eksempelvis pumpeoppstillinger) skal hele ristdekket tilfredsstille 20 mm kravet.

Laster

Dekkene dimensjoneres av entreprenøren i henhold til gjeldende Norsk Standard, minimum skal følgende belastninger legges til grunn:

- Bruddgrense:
 - Egenvekt
 - Min. karakteristisk nyttelast 5 kN/m²
 - Evt. tillegg fra plassering av utstyr på ristdekke el.
- Bruksgrense: Største tillatte nedbøyningsverdier $L/200$ ved 3 kN/m² nyttelast.

3.3.1.3 Rekkverk

Rekkverk utføres i eloksert aluminium NS EN-ISO 14122-3, med håndlist, knelist og fotlist, alternativt rustfritt eller syrefast stål (NS-EN 10088-2 / NS-EN 10088-3). Tilpasses installasjonene for øvrig. Rekkverk dimensjoneres iht. forskriftene for en horisontal nyttelast på 0,8 kN/m. Rekkverkene skal være kontinuerlig forbundet med hverandre rundt hjørner, dvs. at håndlister og knelister skal ha rørbend. Håndlister utføres med rør Ø45-55 mm, alternativt firkantprofil med avrundede hjørner, montert sentrisk over stolpene.

3.3.1.4 Kontroll

Kontroll på byggeplassen

Entreprenøren skal selv være ansvarlig for alle detaljutsettinger og detaljutmålinger som grunnlag for produksjon og montasje.

3.3.2 Rørsystemer

3.3.2.1 Generelt

Rørrangementet skal så langt det er mulig være utført på en slik måte at rør kan skiftes ut uten at andre rør må demonteres.

Rør skal ikke monteres foran betjeningsorganer og områder for uttrekk av rørinnsatser, filterinnsatser etc. som må være tilgjengelig for vanlig drift og utskifting ved reparasjoner.

Rør skal plasseres slik at utstyr kan demonteres uten at rør må fjernes. Armatur, betjeningsorganer, avlesningsinstrumenter etc. skal monteres slik at det kan betjenes/avleses fra gulv, permanente plattformer etc.

Arrangement for rør inneholdende slam og partikler skal legges med hensyn til enkel rengjøring av rør. Lavpunkter og lommer på rør skal unngås og antall bend reduseres.

Det skal monteres spylepunkter på alle rør hvor det kan bli behov for spyling. Dette er spesielt viktig på slamrør og ellers alle rør med mulighet for begroing. Det skal være spylepunkter rett før og rett etter slampumper.

Rørøpplegg skal monteres med tilstrekkelig antall flenser for enkel demontering av rørgater og alt utstyr. Dette krever også tilstrekkelig avstand til vegger og øvrige installasjoner. Evt. spesialutstyr nødvendig for demontering av utstyr skal inngå i entreprisen. Der hvor rørøpplegget krever det og flenseforbindelser og bend ikke er tilstrekkelig for enkel demontering, skal det benyttes pass-stykker (PZ-kobling eller tilsvarende).

For anslutninger >DN50 benyttes flenskoblinger ved tilkobling til utstyr, ventiler og annet utstyr som skal demonteres for vedlikehold eller utskiftning. For DN50 og mindre kan det benyttes gjengeanslutninger.

Alt utstyr (pumper, prosessutstyr, osv.) hvor det er aktuelt, skal kunne avstenges med ventiler.

Alle rørsystemer med pumper skal som utgangspunkt utstyres med tilbakeslagsventiler med mindre det er spesielle forhold som tilsier annet.

Det skal være tilstrekkelig med ventiler med hensyn til vedlikehold og demontering.

3.3.2.2 Rørgjennomføringer

Totalentreprenøren er ansvarlig for å angi hullstørrelser og plassering (se kapittel for dokumentasjon for byggingjennomføringer) for alle rørgjennomføringer.

Rørgjennomføringer i vegger med væsketrykk utføres fortrinnsvis med utsparinger eller kjerneboringer hvor røret så støpes inn med tetting (type Doyma, Link Seal, Roxtec eller tilsvarende). Tettinger leveres av M1.

Det skal benyttes fleksible rørgjennomføringer for å unngå støy forårsaket av vibrasjoner.

3.3.2.3 Materialer

Rør og rørdeler i stål skal leveres i korrosjonssikker utførelse i forhold til omgivelsene og de kjemikalier/væsker de skal transportere. Følgende materialkrav stilles:

- Rør for vann/slam/luft: Syrefast stål, EN 1.4401
- Rør for kjemikalier PP, PVC eller PE (avhengig av kjemikalium)

Bruk av andre typer rør skal godkjennes av Byggherre.

3.3.2.4 Koblinger

Generelt

Flenser: Flenser bores etter NS-EN 1092-1/1092-2 PN10.

Det skal benyttes plane løslenser. Pressede flenser aksepteres ikke.

Alle flenser skal være normerte for aktuelt designtrykk.

Strekkfaste koblinger

Montasjekoblinger skal være strekkfaste og av typen PZ-kobling eller tilsvarende.

Hurtigkoblinger

Hurtigkoblinger skal være av type LAUX eller tilsvarende som kan bli bestemt senere.

3.3.2.5 Generelle krav til utførelse av stålrør

Rørsystemer i stål skal utføres iht. NS-EN 13480-3.

Designtrykk for rørsystemer (rør og rørdeler) skal ikke være lavere enn 2,5 bar uavhengig av aktuelt trykk.

Følgende minimumskrav skal legges til grunn for stålrør.

- Rørtype: Langssømsveisede stålrør
- Radius bend, $R = 1,5 \times d$ for vannrør
- Radius bend, $R = 3-5 \times d$ for slamrør
- Godstykkelser

DN	Godstykkelse minimum ⁽¹⁾
≤ 150 ²⁾	2,0 mm
200 - 250	2,5 mm
300 - 400	3,0 mm
500 - 900	4,0 mm
≥ 1000	5,0 mm

- 1) Godstykkelser over er minimumskrav. Godstykkelse for rør som kan utsettes for vakuum må være høyere (≥ 1 % av D). Det samme kan gjelde som følge av termisk utvidelse/kontraksjon. Det påhviler entreprenøren å identifisere slike rør og hensynta dette.
- 2) For rørdimensjoner DN50 og mindre kan det for enkelte applikasjoner aksepteres bruk av pressfittings etter godkjenning fra Byggherre. Det forutsettes i dette tilfellet at det brukes pressfittings av anerkjent fabrikat med kort leveringstid.

I rør som transporterer slitende materiale skal det tas hensyn til dette ved å velge økt godstykkelse.

Produksjon og komplett installasjon av stålrør skal utføres iht. NS-EN 13480-4 og godkjent sveiseprosedyre.

Alle rør skal skjøtes ved buttsveising, og det forlanges fullstendig gjennomsvæising.

Når rørdeler med forskjellige godstykkelser skal sveises sammen, skal den tykkeste godsenden fases av til samme godstykkelse som i den tynnveggede delen. Hellingen på avfasingen skal ikke være større enn 1:2,5.

3.3.2.6 Krav til sveisere og sveiseprosedyrer

Alt sveiearbeid skal utføres av sveisere med relevante sertifikater i henhold til NS-EN ISO 9606 for de aktuelle stålkvalitetene, sveisemetode, dimensjoner og skal ha gyldig sertifikat i samsvar med NS-EN ISO 9606-1:2013, Tillegg A.

3.3.2.7 Kontroll og prøving av rørsystem i stål

Inspeksjon og prøving av rørsystemet skal utføres i henhold til NS-EN 13480-5.

Alle sveiser skal visuelt inspiseres i henhold til NS-EN ISO 17367 med akseptkriterier i henhold til NS-EN 13480-5, tabell 8.4.2.1

Minst 5 % av alle sveiser skal gjennomgå radiografisk kontroll. Kontroll bekostes av entreprenør, men skal utføres av et uavhengig firma. Kontroll skal utføres etter NS-EN ISO 17636 med akseptkriterier i henhold til NS-EN ISO 10675-1.

Sveisene kontrolleres i hele sin lengde og minst 2 sømmer av hver sveiser skal kontrolleres.

Om det oppdages feil ved radiografisk kontroll som gjør at sveiearbeidet ikke kan godkjennes, utvides kontrollen til å omfatte ytterligere 10 % av antall sveiser og ytterlige 2 sømmer fra hver sveiser.

Dersom samtlige skjøter i den utvidede kontrollen godkjennes, foretas det ikke tiltak utover reparasjon av de registrerte feilene og ny røntgenkontroll av de reparerte sveiseskjøtene.

Om noen av skjøtene ikke blir godkjent under den utvidede kontroll, skal samtlige skjøter undersøkes. Godkjent røntgenkontroll kreves da for alle sveiser etter reparasjon.

Kostnader ved utvidet kontroll og reparasjon dekkes av entreprenør.

3.3.2.8 Generelle krav til utførelser av rør i PE

Rørledninger skal være i kvalitet PE100 eller bedre. Uavhengig av bruksområde og aktuelt trykk skal det for væskefylte rør ikke benyttes rør med veggtykkelse lavere enn iht. SDR17.

Rør og rørdeler produseres iht. NS-EN 12221. Det aksepteres ikke bruk av segmentsveiste bend.

3.3.2.9 Kontroll og prøving av rørsystem i PE

Trykkprøving skal gjøres iht. retningslinjer i en aktuell standard for valgte rørmaterialer.

3.3.2.10 Generelle krav til utførelser av rør i PVC

Veggtykkelse for PVC-rør skal for væskefylte rør være for minimum PN10.

Rør og rørdeler i PVC-U og for væskefylte rør, produseres iht. NS-EN 1452.

For PVC-rør benyttet som varerør kan det benyttes grunnavløpsrør med mindre veggtykkelse og trykk-klasse dersom applikasjonen tillater det. PVC grunnavløpsrør produseres iht. EN 1401.

3.3.2.11 Kontroll og prøving av rørsystem i PVC

Trykkprøving skal gjøres iht. retningslinjer i en aktuell standard for valgte rørmaterialer.

3.3.3 Tanker

3.3.3.1 Generelt

Alle tanker og væskevolumer hvor det er fare for oversvømmelse skal utstyres med nødoverløp. Dette gjelder selv om nivååmlere og nivåvakter er montert for å sikre mot overfylling. Overløpet skal føres til omløpsledning forutsatt at det hydraulisk ligger til rette for dette. For kjemikalietanker skal overløpet føres til katastrofekar og det skal sikres at kjemikalier ikke kommer på avveie ved tankbrudd.

Det skal sørges for adkomst til alle tanker og bassenger. Nødvendige installasjoner/utstyr for denne adkomsten skal være inkludert i leveransen. Dersom adkomst besørges ved bruk av mannhull, skal størrelsen på mannhullet være minimum 800 mm for rektangulære tanker eller sirkulære tanker med $D > 2,0$ m. For mindre tanker kan mannhullet være 600 mm. For adkomst til bassenger i betong kan det fra dekke benyttes innstøpte luker. Lysåpning skal ikke være mindre enn 800×800 mm.

For alle prosesstanker skal det være i tillegg til adkomst fra topp, være adkomst fra bakkenivå via mannhull. Følgende funksjonskrav er gjeldene for dette:

- Diameter adkomst ø800/ø600 avhengig av tankstørrelse
- Hengslet luke
- Materialkrav iht. generelle krav

- Væsketett

Dersom tankene har behov for inspeksjon fra topp, eller de er i et område med gangtrafikk, skal tanktopper være gangbare. Dimensjonerende last for gangbare tanktopper skal være minimum 150 kg/m², men må være tilpasset behov for evt. utstyr som skal kunne hvile på tanktoppen.

Rekkverk rundt tanktopper skal være koblet sammen med trapperekkverk/rekkverk for gangbaner. Rekkverket skal være av samme type som øvrig rekkverk. Ristdekk for adkomst fra dekker, skal være av samme type som øvrig ristdekk.

Alle tanker skal kunne tømmes. For frittstående tanker (ikke betong) skal det være en egen tømmeuss i bunn av tankene med stengeventil. Dersom mediet er faremerket, skal ventilen utstyres med låsemekanisme.

Avstivninger i tanker (for selve tanken) skal ligge på tørr side og skal ikke være i kontakt med mediet.

For krav til rekkverk, trapper og gangbaner, se kapittel 3.3.1 med underkapitler.

Tanker skal generelt dimensjoneres og utformes for en levetid på > 20 år.

3.3.3.2 Omgivelser

Innvendige tanker:

- Romtemperatur min. / maks. 5 °C / 25 °C
- Jordskjelvsikring: Nei

3.3.3.3 Glassfibertanker

Designgrunnlaget i NS-EN 13121 skal benyttes for dimensjonering og produksjon av tanker i glassfiber.

3.3.3.4 Tanker i øvrig plastmateriale

Designgrunnlaget i NS-EN 12573 skal benyttes for dimensjonering og produksjon av tanker i PE, PP, PVC og PVDF.

3.3.3.5 Ståltanker

Designgrunnlaget i NS-EN 14015 skal benyttes for dimensjonering og produksjon av tanker i stål.

3.3.3.6 Trykkpåkjennte tanker

Trykkpåkjennte tanker skal tilfredsstille *Forskrift om trykkpåkjennt utstyr* tilhørende veileder fra DSB. Designgrunnlaget i NS-EN 13445 skal benyttes for dimensjonering og produksjon, med mindre grenseverdier angitt i forskriftens §5 til 10 ikke overskrides og hvor god ingeniørpraksis kan legges til grunn.

3.3.3.7 Kjemikalietanker

Se kap. 2.5.8 for generelle krav til kjemikalietanker. Kjemikalietanker skal produseres iht. aktuell standard for det materialet som benyttes.

Tanker skal tilfredsstille krav gitt i Forurensningsforskriftens kap. 18. Tanklagring av farlige kjemikalier og farlige avfall, «Tankforskriften», med tilhørende veiledning M-536 fra Miljødirektoratet.

3.3.4 Monteringsmateriell

3.3.4.1 Festeordninger

Festebraketter, konsoller, innstøpningsgods, opphengsordninger, forankringer m.m. utføres generelt i rustfritt stål EN.1.4301 eller tilsvarende.

Direktekontakt mellom rustfritt og varmgalvanisert stål tillates ikke. Det skal benyttes materialer som ikke fører til galvanisk korrosjon.

Festeordningen skal oppta alle krefter som påføres rørene mv., fra temperatur, trykkstøt og vibrasjoner mv.

Som opplag for mindre plastrør/-slinger (eksempelvis luft til pneumatisk utstyr) kan det anvendes varmforsinkede kabelbroer med standardiserte montasjedetaljer.

Det skal være tilstrekkelig med braketter med hensyn til vedlikehold og demontering.

3.3.4.2 Flensepakninger

Flensepakninger skal være stålmerte Mehrenrubbere, gummi, tykkelse 2 mm e.l.

3.3.4.3 Bolter, skiver o.l.

Bolter, muttere, skiver o.l. utføres varmforsinkede med unntak av væskeberørte deler eller deler i bassenger som skal utføres i EN 1.4401.

For innfesting innvendig i bassenger, over eller under vannstand, skal det brukes kjemiske anker. Ekspansjonsbolter brukes ikke. Boring i betongen utføres av maskinentreprenør, men dette skal i alle tilfeller avklares med byggprosjekterende.

3.3.5 Ventiler, luker og armatur

3.3.5.1 Generelt, ventiler

Alle ventiler skal være ISO-normerte og leveres ferdig overflatebehandlet. Alle ventiler skal være korrosjonsbestandige mot aktuelt medium. Støpejernsventiler skal ha inn- og utvendig varmpåført pulverepoksy e.l. Utvendig og innvendig belegget skal ikke være tynnere enn 250 µm.

Type ventiler velges av totalentreprenør ut ifra aktuelt formål. Følgende retningslinjer gjelder for valg av ventiler:

Magnetventiler

Magnetventiler benyttes kun som pilotventiler for pneumatiske ventiler med mindre det er spesielle forhold som tilsier annet. Avvik fra dette skal godkjennes av byggherren. Som automatventiler for mindre rør for vann/luft benyttes pneumatiske eller elektriske ventiler som beskrevet i eget kapittel.

3.3.5.2 Generelt, kanalluker

Kanalluker skal være med ikke-stigende spindel og manøverorgan. Stikkluker benyttes ikke. Manøverorganet skal være i betjeningshøyde og skal ikke ligge under dekker eller i bassenger.

Lukeramme skal ikke ligge i vannstrømmen, men enten være innstøpt (i kanaler av betong), flenset (i kanaler av stål) eller utenpåliggende (på vegger av stål eller betong).

Luker skal tilfredsstille tetthetsklasse 4 iht. DIN 19569.

3.3.6 Manøverutstyr

3.3.6.1 Generelt

Automatventiler skal i utgangspunktet ha pneumatisk manøverutstyr, men som alternativ kan det tilbys elektrisk manøverutstyr som beskrevet nedenfor.

Alt automatisk manøverutstyr inkludert ventiler, luker, teleskop mv. skal ha stillingsgivere for åpen og lukket posisjon.

Alle prosesstrinn som består av to eller flere linjer, skal ha automatventiler for veksling eller avstengning av linjer. Dette gjelder eksempelvis, men er ikke begrenset til, rister, sandfang, biologisk rensetrinn, avskillingstrinn, slamlagre og avvanning.

3.3.6.2 Manuelt

Håndmanøvrerte ventiler skal være høyrelukkende og utstyrt med nødvendig manøverutstyr og mekanisk stillingsgiver. For mindre ventiler $\leq$ DN100 kan spak benyttes. For større ventiler skal manøver fortrinnsvis være med ratt og gir dersom dette er tilgjengelig for den aktuelle ventiltypen.

For ventiler $\geq$ DN400 skal det ikke være manuell manøver da disse er tunge å åpne. I dette tilfellet brukes automatisk manøver (pneumatisk eller elektrisk) med lokal betjening og uten at ventilen tilknyttes styresystemet.

Dette gjelder også for ventiler som ikke er tilgjengelig fra et dekkenivå.

Kanalluker utstyres med ratt og gir uavhengig av størrelse.

3.3.6.3 Elektrisk

Motormanøvrerte ventiler og luker skal være utstyrt med elektrisk girmotor med følgende spesifikasjoner:

- | | |
|----------------------------|---|
| • Endebryter | Doble og vekslende for åpen og lukket stilling. |
| • Momentbrytende kontakter | Vekslende for overskridelse av tillatt dreiemoment begge veier. |
| • Nødmanøver | Ratt |
| • Indikering | Reguleringsventiler og -luker skal ha visuell og elektrisk stillingsviser med utgang 4 - 20 mA. |
| • Termistorvern | Aktuatoren skal utstyres med termistorvern i form av potensialfri kontaktomveksler ved for høy temperatur i aktuatoren. |

3.3.6.4 Pneumatisk

Gjelder for stengeventiler og -luker.

Generelle krav

For av/på ventiler og luker skal det fortrinnsvis brukes dobbeltvirkende aktuatorer type AC, med mindre det er spesielle styringsfunksjoner eller sikkerhetsfunksjoner som tilsier annet.

Ventilene skal monteres med induktive givere for åpen og lukket funksjon.

Krav til trykkluft ivaretas av entreprenøren selv gjennom eget trykkluftsanlegg.

Det skal være mulig å åpne/lukke ventilene ved betjening av pilotventiler (altså utenom PLS).

Pilotventil

Videre inngår levering av magnetventiler for styring av luft til ventilene. Disse monteres i spesielle skap som skal inngå i leveransen. Montering og tilkobling skal utføres av godkjent el. installatør.

Magnetventilskap

Skap for innfesting av magnetventiler og smøreapparater til pneumatisk drift av ventiler inngår i denne entreprisen. Selve magnetventilene skal inkluderes som den del av det utstyret de skal betjene. Antall skap bestemmes ut ifra totalt antall pilotventiler og følgende installasjonskrav:

- Magnetventilskap skal inndeles etter prosessavsnitt, eventuelt også linjer
- Skapene skal være støydempet

Skapene skal inneholde smøreapparater til ventilene og ventilblokker med plass til et antall ventiler som tilsvarer installert antall ventiler + 30 % reserve (Eksempel: 9 pilotventiler installert innebærer behov for plass til 12 ventiler i skapet). Tilførselen til hver enkelt magnetventil skal kunne stenges manuelt med stengeventil montert på eller i ventilblokkene.

Reguleringsventiler

Reguleringsventiler skal tilfredsstillе samme krav som automatventiler av samme type. Videre skal det være lokal betjening og display med posisjonsvisning.

Elektriske aktuatorer for regulering skal uavhengig av bruk minimum tilfredsstillе NS-EN 15712-2 klasse C.

Pilotventil, givere, magnetventilskap

Samme som stengeventiler.

3.3.7 Ristinstallasjoner

3.3.7.1 Maskinrensede rister

Krav til ristene:

- Innløpsrister skal ikke ha lysåpning større enn 4 mm ved spalterister eller 6 mm ved hullrister.
- Leverandør må dokumentere at ristgodsavdraget ikke fører til at deler av ristgodset havner nedstrøms rist (unngå «carry over»).
- Ristene skal kunne dokumentere en avskillingseffekt (SCR, solid capture rate) over 80 %
- Toleranseavvik spaltevidde (drift) $\pm 0,5$ mm (gjelder trapperister)
- Tiltak mot fastkiling Anordning i bunnen og langs sidene.

- Demontering, service og reparasjon
 - Ristene skal ha tett kapsling.
- Ristene skal enkelt kunne vippes opp av kanalen/kassen
Det tillates ikke spalter mot tilstøtende flater større enn 5 mm (NB! Også mot betongflater eller alu.plank som leveres i andre entrepriser). Se for øvrig krav til tildekking og tetting i kap. 6.1

3.3.7.2 Transport av ristgods

Dersom det ikke tilbys rister med integrerte ristgodsvaskere, skal transportsystemet for ristgodset enten være basert på transportskruer eller skyllerenner (launder) hvor ristgodset skylles fra ristene til ristgodsvaskingen med rensed avløpsvann. Dersom skyllerenner tilbys, kan ikke disse drives med drikkevann. Entreprenøren må da levere system for rensed avløpsvann for drift av skyllesystemet.

Rennene må ha nivåvakter som stenger vanntilførselen, dersom rennene oversvømmes.

3.3.7.3 Ristgodsvaskepresser

Ristgodsvaskere skal være egnet for utvasking av organisk materiale i ristgodset, avvanning og transport av ristgodset frem til evt. mottrykksskruer. dimensjoneres av leverandør.

Ristgodsvaskere skal ha tettkapslet trakt for ristgods fra ristavkast eller transportskruens utløp. Inspeksjonssluge skal installeres over vaskesonen.

Funksjonskrav:

- Krav til vaskeresultat
 - Krav til avvanning:
- Organisk materiale < 10 % av TS (vekt)
min. 40 % TS

3.3.7.4 Mottrykksskruer

Leveransen omfatter anlegg for oppdeling og transport av ristgodset frem til containere. Tilbyder velger selv om det er nødvendig med mottrykksskruer for å oppnå krav til/garantert avvanningsresultat.

Strukturen skal være egnet for levering til forbrenningsanlegg og skal ikke skade fordelingsskruer i containere, antatt maks størrelse 5 cm. Nødvendige rørføringer for transporten inkluderes. Anlegget dimensjoneres av entreprenør.

Kapasiteten skal tilpasses forutgående ristgodsvaskepresser.

3.3.8 **Sandfanginstallasjoner**

3.3.8.1 Sandfang

Sandfanget skal ved alle vannmengder holde tilbake minimum 90 % av sand med kornstørrelse større enn 0,2 mm.

3.3.8.2 Sandvaskere

Leveransen omfatter sandvasker type skruvasker for kombinert vasking, avvanning og transport av avvannet sand til container. Sandvaskeren skal tilfredsstillende følgende:

- Krav til vaskeresultat: maks. 3 % FTS (avvannet sand)
- Krav sand < 0,25 mm: 95 % (tilbakeholdelse/ gjenvinning)
- Krav sand < 0,10 mm: 80 %
- Krav til avvanning: min. 90 % TS

Aktuelle prøver, for eksempel siktekurver og gløderest, som eventuelt ønskes tatt ut for å bestemme slike forhold bes oppgitt av entreprenøren.

3.3.9 Lagring av ristgods og sand

Containerne skal være av typen tett, lukket krokloftcontainer m/fordelingssystem montert i toppen på containeren for jevn fordeling av materialet. Skruene/skraperen skal være beregnet for drift i begge retninger.

For å unngå søl og lukt under fylling skal nedkastene utstyres med teleskop slik at det blir tett forbindelse mellom nedkastene og containerne.

Containerne skal ha samlet kapasitet på minimum 6 m³ effektivt lagringsvolum i hver container. Containerne skal ha en form og størrelse velegnet for henting og transport på bil.

For øvrige tekniske krav så vises det til kap. 3.3.17.2.

3.3.10 Omrøring

3.3.10.1 Generelle krav

Omrørerne skal dimensjoneres av entreprenøren. Alle omrørere skal være konstruert for kontinuerlig drift og frekvensregulering. Frekvensomformere skal inkluderes i denne entreprisen.

Under drivmaskineriet skal det finnes oljetrau i rustfritt stål for oljesøl (gjelder tørroppstilte omrørere).

3.3.10.2 Propellomrørere

Omrørerne skal ha tørroppstilt motor og gir plassert på dekke over aktuelt basseng/ tank. Dersom omrørerakslingens lengde og takhøyden tilsier det, må omrørerakslingen være delbar for å få til demontering.

Evt. bunnlagre skal være vannsmurte.

3.3.10.3 Paddelomrørere

Omrørerne skal ha tørroppstilt motor og gir beregnet for frekvensregulering av turtallet, plassert på dekke over aktuelt basseng/ tank.

Utstyret skal være konstruert for kontinuerlig drift.

3.3.10.4 Strømsettere

Strømsettere skal dimensjoneres av entreprenøren og skal sørge for god omrøring og homogenisering av mediet som røres om. Utstyret skal være konstruert for kontinuerlig drift.

Motorer skal være utstyrt med termistorer i viklingene og fuktvakt i oljehus.

Strømsetter skal leveres komplett med geiderør til underkant dekke komplett levert med stativ med løfteutstyr over dekke. Strømsettere kan også leveres montert i mannhull i tanker.

3.3.11 Pumpesystemer

3.3.11.1 Generelle krav

Entreprenøren er ansvarlig for dimensjoneringen og valg av pumpetype. Pumpene skal være tilpasset medium og bruksformål. Ved valg av pumper skal det også legges spesiell vekt på optimal dimensjonering med sikte på høyest mulig virkningsgrad og lavest mulig slitasje.

Alle pumper skal være turtallsregulert med frekvensomformere. Frekvensomformerne inngår i denne entreprisen. Det skal leveres én frekvensomformer per pumpe.

Pumpefundamenter i betong inngår i entreprise for byggtekniske arbeider.

Alle pumper skal ha utvendig overflatebehandling med epoksybelegg minimum 250 µm eller tilsvarende med unntak av eksenterskruepumper som skal ha epoksybelegg minimum 100 µm.

Trykk- og sugestusser på pumpene skal være flenset, med boring etter PN10 uavhengig av selve pumpens trykkklasse.

Der hvor det er behov, skal pumper ha nødvendige lufteventiler.

Tørroppstilte pumper skal utstyres med spillkopper og avløpsrør til avløp, for å unngå vann- og oljesøl på gulv fra tetningene. Rør skal ikke ligge i gangarealer.

3.3.11.2 Avløp

Tørroppstilte sentrifugalpumper

Materialkrav:

- Hus Duktilt støpejern eller 1.4301 el. tilsvarende for ordinært avløpsvann
EN 1.4401 for korrosivt avløpsvann/slam
- Overflatebehandling hus lht. generelt krav
- Pumpehjul High Chrome el. tilsvarende for slitende applikasjoner (eksempelvis innløpspumper)
EN 1.4401 el. tilsvarende for ikke-slitende applikasjoner
- Aksling EN 1.4401 el. tilsvarende
- Ramme lht. generelle materialkrav

Senkbare sentrifugalpumper

Materialkrav:

- Hus, pumpehjul, aksling Som tørroppstilte

For dykkede pumper skal nødvendig utstyr for enkel demontering og remontering være inkludert.

Utstyr som skal inkluderes:

- Temperaturvakt
- Fuktvakt
- Kjetting
- Koblingsfot
- Geiderør

3.3.11.3 Dosering av fellingskjemikalier

Se kap. 2.5.8 for overordnede krav til utforming av systemet.

Doseringspumper for fellingskjemikalier skal plasseres i eget skap, inkludert tilhørende rørarrangement. Skapet skal ha transparente dører for inspeksjon uten å måtte åpne dørene.

Doseringssystemet skal ha følgende funksjonalitet:

- Integrert måling/beregning av doseringsmengde. I motsatt fall skal doseringsmengde overvåkes separat med egen mengdemåling.
- Pulsasjonsdempende tiltak dersom nødvendig

3.3.11.4 Slam

Valg av slampumper skal tilpasses bruksområdet, inkludert slammets tørrstoffinnhold og krav til mengderegulering.

Ved pumping til maskinelt utstyr eller prosesser hvor det er ønskelig med god reguleringsnøyaktighet (fortykking, avvanning) skal det benyttes eksenterskruepumper. For pumping av slam skal kun benyttes eksenterskruepumper.

Sentrifugalpumper

Samme krav som til tørroppstilte pumper for avløpsvann. Se ovenfor.

Skruesentrifugal

Materialkrav skruentrifugalpumpene:

Som avløpspumper unntatt

- Pumpehjul Syrefast stål

Eksenterskruepumper

Det skal leveres transportpumper egnet for og bestandige mot aktuelt slam. Tørreslampumper skal ha innmatingsskruer.

Pumpene skal ha akseltetning tilpasset pumpet medium og driftstrykk. Det skal brukes mekaniske tetninger. Vanntetning skal unngås.

Fortrengningspumper skal leveres med trykktransmitter og tørrkjøringsvakt.

Materialkrav til pumpene:

- Hus Duktilt støpejern
- Overflatebehandling hus iht. generelle krav

- | | |
|----------|---|
| • Ramme | Iht. generelle krav |
| • Stator | Perbunan |
| • Rotor | EN 1.4401 el. tilsvarende m/ duktilbelegg |

Følgende utstyr skal være inkludert:

- Overtrykkssikring m/ digital trykkt transmitter.
- Tørrkjøringssikring m/ digital temperaturvakt.

3.3.11.5 Sand

Det skal være tørroppstilte sentrifugalpumper eller luftpumper for pumping av sand fra sandfang.

Sentrifugalpumper skal tilfredsstille samme krav som angitt i kap. 3.3.11.2, men med følgende unntak

- Pumpehus skal være innvendig gummiert

Luftpumper skal være i syrefast stål, EN 1.4401.

3.3.11.6 Dosering polymer

Dosering av polymer skal gjøres med eksenterskruepumper. Pumpene skal være beregnet for pumping og dosering av polymerløsning (maks. 0,5 %-løsning). Pumpesystemet skal designes slik at man kan dekke et kapasitetsområde på 20 – 100 %.

3.3.12 *Transportskruer*

Dette kapittelet gjelder transportskruer for ristgods og slam. Materiale i trau skal være iht. generelle materialkrav. Trauet skal være beskyttet med gummibelegg, neopren eller tilsvarende. Selve spiralen kan være i spesialherdet kullstål, S235JRG2 eller tilsvarende. Drivakselens gjennomføring i skruetrauet skal utstyres m/ pakkboks.

Skruer skal leveres skytende med mindre det er spesielle forhold som gjør det nødvendig med trekkende skruer.

Skruene skal utstyres med tilstrekkelige inspeksjonsmuligheter, og det skal være inspeksjonsluker på alle nedkast.

Skruer skal utstyres med mekanisk overbelastningsvern i tilfelle gjentetting, eksempelvis sprenglokk med bryter.

3.3.13 *Blåsemaskiner*

Det skal velges energieffektive blåsemaskiner. Dette innebærer også at design av systemet må ta høyde for en lavere belastning ved oppstart enn ved fremtidig maksbelastning (2050). Installasjon av en mindre maskin for lavbelastningsperioder må vurderes.

Blåsemaskiner som skal operere med variabel kapasitet skal turtallsreguleres med frekvensomformere. Frekvensomformerne inngår i denne entreprise.

Motorkapasitetene skal legges ut med en reserve på **ca. 30 %**.

Maskinene skal leveres med følgende utstyr og funksjonalitet:

- Lydisolerende kabinett m/ separat kjølevifte
- Lyddempere på sug- og trykkside
- Vibrasjonsdempende tiltak slik at vibrasjoner i minst mulig grad overføres til omgivelsene.
- Sensor for trykk og luftmengde samlestock(-er) fra blåsemaskinene
- Filtre
- Tilbakeslagsventil
- Sikkerhetsventil
- Manometer
- Kileremstrekk m/ Taperlock-kileremsskiver for justering av utveksling
- Rembeskyttelse

Materialkrav:

- Hus duktilt støpejern
- Løber/ skruer syrefast stål

3.3.14 Utstyr i biologisk rensetrinn

3.3.14.1 Luftesystem

Lufthastigheter i rør for fremføring av luft og luftesystem skal ikke overskride **12 m/s**.

I blåsemaskinrom eller andre steder der varmeutvikling og støy er et moment, skal luftrør isoleres.

3.3.14.2 Bæremedium

I prosesser med bæremedium skal materialet ha god motstandsdyktighet mot mekanisk påkjenning eksempelvis ved tilbakespyling og luftinnblåsing, og kjemisk påkjenning fra avløpsvann og kjemikalier.

Proessen skal designes med system for inntransport av bæremedium inn i bassenger. Dette kan være type trykkluftstransport eller med kran.

Det skal legges til rette for å kunne drenere biologisk rensetrinn og tømme det for biomedie ved f.eks. reparasjon av luftesystemet.

Mulighet for tap av bæremedium til utløpet skal ikke kunne forekomme.

3.3.15 Utstyr for avskillingstrinn

3.3.15.1 Lameller

Dersom det tilbys avskillingstrinn med lameller skal det leveres system for rengjøring av lamellene.

Materialkrav:

- Lameller – leverandørens standard
- Bæresystem – se kap. 3.2.1.

3.3.15.2 Skrapeverk

Skrapeer dimensjoneres av entreprenøren. Skrapene skal ha tørroppstilt motor og gear beregnet for frekvensregulering av turtallet, plassert på dekke over aktuelt basseng/ tank. Drivmaskineriet skal være utført slik at skrapene fortsetter sin bevegelse og stanser langsomt når drivmotoren stopper.

Skrapenes drivaggregater skal ha justerbare momentbrytere som bryter strømmen til vedkommende motor ved overbelastning. Skrapehastigheten skal være justerbar for alle typer skrapeer.

3.3.15.3 Renner og overløpskanter

Avstivning av rennene må utføres med profilknekker og ikke med innvendig stag.

Det skal være mulig å justere høyden fra baksiden av overløpskantene (tørr side ved normaldrift) med minimum ± 100 mm.

Overløpskantene i innløpsspumpestasjonen skal ha pneumatisk manøver jfr. kap. 3.3.5 og 3.3.6.

3.3.15.4 Dispergeringssystem i flotasjonsanlegg

Dispergeringssystemet skal anvende rensed avløpsvann. Dispergeringsanlegget skal bygges opp på tradisjonelt vis med eget dispergeringssystem basert på trykksetting av rensed avløpsvann med trykkluft. I dette alternativet inngår høytrykkspumper, automatventiler, reguleringsventiler og trykkluftssystem (kompressorer, trykktanker etc.).

3.3.15.5 Membraner

I prosesser med membranavskilling skal materialet ha god motstandsdyktighet mot mekanisk påkjenning ved luftstripping, og kjemisk påkjenning fra avløpsvann og kjemikalier.

Membranene skal ha automatisk rengjøringsystem med bruk av kjemiske vaskemidler (CIP).

Materialkrav:

- | | |
|---------------------|---|
| • Rør avløp og luft | Se avsnitt 3.3.2 |
| • Rør CIP | PE |
| • Kassettramme | Utstyres med løfteører. |
| • Membraner | Leverandørens standard dokumentert for aktuell bruk |

3.3.16 **Oppkonsentrering av slam**

3.3.16.1 Fortykkermaskiner

Fortykking må inkluderes dersom TS-konsentrasjonen ut fra avskillingsprosessen er $< 2,5$ % og krav til TS konsentrasjon i avvannet slam ikke kan oppnås i avvanningsprosessen.

Krav til gjenvinningsgrad i fortykkingsprosessen > 95 %.

Dersom det er behov for vibrasjonsdemping av maskinen, skal også dette inngå i leveransen. Dersom det tilbys trommelfortykker skal stativet utstyres med manuell tilt slik at helningsvinkel på trommel kan justeres.

Maskinen skal være tett kapslet og utstyrt med tilkoblingsstuss for punktavsug.

Maskinen plasseres på et stativ som skal inngå i leveransen. Maskinen og stativet skal utføres i rustfritt eller syrefast stål.

På slamutkastet skal det være luke eller annen anordning for å kunne ta ut representative prøver. Det skal være mulig å ta ut slam- og rejektivannsprøver uten at tilsøling av gulv og annet utstyr forekommer.

Dersom det er nødvendig med spesialverktøy for å utføre service skal dette inngå i entreprisen.

3.3.16.2 Avvanningsmaskiner

Som avvanningsmaskin kan det enten benyttes skruepresse eller sentrifuge.

Krav til gjenvinningsgrad i avvanningsprosessen > 95 %.

Maskinene plasseres på betongfundament. Stålundestell skal inngå i leveransen. Dersom det er behov for vibrasjonsdemping av maskinene skal dette inngå i leveransen.

Maskinene skal leveres i robust og driftssikker utførelse og skal være konstruert slik at inspeksjon, vedlikehold og reparasjon enkelt kan utføres. Alle deler som kommer i kontakt med slam eller vann skal være utført i syrefast stål EN 1.4401. Videre skal maskinene være tett kapslet og ha tilkoblingsstusser for punktavsug på slamutkast og rejektivannsutløp.

På slamutkastene skal det være avstengningsspjeld.

Det skal være luke eller annen anordning for uttak av slamprøver. Dette gjelder også for uttak av prøver av rejektivannet.

Det vil bli lagt vekt på at maskinene har lavt støynivå. Entreprenøren må ta hensyn til dette ved utforming av stativ/stålfundament og opplegg av maskin mot fundament.

Se *Vedlegg 2 - Ytelsesgaranti* for ytelseskrav.

3.3.17 **Lagring av avvannet slam**

3.3.17.1 Teleskop

Gjelder pålasting fra transportskrue avvannet slam til tette containere.

Teleskop for utlastingsåpningene skal være inkl. pneumatisk drift m/ 2 stk sylindere, 2 stk endebrytere og stuss for punktavsug.

Utstyres med tettekrave mot innlastingsåpning i container.

3.3.17.2 Containere

Containerne skal være av typen tett, lukket krokløftcontainer m/fordelingssystem montert i toppen på containeren for jevn fordeling av materialet. Skruene/skraperen skal være beregnet for drift i begge retninger.

For å unngå søl og lukt under fylling skal avkastene utstyres med teleskop og pneumatiske luker slik at det blir tett forbindelse mellom fordelingsskruen og containerne.

Containerne skal ha samlet kapasitet på minimum 15 m³ effektivt lagringsvolum i hver container.

Containerne skal ha en form og størrelse velegnet for henting og transport på bil.

Dimensjoner:

- Lengde, bredde og høyde
- Platetykkelser, min.

Velges av leverandør for maksimal tilpasning til valgt system
Bunn 4 mm, vegger/tak 3 mm

Material- og utførelseskrav:

- Material skrog/skrape Kullstål NS 12123-00
- Material skruespiral Spesialherdet kullstål SIS 2172
- Overflatebehandling 2 × alkyd grunning ca. 60 µm 2 × alkyd lakk ca. 40 µm
- Topphengt dør Tetning m/ gummipakninger og 4 punkts låsing i tett utførelse
- Innlastingsåpning Størrelse tilpasses til teleskop. Luke m/ lokk utstyrt med klypelåser og gummitetning

Utstyr:

- Fordelingsskrue (alternativ 1) Akselløs spiral
- Skrape (alternativ 2)
- Nivåvakter 2 stk., en i hver ende av containeren
- Styringsplater (EN 1.4401)

3.3.18 Kompressoranlegg

Gjelder skruekompressor for trykkluft til dispergeringssystem, pneumatiske ventiler og arbeidsverktøy.

Kompressoranlegget skal inkludere følgende komponenter:

- Skruekompressor
- Trykktank
- Tørke
- Filter
- Kondensatrensing

Anlegg med trykktank, kjøletørke og kompressor etc. i en og samme enhet bør vurderes.

Utstyr og funksjonalitet

- Trykkmåling på trykktank
- Systemet skal leveres med komplett automatikk inkl. sikkerhetsutstyr. Fra automatikkskap skal det minimum kunne hentes ut driftssignal og feilsignal drift.

Kapasitet

Systemet og de enkelte komponentene dimensjoneres av entreprenør iht. behov i prosess, men det skal også være mulig å benytte ledig kapasitet i anlegget til arbeidsluft.

Systemet skal være utstyrt med trykkholdesystem som ved trykkfall stenger trykkluftstilførsel til arbeidsluftnettet og instrumentluft blir prioritert. Dette systemet skal være automatisk.

Krav til luftkvalitet

- Luft til arbeidsverktøy, duggpunkt maksimalt 3 °C (klasse 2 iht. ISO 8573-1:2010).
- Luft til pneumatiske ventiler, duggpunkt maksimalt -20 °C (klasse 3 iht. ISO 8573-1:2010).

Materialer og dimensjoner:

- Iht. generelle krav

Kompressoranlegget skal levere trykkluft til instrumentluftsystem (pneumatiske ventiler, instrumentering) og arbeidsluftsystem (arbeidsverktøy). Forbruk av arbeidsluft forutsettes å være 20 l/s fri avgitt luftmengde. Distribusjonsnett for arbeidsluft skal leveres av M1. Det legges til grunn en total lengde på 200 m og 10 stk. luftuttak med avstengningsventiler og hurtigkobling.

Automatikk

Komponentene i trykkluftanlegget skal leveres med komplett automatikk inkl. sikkerhetsutstyr.

Automatikkprogrammene skal kommunisere med overordnet toppsystem via Ethernet. I prinsippet skal alle signaler også styresignaler være tilgjengelige i overordnet driftskontrollsystem, herunder driftssignal, feilsignal drift og høyt trykk.

Automatikkprogrammene kan også være felles for flere eller alle objektene i trykkluftanlegget.

Smøreapparater

Automatiske smøreapparater som skal gi smøring til magnetventiler og pneumatiske sylindere. Monteres på trykkluftinngangene i magnetventilskap.

Utstyr:

- Tåkesmøreapparat m/ oljebeholder for minimum 1 ukes behov
- Trykkluftfilter for partikkelfilter
- Regulator for oljedosering
- Manometer

3.3.19 Bruttvannsanlegg

Bruttvannsanlegget skal tilfredsstille NS-EN 1717 og med beskyttelsesmodul type AA Uinnskrenket luftgap.

Det gjøres oppmerksom på at tanker tilknyttet bruttvannsanlegget også må utstyres med nødvendig nødoverløpsfunksjonalitet.

3.3.20 Prosessvannsanlegg**Automatfilter**

Type:	Trykkfilter m/ automatisk rensing
Rengjøring:	Renspyling med filtrat

Prosessvannstank

Se kap. 3.3.3.5.

Hydrofortank

Se kap. 3.3.3.6

3.3.21 Måle- og reguleringsutstyr

3.3.21.1 Generelt

Alle instrumenter skal ha lokalt display som viser aktuelle måleverdier og/eller status (eksempelvis nivåvakter). Lokalt display skal plasseres i betjenings-/avlesningshøyde og skal være separat dersom tilhørende instrument ikke tilfredsstiller dette (eksempelvis plassert nede i bassenger).

For instrumenter der primærelementet er medieberørt og med behov for rengjøring, skal dette utstyres med automatisk rengjøringsystem hvor dette er tilgjengelig. Det skal videre tilrettelegges for enkel demontering og rengjøring.

Kalibrering, inspeksjon og rengjøring av instrumenter skal kunne skje med mens renseanlegget er i drift og skal ikke betinge stopp av anlegg eller prosesser.

For kommunikasjonsløsning vises det til kap. 5.4.

3.3.21.2 Primærelementer

Primærelementer og tilhørende monteringsmateriell skal være metallisk dersom dette gir tilstrekkelig korrosjonsbeskyttelse i forhold til aktuelt medium og omgivelser. Plastmaterialer benyttes kun dersom dette er nødvendig av korrosjonsbeskyttende hensyn.

Primærelementer utstyres med nødvendig kabel (eventuelt spesialkabel der hvor det er nødvendig) frem til forsterker eller koblingsboks. Det er entreprenørens ansvar å ta med tilstrekkelig kabellengde. Denne skal også være lang nok til at kalibrering av utstyret kan skje på stedet uten problemer.

Når det gjelder tilkobling av målerør skal disse være utført med flenser PN 10 for dimensjoner større eller lik DN 50.

3.3.21.3 Forsterkere digitale instrument

Følgende krav gjelder generelt for alle forsterkere til digitale instrument:

- Utgang 1-polig potensialfri momentan vekslingskontakt
- El.tilkobling Oppgis av leverandør.
- Bryteevne 2,5 A v/ 230 VAC eller 0,3 A v/ 110 VDC
- Innstillingsorgan For omkoblingsverdi og følsomhet

3.3.21.4 Forsterkere analoge instrument

Følgende krav gjelder generelt for alle forsterkere til analoge instrument om ikke annet er angitt i etterfølgende avsnitt:

- Utgang 4 – 20 mA og pulsutgang
- El.tilkobling Oppgis av leverandør.
- Nøyaktighet 1 % av aktuell verdi (total)
- Innstillingsorgan For nullpunkt og måleområde

- Indikator LCD-display for måleverdi, kalibrering etc.

3.3.21.5 Elektromagnetiske målere

Elektromagnetiske mengdemålere skal tilfredsstille følgende krav:

- Utførelse Delt (med separat transmitter for montering på vegg)
- Type Magnetisk mengdemåler med heterogent magnetfelt
- Nullpunktjustering Automatisk
- Nøyaktighet 0,5 % av aktuell verdi (total)
- Måleområde Innstillbart

Elektromagnetiske mengdemålere skal installeres i henhold til produsentens anvisninger og med hensyn til at målenøyaktigheten skal de tilfredsstille krav til akkreditert prøvetaking.

3.3.21.6 Turbiditetsmålere

Renset avløpsvann skal overvåkes kontinuerlig m/ optiske turbiditetsmålere. Måleutstyret skal tilfredsstille følgende krav:

- Type Kanalmontert
- Måleprinsipp Optisk måling
- Temperatur medium 0 – 25 °C
- Materiale medieberørt SIS 2343 (eks. elektroder)
- Måleområde 0 - 300 FNU
- Tilleggsutstyr
 - Transmitter med display for direkte avlesning av måleverdi i nærheten av målepunkt
 - Boblefelle
 - Automatisk rengjøring

3.3.21.7 TS-målere

Måleutstyret skal tilfredsstille følgende krav:

- Måleprinsipp Mikrobølge
- Måleparametre TS-innhold (%) og temperatur

Alternativt

- Måleprinsipp Optisk innstikksmåler
- Måleparametre TS-innhold (%) og temperatur

3.3.21.8 Nivåmålere

Nivåmålere skal tilfredsstille følgende krav:

- Måleprinsipp Radar eller ultralyd

- Maks. dødbånd sonde 300 mm
- Måleområde Innstillbart

Nivåvakter m/1 grense:

- Type Nivåstav
- Måleprinsipp Induktiv
- Grense Justerbar

3.3.21.9 Trykkmålere

Trykkmålere skal tilfredsstille følgende krav:

- Måleprinsipp Hydrostatisk m/ keramisk målecelle
- Måleområde Tilpasset applikasjon
- Medium Tilpasset applikasjon

3.3.21.10 Trykkvakter m/1 grense

Måleutstyret skal tilfredsstille følgende krav:

- Måleprinsipp Kapasitiv
- Grenser Justerbare
- Indikator LCD-display

3.3.21.11 pH-målere

Måleutstyret skal tilfredsstille følgende krav:

- Type Neddypningselektrode
- Temperatur medium 0 – 25 °C
- Materiale medieberørt SIS 2343 (eks. elektroder)
- Måleelektrode Kombinasjonselektrode
- Måleområde 5 – 8 pH
- Måleområde, innstillbart 3, 5 og 10 pH-enheter
- Temperaturkompensering Automatisk
- Tilleggsutstyr 1. Spesialkabel til forsterker 2. Neddypningsarmatur

3.3.21.12 Veiesystem

Veiesystem for containere skal tilfredsstille følgende krav:

Veieceller

- Temperaturområde 0 - 40 °C
- Kapsling IP 67
- Måleområde Innstillbart

- Materialkrav SIS 2352 eller bedre
- Utstyr Overlastsikring, temperaturkompensering

Vektindikator

- Utførelse Veggmontert
- Kapsling IP 54
- Oppløsning 20 kg
- Utgang 4-20 mA
- Nøyaktighet 1 % av måleområde
- Tarering og nullpunktjustering Automatisk
- Indikering Brutto, tara og netto

3.3.21.13 Stillingsgivere

I entreprisen inngår stillingsgivere for posisjonering av bla. ventiler, luker, containere og annet utstyr. Kravene til disse fremkommer av pkt. 3.3.6.3.

3.3.22 Løfteutstyr

3.3.22.1 Generelt

Entrepriise B1 leverer og monterer traverskran i prosesshallen. Kranen vil kunne benyttes av prosessentreprenør i sitt montasjearbeid og for løft av utstyr i driftsfasen.

Prosessentreprenør leverer utover dette alt nødvendig løfteutstyr for montasje og drift som ikke er dekket av traverskran levert av B1. Innfesting/opplagring av fast løfteutstyr er prosessentreprenørens ansvar. Det kan kun forutsettes bruk av øvrige bygningsmessige konstruksjoner der byggutformingen i seg selv legger til rette for det.

Det forventes at normalt behov dekkes så som:

1. Skifte av motorer/drivverk
2. Skifte av spiraler i transportskruer
3. Demontering av fortykkermaskiner og avvanningsutstyr - dvs. demontering av tromler, solhjul etc.
4. Løft av maskinrensede rister opp av kanaler/kasser
5. Løft av storsekk for polymer, sand etc.
6. Løft av pumper i pumpekjeller i innløpsumpsump fra U3 til P1.
7. Løft av steinfangkasser

Løfteutstyret skal også inkludere spesielle løfteåk ifm. løft av storsekker, etc.

Løfteutstyr som kan være aktuelt, kan deles inn i følgende kategorier:

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Mobilt løfteutstyr på hjul (type Elefant) | kap. < 200 kg |
| 2. Mobilt løfteutstyr krokmontert (elektriske taljer) | kap. < 500 kg |
| 3. Løpekattbjelker m/ elektrokjettingtaljer | kap. < 1.000 kg |

Kjettingtaljer benyttes for løftehøyder opptil 8 m og wiretaljer for løftehøyder over dette.

Løfteutstyret skal dimensjoneres ut fra maks. løftebehov i området løfteutstyret skal betjene.

Montasje, prøveløfting og sertifisering skal inngå i leveransen.

3.3.22.2 Tekniske krav

Løpekatter og traverser skal ha el. fremdrift når løftekapasiteten overstiger 500 kg.

Skinner

Stålkvalitet og utforming: Kranleverandørens standard

Overflatebehandling: Iht. generelle krav

Oppheng og koblingsdeler: Galvanisert

Kjettingtaljer

Hastighet: Trinnløs variabel hastighet

Styring: Radio

Utskifting kjetting: Uten demontering av talje

Sikring: Overlast og endekjøring m/ slurekoblinger iht. Forskrifter

Kjetting: Egen kjettingkasse

Timeteller: Skal inngå

Løpekatter og traverser, el drevne

Styring: Radio

Sikring: Overlast og endekjøring m/ slurekoblinger iht. Forskrifter

Timeteller: Skal inngå

3.3.23 Inspeksjonsluker

Dette kapittelet gjelder inspeksjonsluker i tanker og bassenger med behov for visuell inspeksjon og/eller adkomst, ikke mindre inspeksjonsluker knyttet til utstyr. Alle nødvendige inspeksjonsluker skal være inkludert.

Lukene skal være hengslet med gassdemper eller annen sperre for å holde dem i åpen stilling. Det skal leveres sikkerhetsrist under inspeksjonslukene. Lukene skal være motstandsdyktige mot fall og skal være produsert i aluminium eller syrefast stål, EN 1.4401. Lukene skal leveres med belysning.

Over bassenger med behov for visuell inspeksjon skal det være transparente inspeksjonsluker/kupler, med for øvrig samme krav som angitt over.

3.3.24 Polymerutrustning

Polymerbereder skal være utført i rustfritt stål, EN 1.4301.

Bereder skal leveres med standard automatikk med drifts- og feilsignaler ført til rekkeklemmer for tilkobling til styresystemet.

Berederen skal være komplett utstyrt med følgende deler og funksjonalitet:

- Storsekkstativ og manuelt avstengningsspjeld
- Kranbjelke, el.drevet løpekatt og el.talje for håndtering av storsekk
- Tørrdoserer m/ elektrisk operert stengeluke og pneumatisk transportsystem for tørrpolymer fra doseringsskrue til oppløser/ modningstank. For å sikre god innblanding av polymerløsningen i vann skal det benyttes pneumatisk transportsystem for tørrpolymer fra doseringsskrue til modningstank, der polymer blandes ved et dysesystem som tilfører vann (Kicab, Tomal el. tilsvarende).
- Spedevannssystem m/ reguleringsventil og mengdemåler (rotameter)

Videre skal følgende installeres:

- Elektromagnetisk mengdemåler til hver linje. Se krav kap. 3.3.21.5

4 Kravspesifikasjoner til prosesselektro

4.1 Generelt

Denne spesifikasjonen omhandler de generelle krav som vil bli satt til elektrisk utstyr som inngår i leveransen.

Entreprenøren skal levere alt elektroteknisk utstyr for å kunne drifte egen prosess.

Denne leveranse omfatter ikke:

- Terminering og kabling mellom prosessstavle og prosessutstyr
- Inntak og hovedtavle med fordeling til prosessavler som leveres i denne entreprise
- Tavler og installasjoner for lys, stikk og varme
- Brannalarmanlegg
- Innbruddsalarmanlegg
- Tilførsel og styring av VVS anlegg

Det legges stor vekt på at anlegget skal fungere og håndtere feil på en slik måte at driften opprettholdes kontinuerlig uten at anlegget er bemannet. Det stilles derfor høye krav til driftssikkerhet, med de konsekvenser for valg av utstyr og systemløsninger dette medfører.

For krav til dørhøyde se kap. 2.3.3.

4.2 Standarder

Tekster i denne beskrivelsen gjelder foran tilsvarende i de nevnte standardene i de tilfeller der det er avvik.

Likeledes skal forskrifter og anvisninger utarbeidet av de respektive produsenter eller deres representanter følges, med mindre byggherren gir særskilt tillatelse til å fravike disse.

4.2.1 *Lov, forskrifter og normer*

Siste utgave av følgende normer skal følges der det er relevant:

- "Elektriske lavspenningsinstallasjoner", NEK 400
- "Elektriske anlegg i eksplosjonsfarlige områder", NEK 420
- "Prosjektering og installasjon av kommunikasjonssystemer", NEK 700
- "Lavspenningstavler og kanalskinnesystemer", NEK 439
- "Maskinsikkerhet – Maskiners elektriske utrustning", NEK EN 60204
- "Dokumentasjon av utstyrsleveranser", NS 5820
- "Tilknytningspunkt for el- og ekomnett", NEK 399

Der følgende lov og forskrifter ligger til grunn:

Lov

- "Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr", LOV-1929-05-24-4

Forskrifter

- "Forskrift om elektrisk utstyr", FOR-2011-01-14-36
- "Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg", FOR-1998-11-06-1060
- "Forskrift om elektroforetak og kvalifikasjonskrav for arbeid knyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr", FOR-2013-06-19-739
- "Forskrift om utstyr og sikkerhetssystem til bruk i eksplosjonsfarlig område", FOR-1996-12-09-1242
- "Forskrift om helse og sikkerhet i eksplosjonsfarlige atmosfærer", FOR-2003-06-30-911
- "Forskrift om maskiner", FOR-2009-05-20-544
- "Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg", FOR-2006-04-28-458

Listen er ikke uttømmende.

4.2.2 PLS

NEK IEC 61131 – Programmable controllers, alle deler. Skal legges til grunn for PLS utstyr, installasjon og programmering.

NEK IEC 61499 – Function Blocks, alle deler. Skal legges til grunn så langt som mulig for funksjonsblokker i PLS.

4.2.3 Merking og tag-koding

Bergen kommune sin standard for tag-system skal benyttes for tag-koding av prosessutstyr, ventilasjonsutstyr og elektrokomponenter (se også kap. 3.2.2).

Videre er følgende veiledere (utarbeidet av Norsk Vann for VA-anlegg) aktuelle, der det ikke er avvik fra Bergen kommune sin standard:

- NORVAR 153/2007 Norm for symboler i driftskontrollsystemer for VA- sektoren
- NORVAR 155/2007 Norm for merking og FDV- dokumentasjon i VA- prosjekter
- NORVAR 151/2007 Veiledning for vedlikeholdssystemer
- NORVAR 165/2009 Veiledning til innsamlingsverktøy for vedlikeholdsdata

4.2.4 Godkjenning av materiell og utstyr

Alt elektrisk utstyr skal tilfredsstille gjeldende EU-direktiv og skal være CE-merket iht. dette.

4.2.5 Tilgjengelighet

Leverandøren skal ha reservedeler og tilgjengelig service på levert utstyr i min. 10 år etter overtagelsen. Med tilbudet skal det leveres en spesifisert liste over anbefalt reservedelshold.

4.3 Generelle krav for installasjonen

Følgende generelle krav gjelder:

- Det skal koordineres med øvrige entreprenører slik at fordelinger som skal stå i samme rom i størst mulig grad har samme utvendige utforming (farge og fasong)
- Kapsling leveres med minimum tetthetsgrad IP20 for hovedtavlerom, øvrige rom skal ha IP55
- Som fordelingsskap og undersentraler skal det leveres pulverlakkerte aluminiumskap
- Som små kapslinger til koblinger og mindre skjøteskap kan det benyttes kunststoff kapslinger
- All kabelinnføring i kapslinger og små skap, vegghengt, skal føres inn nedenfra og opp i utstyret. Det er krav til dryppnese på kabel for å forhindre vanninntrenging
- Alle tavler / skap i prosess skal ha kabelinnføring i bunn.
- Alle innføringer i utstyr og skap skal utføres med paknipler med strekkavlastning. Membrannipler godtas ikke
- Alt utstyr som står slik plassert at det er fare for neddykking ved en drift- eller feilsituasjon skal ha tetthetsgrad IP68
- Det skal benyttes hurtigkobling for dykket utstyr
- Alt utstyr slik som koblingsbokser og lignende, skal plasseres tilgjengelig for service og vedlikehold
- Dører utstyres med kraftig låssystem med doble låser, oppe og nede
- Skap skal utstyres med LED armatur som tennes når dør åpnes
- Alt kobber til jordskinner og lignende (Primax- klemmer m.m.) skal være av type fortinnet kobber. Åpen og synlig kobber er ikke tillatt. Dette på grunn av tilstedeværelse av gassen hydrogensulfid (H_2S) i forbindelse med avløpssystemer. Denne gassen fungerer som en katalysator for korrosjon av kobber
- På alle ledninger av flertrådet type skal det benyttes endehylser av korrosjonsbestandig materiale. Endehylser skal påføres med egnet verktøy. Der to ledninger skal inn på samme tilkoblingspunkt / klemme skal det benyttes tvillinghylser
- Jordskinner for PE må være tydelig merket i tavlene, slik at forveksling ikke forekommer. Paneler og tavler skal ha solid og lett tilgjengelig jordskinne (PE) av fortinnet kobber, med rikelig tilkoblingspunkter. Det skal kun være en jordledning pr. tilkoblingspunkt
- Skap som inneholder frekvensomformere, skal være utstyrt med forsert ventilasjon via hovedventilasjonsanlegget
- Alle tavler / fordelinger skal utstyres med overspenningsvern. Grovvern i inntakstavle og mellomvern/finvern i andre tavler
- For overvåking av energiforbruket, skal det legges opp til strømmåling (energilogger) for alle stige kabler til underfordelinger og store energiforbrukere fra inntakstavle
- Maskintavler skal bygges etter forskrift om maskiner og skal samsvarserklæres sammen med den komplette maskinen
- Alle komponenter i tavler skal monteres på DIN-skinne
- Utstyr av samme type skal være av samme fabrikat, og fra leverandør med reservedelslager i Norge
- Dersom det leveres komplette lokale styreskap for anleggsdeler skal disse følge samme forskrifter og krav som øvrige tavler / fordelinger
- Det skal benyttes halogenfrie kabler og kanaler

4.4 Effektbrytere/automatsikringer, sikringer

- Alle sikringer i anlegget skal ha en utløserkarakteristikk tilpasset aktuelt bruksområde og i SI-kvalitet
- 24 V DC til I/O til PLS og måleutstyr skal sikres med elektroniske vern
- Utgående kabler t.o.m. 16 mm² skal tilkobles via rekkeklemmer. Det skal være avsatt min. 30 % plass for utvidelse i skapet. Avsatt plass for varmeavgivelse skal ikke medregnes som reserveplass
- Overspenningsvern velges ut ifra forsyningssystem og krav til varig driftsspenning. Vernet (type 1+2) skal være pluggbart med signalkontakt for overføring til PLS
- På styrestrøm / PLS skal det monteres overspenningsvern av type 3
- Alle effektbrytere/automatsikringer skal ha meldekontakt for utløsning på vern. Alarm på vern kan samles i grupper avhengig av funksjon og gi fellesalarm ved vern utløst. Dette skal godkjennes av byggherre før installasjon

4.5 Ekvipotensialjording

Det skal legges en sammenhengende isolert jordkabel langs alle kabelføringsveier for ekvipotensialjording med avtapping til kabelbro, prosessrør, kanaler, trapper, rekkverk, pumper etc.

Alle ledende konstruksjoner som rør, pumpeledninger, kabelbroer, instrumenter, gulv, ventiler, stiger, etasjeskiller, ståldører, kranbaner, jordbolter / armering m.m. skal utjevnes med jordledning med forskriftsmessig tverrsnitt.

Alle tilkoblinger skal utføres med fortinnede kabelsko, beskyttet med krympestrømpe med lim. Krympestrømpe skal dekke eventuelt "inspeksjons hull" i kabelsko. Maskinskruer av rustfri type skal brukes, ikke karosseriskruer. Fortrinnsvis skal det sveises på bolter eller gjenges i godset. Eksisterende bolter med annen funksjon skal ikke benyttes for jordtilkobling.

Prosessentreprenør må melde behov for ekvipotensialjording i form av en kabelliste. Elektroentreprenør legger jording i henhold til denne kabellisten.

4.6 Føringsveier og bæresystemer

Føringsveier og bæresystemer leveres av elektroentreprenør. Prosessentreprenør må melde inn behov for føringsveier og bæresystemer til elektroentreprenør. Prosessentreprenør må i tillegg beskrive materialkvalitet på føringsveier og bæresystemer i forskjellige områder.

4.7 Motorer

Generelle krav:

- Motorer skal være standard kortslutningsmotor, selvventilerende og konstruert etter NEK IEC 60034-1
- Det skal leveres elektromotorer iht. «Økodesign-direktivet»
- Motorer skal være korrosjonsbeskyttet, utstyrt med løfteøyer og være i beskyttelsesklasse min. IP55, eventuelt høyere klasse der det er behov. Motorer for direkte sammenkobling leveres ferdig mekanisk montert og opprettet

- Alle motorer skal ha foranstående låsbar sikkerhetsbryter med meldekontakt. Sikkerhetsbryter skal leveres som lastbryter montert i hovedstrømskretsen. Ved utkobling av sikkerhetsbryter skal eventuell frekvensomformer stoppes
- Tilkoblingsboks skal ha forblendede åpninger for kabelnipler og fastmonterte tilkoblingsklemmer
- Motorer skal være tilpasset det mekaniske utstyrets effektbehov og driftskategori på en slik måte at motoren ikke er begrensende for utstyrets drift. Det skal tas hensyn til utstyrets forventede starthypighet ved dimensjonering, slik at ikke gjentatte starter påfører motoren utilsatte temperaturer. Som et minimum skal alle motorer tåle 2 påfølgende starter fra varm tilstand + ytterligere 2 starter etter 30 min. avkjølingstid. Den oppgitte merkeeffekt skal være kontinuerlig drift, iht. NEK IEC 60034-1
- Motorens starttid skal ikke være lenger enn at standard termisk overlastvern kan benyttes. Startstrømmen bør ikke overstige ca. $7 \times I_n$
- Viklinger og andre elektriske delers isolasjon skal være uhygroskopisk. Motorer som skal styres av frekvensomformer skal ha forsterket viklingsisolasjon tilpasset de spenningsspissene og overharmoniske som kan fremkomme ved frekvensomformerdrift. For store motorer med frekvensomformerdrift, skal motor leveres med isolert baklager for å hindre lagerstrømmer
- Motorer for frekvensomformerdrift, skal leveres med EMC-nippel
- Alle dykkede motorer skal ha plugg på enden av prefabrikkert ledning (f.eks. Harting kontakt med mekanisk låsing), hvor strøm og signal tas videre til strømforsyning og PLS

Entreprenøren plikter å informere seg om alle forhold på montasjestedet som har innvirkning på valg av motor.

4.8 Frekvensomformere

Følgende krav gjelder for frekvensomformere:

- Det skal kun tilkobles en motor til hver frekvensomformer
- Frekvensomformere skal dimensjoneres for kontinuerlig drift av motorene ved full last og være tilpasset installasjonen (tung drift)
- Frekvensomformerne plasseres normalt i felt og så nære motor som mulig, fritt på vegg eller på kabelbro, med minimum beskyttelsesklasse IP55
- Frekvensomformeren skal ha betjeningspanel i front for lokal avlesning og betjening
- Det skal monteres separat eller integrert sikkerhetsbryter etter frekvensomformer med tilbakemelding til PLS
- Frekvensstyrte motorer skal fast tilkobles i låsbar sikkerhetsbryter
- Det skal benyttes skjermet EMC-kabel med symmetrisk jordleder med EMC nippel mellom frekvensomformer og motor
- Sikkerhetsbryter skal plasseres i umiddelbar nærhet fra elektromotorene, hvis sikkerhetsbryter ikke er integrert i frekvensomformer. Endelig plassering avklares med byggherre før installasjon
- Signal fra sikkerhetsbryter, kan kobles inn til digital inngang på frekvensomformer og leses via kommunikasjonslink
- Frekvensomformer skal leveres med nødvendig reaktorspoler/filtre/dempeledd for reduksjon av overharmonisk støy på begge sider av frekvensomformerne til et akseptabelt nivå
- Kommunikasjon mot PLS skal være via anleggets valgte bus-system
- Frekvensomformer skal ha dobbelt lakkerte kretskort (IEC61721-3-3 Klasse 3C3)

- Vaktsignaler for fukt, overtemperatur og lignende skal føres disse signalene direkte til frekvensomformer og forrigles der. Signaler skal være potensialfrie kontakter eller 4-20 mA. Om nødvendig må frekvensomformerne utstyres med ekstrakort med nødvendige innganger

4.9 Fordelinger og tavler

Det forutsettes installert felles hovedtavle med inntak for hele bygget med inntakssikringer, målere mm. og med separate undertavler.

Tavler skal være strukturert etter følgende modell, med separate felt for:

- Inntak (hovedbryter, måler arrangement, overspenningsvern, jordfeilovervåkning mv.). (ikke relevant for denne entreprise)
- Bygg elektro (ikke relevant for denne entreprise)
- Prosess elektro
- Ventilasjon (ikke relevant for denne entreprise)
- Automasjon (PLS, samband, strømforsyning mv.)

Denne entreprise skal levere tavler og utstyr for Prosess Elektro og Automasjon.

4.9.1 Prosessfordeling

Kraftforsyning til fordeling(er) for prosessutstyr skal være 3 x 400 V AC + N, TN-S system fra inntakstavle (hovedtavle) levert av annen entreprenør. Krav til kortslutningsytelse for fordelinger (Ik maks) vil avhenge av trafostørrelse, og må avklares før produksjon av tavler. Foreløpige effektlister tilsier en trafo på 1250 kVA, men dette kan endre seg.

Utstyr med 3-fase forbrukere som motorer o.l. leveres for 400 V merkespenning.

Elektroentreprenør for bygg lager enlinjeskjema for hele elektroanlegget, og er ansvarlig for dimensjonering og framlegging av matekabel (stiger) til prosesstavler m.m. Prosess må informere elektroentreprenør om maks. effektforbruk i prosesstavler.

Det skal installeres strømmåling på stigere fra hovedtavle til prosessfordelinger(er) slik at strømforbruket som inngår i prosessentreprenørens ytelsesgaranti, kan verifiseres. Strømforbruket skal måles og lagres historisk på driftskontrollanlegget for senere kontroll og analyse. Kurver som viser forbruk skal være tilgjengelig både i sanntid og med historiske data.

4.9.2 Krav elektrotavler

Utover de krav som er stilt ovenfor under kapittel 4.3 og kapittel 4.4 gjelder følgende krav:

- Alle ledningsføringer inne i skap skal være lagt i kanaler med god kapasitet
- Det skal være adskilte føringer for kraftelektronikk som genererer EMC og øvrige ledninger. Dette gjelder spesielt etter frekvensomformere
- Det skal være forskjellige farger på ledninger for de respektive spenninger
- Skapet skal leveres med temperaturovervåking tilkoblet PLS. Det skal om nødvendig monteres termostatstyrt varmeelement i fordelingen for å hindre kondens
- Branntetting iht. forskrift

- Det må settes av 30 % plass til evt. utvidelser både i Automasjonsfelt og på effektsiden
- Tavle skal leveres ferdig testet
- Prosessentreprenør skal utføre kortslutnings- og selektivetsberegninger for alle sine leverte tavler, og stille inn vern slik at det er full selektivitet

4.9.3 Krav automasjonstavler

Utover de krav som er stilt ovenfor under kapittel 4.3 og kapittel 4.4 gjelder følgende krav til montering av utstyr og kabling:

- Automasjonstavler skal utstyres med et kabelfelt hvor alle feltkabler termineres på rekkeklemmer. Tavle skal også utstyres med rekkeklemmefelt for I/O. Deretter krysskobles det mellom disse felt
- Alle ledere i kabel skal avsluttes på rekkeklemme i kabelfelt
- Nettilkoblinger skal holdes klart atskilt fra de øvrige tilkoblinger, det samme gjelder eventuelt andre tilkoblinger som kan tenkes å gi opphav til støysignaler på signal- og målelinjer
- Overspenningsvern på analoge inngangssignaler. Signalkilde og behov for vern skal vurderes av prosjekterende/installatør i samråd med byggherre
- Galvanisk skille på målesignaler. Skal vurderes av prosjekterende/installatør i samråd med byggherre.
- Det settes krav til maksimum 80 % fylling inkludert det som vil medgå ved komplett utbygd skap
- Alle elektriske tilkoblinger skal termineres i rekkeklemmer
- De ulike tilkoblinger grupperes på en hensiktsmessig måte slik at en får god oversikt over de enkelte inn- og utganger
- Hjelperelér skal være utstyrt med lysindikator samt knapp/hendel for manuell test ("låsbar" i begge posisjoner).
- Relér skal dersom mulig være pluggbare
- Alle ledningsføringer inne i automatiskskap skal være lagt i kanaler med god kapasitet. Det skal være rikelig med plass til intern og ekstern ledningsføring
- Alle kort og kortposisjoner skal være tydelig merket
- All merking skal samsvare med dokumentasjonen

4.9.4 Kabling og installasjon

For alle kabler til styring og instrumentering skal det benyttes halogenfri flertrådet signalkabel.

For alle kabler for effekt skal det benyttes Cu kabel tilsvarende IFSI hvis ikke annet er beskrevet, for eksempel ved frekvensomformerdrift. Kabelinnføring (nipler) i komponenter i anlegg (motorer, servicebrytere mv.) inngår som en del av kabelinstallasjonen.

Prosessentreprenør må utarbeide kabellister for all kabling til levert maskiner-/prosessutstyr. Kabelliste må være utarbeidet med riktig dimensjonert kabelverrsnitt i forhold til belastning og kabellengde. Endringer må meldes til elektroentreprenør før kabel er lagt. Elektroentreprenør kabler og kobler etter kabelliste fra prosessentreprenør.

4.9.5 Signal test, dreieretningstest

Entreprenør er ansvarlig for signaltest av all instrumentering og utstyr, samt dreieretningstest av motorer. Likeledes er entreprenør ansvarlig for SAT-test av PLS-programmet ved igangkjøring av anlegget.

Entreprenør er også ansvarlig for programmering av frekvensomformere, samt innstilling av nødvendige motorvern.

4.9.6 Merking - ref NORVAR rapport 155 – 2007.

Anlegget skal merkes på en slik måte at det sikrer korrekt bruk av anlegget og at det blir lett og entydig å betjene. Der kommunens standard avviker fra NORVAR skal det avklares hvilket system som skal benyttes.

Elektrisk utstyr skal merkes med komponentnummer og TAG-kode i skap. Alle kabler skal merkes etter følgende system +Referanse-W1, +Referanse-W2 osv. For eksempel +VA01-W1. Entreprenør skal utarbeide kabel liste, samt merke kabler etter dette systemet.

Tagging (unik nummerering av hvert enkelt objekt) skal anvendes for merking av utstyr og kabler, og for referanser i all dokumentasjon.

Alt utstyr skal merkes med graverte skilt. Kabler merkes med skiltsystem festet til kabel med strips. Merkesystem skal godkjennes av byggherre før installasjon.

4.10 UPS

Hele prosessautomatiseringssystemet inkludert server og operatørstasjon samt nettverk skal tilknyttes avbruddsfri strømforsyning (UPS) med varighet på minimum 0,5 timer. Det skal legges inn en kontrollert nedkjøring av systemet ved utløp av tiden. Leveransen skal inkludere alt nødvendig utstyr og arbeid.

5 Kravspesifikasjoner til automatiseringsanlegg

Renseanlegget skal styres av et PLS-basert kontrollanlegg, som skal tilknyttes kommunens eksisterende driftskontrollanlegg. Styring av anlegget skal normalt foregå fra operatørstasjon koblet mot kommunens driftssentral. I tillegg skal det legges opp til mulighet for lokal betjening med nettbrett/pad/pc eller liknende.

Renseanlegget skal styres og overvåkes av en sentral plassert Hoved-PLS med distribuert I/O eller undersentraler etter behov, plassert ute i prosessen for å redusere kabling. Hoved-PLS skal også kommunisere direkte med eventuelle styringer som leveres med pakkeløsninger. Hoved-PLS plasseres i separat skap/felt, sikret med lokal 24 V DC kraftforsyning med UPS. I/O og eventuelt nødstoppreleer skal også ha UPS.

Samtlige funksjoner og utstyr skal ivareta kommunens krav om et energieffektivt renseanlegg. Samtlige pumper og annet energikrevende utstyr skal overvåkes med tanke på energiforbruk. Effekt- og energi-forbruk skal logges og lagres historisk på lik linje med prosessvariabler for visning i trend og utskrift til rapporter.

Leverandør av denne entreprise (M1) er ansvarlig for å gi informasjon til E1 om hvordan prosessen skal deles opp i skjermbilder, basert på flytskjema for prosessen. M1 må også informere om nødvendig parameterbilder og hva de skal inneholde. Ny PLS-løsning på Garnes skal kommunisere sømløst med eksisterende driftskontrollsystem uten behov for protokollkonvertere eller kommunikasjons- eller front-end-PLS. Det er etablert OPC-server på anlegget, som skal benyttes for kommunikasjon mellom PLS og eksisterende driftskontrollsystem (SCADA system).

For kommunikasjon mot driftskontrollanlegget har kommunen standardisert på eget IP/VPN nett, og man må koble seg til dette nettet.

Hoved-PLS skal også være forberedt for statusovervåking av VVS-installasjoner.

Deler av anlegget vil også bli utstyrt med mobilt reservekraftaggregat.

Driftskontrollsystemet er under utskifting, og forventes klart i løpet av 2022/2023.

5.1 Generelle funksjonskrav

Følgende generelle krav gjelder for leveransen:

- Ved normal drift skal det ikke være behov for tilsyn utover rutinemessig vedlikehold
- Fra lokal betjening skal en kunne sette parameter- og grenseverdier ved uttesting av utstyret, feilretting, kalibrering etc. Parameter-verdier og grenseverdier, samt start/stopp av pumper mm, skal også kunne utføres fra toppsystemet
- Betjening av anlegget skal kunne foretas likeverdig fra driftssentral og fra lokal betjening
- Feil i anleggets PLS, kommunikasjon eller undersentraler må ikke medføre utilsiktede styringer. Det må være mulighet for å bestemme konsekvens ved slike feil
- Ved nettpåslag, initialisering, selvtestrutiner og lignende fastlagte sekvenser, må ingen utganger kunne bli aktivisert slik at utilsiktede styringer utføres
- Etter nettutfall skal PLS startes opp igjen automatisk etter forhåndsbestemte programmer
- All informasjon til operatøren skal være på NORSK og mest mulig visualisert

5.2 Standarder

Det vises til kapittel 4.2 og underliggende kapitler.

5.3 Designdokument

Entreprenør skal utarbeide et designdokument som viser oppbygging av systemet, kommunikasjon mot toppsystemet og med lokale PLS i pakkeleveranser, objektoppbygging i PLS og mot SD anlegget. Dette dokument skal godkjennes av byggherre eller dennes representant før produksjon tar til.

5.4 Kommunikasjon

Kommunen vil sørge for et eget tilknytningspunkt i hoved tavlerom for tilkobling til kommunens nettverk. Kostnader for koordinering med kommunens IT avdeling må medtas.

Internt på anlegget skal det av entreprise E1 etableres et fiberbasert ringnett mellom servere, operatørstasjoner, PLS og distribuert I/O. Som protokoll på det interne nettverket, skal det benyttes en industristandard slik som Ethernet IP, Modbus TCP, ProfiNet eller tilsvarende. For fiber skal det benyttes singlemode kabel, mens det ut til utstyr skal benyttes skjermet Cat6 kabler. Alt utstyr skal være tilpasset dette.

Tilkoblingspunktene for det interne nettverket skal være utstyrt med Patchepaneler for terminering av inn og utgående fiber og Cat6 kabler. Tilkoblingspunktene skal også utstyres med nødvendig antall industrielle switcher med fiberporter og RJ-45 porter for tilkobling av utstyr.

Det skal i stor grad benyttes industriell kommunikasjon mot prosessutstyr fremfor tradisjonell I/O. For prosessutstyr som frekvensomformere, elektriske aktuatorer, analyseinstrumenter og annet utstyr med mange signaler skal det fortrinnsvis benyttes Ethernet med en standard protokoll for kommunikasjon mot hoved-PLS. Dette for å redusere kabling og øke mengden av tilgjengelig informasjon fra utstyret.

5.5 Sentraler

5.5.1 Generelt

Systemet skal bygges opp rundt en PLS med tilhørende utstyr, plassert i eget felt i skap for automasjon i tavlerom.

PLS-sentralen skal være modulært oppbygd, kort, for fleksibilitet med hensyn på bestykning for funksjoner. For sikkerhet mot feil på hoved-PLS skal det som opsjon prises både en redundant PLS løsning og en ekstra PLS i reserve. Ved feil på primær CPU overtar sekundær CPU automatisk eksekvering av programmet for renseanlegget. Denne overgangen skal være konfigurert til å være "bumpless".

Sentralen skal tilkobles prosesssignaler fra feltmontert instrumentutstyr og elektro-fordelinger. Foruten disse, tilkommer også et visst antall signaler generert i selve sentralen. Antall signaler som genereres er utstyr avhengig, men det skal minst omfatte følgende signaler:

- Elektronikkfeil (kortfeil)
- Sambandssvikt (til undersentraler, frekvensomformere og instrumentering)
- Kraftsvikt (24V, 12V, 5V)

PLS skal minimum ha 30 % utvidelseskapasitet i form av ledige kortplasser og behandlingskapasitet samt 15 % installert reserve I/O. Alle installerte I/O-moduler skal kables til rekkeklemmer.

PLS skal leveres montert i eget/egne felt i lavspenningstavle. Krav til tavle er gitt under kapittel 4.9.

5.5.2 Krav til PLS

Det skal koordineres med elektro-leverandør når det gjelder valg av utstyr (rekkeklemmer, sikringer, reléer m.m.) i sentralene for å redusere antall forskjellige typer komponenter

For øvrig gjelder følgende:

- Ved normal drift skal det ikke være behov for tilsyn utover rutinemessig vedlikehold
- Betjening av anlegget skal kunne foretas likeverdig fra driftssentral og fra lokal betjening
- Feil i anleggets driftssentral, kommunikasjon eller PLS må ikke medføre utilsiktede styringer. Det må være mulighet for å bestemme konsekvens ved slike feil. Feil i PLS eller dens kommunikasjon må ikke påvirke driftssentralens funksjon
- PLS'er må ikke settes ut av drift selv om driftssentralen feiler/faller ut/tas ned.
- Ved nettpåslag, initialisering, selvtestrutiner og lignende fastlagte sekvenser, må ingen utganger kunne bli aktivisert slik at utilsiktede styringer utføres
- PLS skal ha innebygd sanntidsklokke (for lokal tidssetning) og tids-synkronisering mot driftskontrollanlegget
- Alle sentraler skal leveres med minimum 4 ledige kortplasser med tilhørende ledig kapasitet på rekkeklemmer og kabelkanaler. Videre skal det være minimum 30% ledig behandlingskapasitet i CPU samt 15 % installert reserve I/O terminert på rekkeklemmer
- Valg av PLS- og I/O-system gjøres i samarbeid med byggherre og rådgivende konsulent for å sikre god integrasjon mot eksisterende driftskontrollsystem
- Eksisterende PLS-system i Bergen kommunes VA-anlegg er av typen Allen Bradley

5.6 Programvare for PLS

Ved programmering skal PC kunne benyttes direkte tilkoblet PLS. PLS skal også kunne programmeres fra driftssentralen via det interne nettverket.

Redigering av data, spesifikke for undersentralen, utføres ved driftssentralen og lastes ned via kommunikasjonslinjer. Verdier skal også kunne endres lokalt i undersentralen med tilkobling av nødvendig utstyr (nettbrett, PC eller håndterminal). Verdiene skal sikres mot uønsket radering.

Programmene i PLS skal i tillegg kunne endres "online". Det må her utøves stor forsiktighet av hensyn til sikkerhet for personell og utstyr.

Ved endringer i PLS program skal dokumentasjon automatisk oppdateres.

5.7 Krav til I/O-kort og signaler

Det vil søkes å standardisere på et så lite antall typer av I/O-kort/moduler som mulig av hensyn til enkelhet for driften og for å redusere behovet for reservedeler.

Alle PLS kort skal leveres med ferdigkoblede frontkonnektorer for enkelt bytte av I/O-kort ved feil og lignende.

Kravene nedenfor er å betrakte som generelle krav til I/O-kort

5.7.1 Digitale innganger

- Maksimum 32 digitale innganger pr. I/O-kort
- Potensialfrie kontakter i form av normalt lukket eller åpen kontakt (hhv. alarm- og tilstandsmelding)
- Skal kunne håndtere pulser fra nettanalysator, mengdemålere, nedbørsensorer etc.
- Signalnivå 24 V DC
- Sløyfespenningen forsynes eksternt fra likestrømsanlegget, og signalinngangene skal tåle 50 V DC kontinuerlig
- Inngangene skal ha justerbart prellefilter. Tidskonstanten for filteret skal settes til 10 ms og være justerbart
- Lokal tilstandsindikering på modulfront
- Inngangsimpedans minimum 3 k Ω
- Interne overspenningsvern og polaritetsbeskyttelse for å forhindre koblingsfeil på inngang
- Primært skal hver enkelt av prosess signalene ha separat returleder, men i tilfeller der flere digitale signaler kommer fra samme objekt kan det tillates felles retur

5.7.2 Digitale utganger

- Maksimum 32 digitale utganger pr. I/O-kort
- Signalnivå 24 V DC, minimum 0,5 A
- Det skal benyttes mellomreléer:
 - Kontaktene skal dimensjoneres for minimum 250 V AC/DC og 2 A
 - Sluttetid skal være maksimum 1 ms, inklusiv prelletid
 - Reléene skal ha mulighet for manuell aktivering
 - Reléene skal ha lokal tilstandsindikering
 - Reléene skal ha diode for revers spenning (flyback)
- Lokal tilstandsindikering på modulfront
- Interne overspenningsvern og polaritetsbeskyttelse for å forhindre koblingsfeil på inngang

5.7.3 Analoge signaler

- Maksimum 16 analoge innganger pr. I/O kort
- Maksimum 8 analoge utganger pr. I/O kort
- A/D-D/A-omformere skal ha minimum 12-bits oppløsning med en konverteringsnøyaktighet på 0,1 % eller bedre
- Analoge I/O-kort skal håndtere 0-20 mA / 4-20 mA, 0-10 V og temperaturelementer (PT100, RTD og lignende)
- Filtreringsalgoritmer
- Verdier utenfor 4-20 mA området skal betraktes som feil og skal gi alarm. Grenseverdier for alarm skal være justerbare
- Moduler skal kunne håndtere signaler utenfor 4-20 mA (typisk 3,5 mA – 20,5 mA) før feilalarm (analogfeil) genereres
- Feil på en kanal skal ikke påvirke andre kanaler
- Analoge signaler skal tilkobles via 5x20 mm glassrørsikringer på 50 mA i pluss-leder, og rekkeklemme med skillekniv i minus-leder
- Det skal installeres en sikringsklemme pr. I/O kort på +24 VDC strømforsyning og en skilleklemme pr. I/O kort på 0 V DC strømforsyning
- Et I/O-kort skal kunne håndtere både aktive og passive transmittere direkte tilkoblet inngangskanalen
- Interne overspenningsvern og polaritetsbeskyttelse for å forhindre koblingsfeil på inngang

5.8 Signaler

5.8.1 Instrumenter og Målinger

For hver analog måleverdi skal det kunne benyttes inntil 2 øvre og 2 nedre grenseverdier slik at overskridelse av disse grenseverdiene definerer en feiltilstand og alarm genereres.

Instrumentfeil er også en feiltilstand, som skal overvåkes og gi alarm (utenfor 4-20 mA).

5.8.2 Frekvensomformere

Følgende signaler skal gjøres tilgjengelig for driftssentralen:

- Start/stopp
- Pådrag
- Drift fram
- Drift revers (hvis aktuelt)
- Feil (fellesfeil omformer)
- Reset feil på omformer
- Auto/Manuell
- Sikkerhetsbryter
- Høy temperatur (termistor)
- Fuktvakt
- Strøm, effekt forbruk og energi
- Akkumulert driftstid (døgn og totalt, reset-funksjon) - Visning objektbilde og inkl. i rapportsystem

5.9 Betjening tavlefront

Som prinsipp skal det monteres færrest mulig vendere i tavlefront. Utover dette skal det kun monteres vendere for utstyr som er nødvendig for å drifte anlegget ved bortfall av PLS-funksjonalitet. Der det monteres frekvensomformere for pumper vil manuell kjøring direkte på frekvensomformer fungere som funksjonsvender.

Vendere i manuell skal gå direkte på objekt utenom PLS.

5.10 Applikasjonsprogram/"kildekode"

Kildekoden (PLS programmet) skal være åpent, og kun benytte standard blokker fra PLS biblioteket. Disse blokkene må være testet mot sentralt styresystem og være godkjent av byggherre før implementering.

Ferdig PLS program skal kun inneholde program for levert prosessutstyr, og ikke inneholde testprogram eller blokker som ikke er i bruk.

Byggherre skal eie kildekoden etter overtagelse av anlegget, og lagres på kommunens server for fremtidig bruk ved endringer på anlegget. Dette gjøres for å sikre eierskap og at man til enhver tid bruker siste versjon av programmet under både endringer og feilsøking. Entreprenør skal levere lisens til for programmeringsverktøy.

6 Kravspesifikasjoner til VVS

6.1 Punktavsug og luktrensing

Punktavsug

Alle deler av renseprosessen skal være tildekket. Dette inkluderer også innløpsumpesumpen. Formålet er å sikre et arbeidsmiljø med minimal luktblastning og å sikre en effektiv luktrensing.

Tildekket utstyr og tildekkede arealer skal ha stuss for tilkobling av punktavsug.

Alle avtrekkspunkter skal markeres på formtegninger og flytskjema.

Det skal for alle lukkede prosessvolumer sikres et minimum undertrykk på 5 Pa, og spaltehastigheter over alle spalter i tildekkingen skal være større enn 0,5 m/s for alle anleggsdeler.

Punktavsugssystemet skal leveres komplett frem til luktreduksjonsanlegget. Kanalanlegget skal dimensjoneres og leveres av entreprenøren og det tillates hastigheter opp mot 3,3 m/s over avtrekksstusser på utstyret. Hovedkanal tillates hastighet opp mot 5 m/s.

Kanalnettet skal dimensjoneres slik at det ikke skal være nødvendig med mer enn et spjeld pr. avtrekkspunkt. Det skal benyttes spjeld av typen iris eller annen type spjeld som kan åpnes for rengjøring. Alle spjeld skal forsynes med målenipler for kontroll og innregulering.

Alle koblinger mot utstyr skal utformes med fleksible koblinger. Dette gjelder også punktavsug som ikke skal til luktreduksjonsanlegget (eks. fra kjemikalietanker og katastrofekar).

Det skal også etableres avtrekk fra innløpsumpestasjonen, luktblastningen vil ha samme forurensningsgrad som forbehandlingen. Beregnes på basis av bygningsmessig maksimalvolum i pumpeump og minimums undertrykk i pumpeump skal være 10 Pa.

For katastrofekar skal det tilknyttes et eget punktavsug som skal ventileres direkte gjennom yttervegg til det fri. Det skal leveres en komplett pakke med kjemikaliebestandig vifte, kanalnett og yttervegggrist.

Luktreduksjonsanlegg

Merk at en del krav til luktreduksjonsanlegget er beskrevet med utgangspunkt i anlegg med fotooksidasjon og aktivt kull, men det kan tilbys annen renseteknologi. Anlegget må beskrives og det må vises hvordan varmegjenvinning ivaretas.

Luktreduksjonsanlegget skal leveres komplett med fotooksidasjon og etterpolering med aktivt kull.

Kullfilter skal utformes slik at det gir en optimal luftfordeling gjennom hele filteret.

Kontakttiden i kullfilteret skal være minimum 3,5 s ved dimensjonerende luftmengde.

Prosessleverandøren må ut fra prosessvalg bestemme dimensjonering, tilpassing og utforming av luktreduksjonsanlegget basert på forventede konsentrasjoner av gasser som avgir lukt. Dersom anlegget har behov for ekstern forfiltrering, må dette tas med i tilbudet.

Luktreduksjonsanlegget plasseres i ventilasjonsrommet i teknisk sidebygg.

Anlegget skal dimensjoneres for 100% drift 24/7. Det skal leveres bypass for fotooksydassjonsenheten slik at avtrekksluften kan behandles i kullfilteret ved skifte av lamper, feil på enheten, etc.

Fotooksidasjonsenheten skal leveres med automatisk spyling og sensor for overvåking av ozon.

Det må være adkomst inn i kullfiltrene for tømning, påfylling og inspeksjon.

Filter skal også leveres med stuss for drenering. Stuss for drenering skal føres til sluk i rommet, og nødvendige ventiler og rør skal inngå i denne leveransen.

Det skal tilrettelegges for enkel påfylling og tømning av kull. Løfteutstyr for påfylling av kull inngår i leveransen, se krav i kap. 3.3.22.

Det skal leveres et gjenvinningsbatteri etter luktreduksjonsanlegget for varmegjenvinning utført i rustfritt stål.

Dimensjonerende luftmengde: Luktreduksjonsanlegget (fotooksidasjonsenhet, kullfilter og vifte) skal dimensjoneres for å betjene punktavsug fra prosessen og et generelt romavtrekk fra slamutlastingsområdet. Punktavsug ($L_{\text{punktavsug}}$) skal ha en reservekapasitet på 20 %. Generelt romavtrekk fra slamutlastingsområdet skal være 1000 m³/h. Entreprenør skal vise hvordan dimensjonerende luftmengde er beregnet.

Dimensjonerende luftmengde = $L_{\text{punktavsug}} + 1000$ [m³/h]

H₂S i slamutlastingsområdet

Med romavtrekk på 1000 m³/h fra slamutlastingsområdet og punktavsug fra containerne så skal innholdet av H₂S i luften i området være maks 1 ppm. Det er entreprenørens ansvar å overholde dette ved dimensjonering av punktavsug og tetting av prosesser. Luktreduksjonsanlegget skal imidlertid dimensjoneres for en konsentrasjon på 3 ppm H₂S i avtrekk fra slamutlastingsområdet.

Grensesnitt (se også vedlegg 7 – grensesnittmatrise)

Grensesnitt for utgående luft er samlekanal etter luktreduksjonsanlegget og på batteristusser på gjenvinnerbatteri. Entreprenør må koordinere sine leveranser og igangkjøring av sitt anlegg mot ventilasjonsentreprenør.

Tilluften til renseanlegget leveres av annen entreprenør.

6.2 Prosessgaranti luktreduksjon og betingelser for avkast

Det vises til ytelsesgarantidokumentet for overholdelse av garantikrav.

Hele anlegget tilbys med garanti på maks innhold 75 OU_E/m³ (CEN-Standard) i avkast luktreduksjonsanlegg.

Overholdelse av kravet skal dokumenteres med analyse (luktmålinger) av luft ut av luktreduksjonsanlegget.

Byggherre er ansvarlig for plassering av avkast. Dette gjøres i samarbeid med entreprenør M1 og prosjekterende.

6.3 Materialkrav ventilasjon

Se kapittel 3.2 for generelle materialkrav.

For ventilasjonsinstallasjoner gjelder i tillegg etterfølgende krav, som overstyrer de generelle kravene:

Kanalnett: Kanalnettet skal utføres i Magnelis ZM310. Det inkluderer også festemateriell.

Malte overflater: Malte overflater tillates ikke.

Gjenvinnerbatteri: Gjenvinnerbatteri skal være i minimum rustfritt stål EN 1.4301/AISI 304 eller tilsvarende.

6.4 Varmeveksler

Entreprenøren skal tilpasse og levere en varmeveksler for å hente varme fra rensset avløpsvann til varmepumpe. Plasseringen bør derfor være i nærheten av utløpsarrangementet.

Veksleren skal være av typen selvrensende eller være utstyrt med automatiske rengjøringsløsninger som rengjør mekanisk væskeflatene på primærside (avløpsvannside).

Leveransen skal være komplett og skal inneholde nødvendige rørføringer og pumper på primærside.

Overført effekt fra varmeveksleren skal være > 115 kW.

Driftsbetingelser:

- Tilgjengelig vannmengde > 60 m³/h (> 5% av timene ved oppstart)
- Temperatur avløpsvann > 6 °C
- Temperatur vann/glykol Temp. inn: 0 °C | Temp. ut: 3,5 °C

Tilgjengelig vannmengde oppgitt over viser at det kan være perioder med lavere vannmengde. I en slik situasjon gjelder ikke kravet til effekt. Men det skal være mulig å redusere vannmengde gjennom varmeveksleren og hente ut tilgjengelig effekt utfra vannmengden.

Grensesnitt blir på flens sekundærside veksler.

7 Byggtekniske spesifikasjoner

Dette kapittelet er ment som orientering for totalentreprenøren. Se for øvrig krav til dokumentasjon som grunnlag for byggprosjektering i Del II Kontraktsgrunnlaget.

Betongarbeider på anlegget skal generelt utføres i henhold til NS-EN 13670:2009+NA:2010 "Utførelse av betongkonstruksjoner".

Arbeidene utføres med følgende toleranser:

- Geometriske toleranser: Toleransekasse 1 iht. NS-EN 13670:2009+NA:2010. Geometriske toleranser er forklart i standardens punkt 10, i standardens Tillegg G (Informativt) og i Nasjonalt tillegg pkt. NA 10.1.
- Overflater: Toleransekasse 1 iht. NS-EN 13670:2009+NA:2010 hvor annet ikke er gitt. Anbefalte verdier for toleranser for overflater er gitt i Tillegg G, figur G.5.
- Utsparinger og innstøpingsgods: Toleransekasse 1 iht. NS-EN 13670:2009+NA:2010. Anbefalte verdier for toleranser for utsparinger og innstøpingsgods er gitt i Tillegg G, figur G.6.

Som det fremgår av standarden, innebærer dette en sammensatt byggtoleranse på +/- 15 mm.

Dersom totalentreprenørens installasjoner krever strengere toleranser enn det som fremgår av standarden, skal dette opplyses. Det aksepteres ikke strengere toleranser som et generelt krav uavhengig av maskininstallasjoner. Skjerpede toleransekrav skal være knyttet opp til spesifikke maskininstallasjoner eller komponenter.

8 Igangkjøring og opplæring

8.1 Generelt

Entreprenøren skal foreta prøving, kalibrering og innjustering av alt levert utstyr og igangkjøring av prosessene som helhet fra innløp til utløp og slambehandling. Igangkjøringen omfattes av følgende faser/milepæler:

1. Funksjonstest
2. Innjustering
3. Anleggsteknisk overtakelse

Prosessentreprenør må fremlegge en plan som viser hvilke aktiviteter som skal gjennomføres, i hvilken rekkefølge de skal foretas, hvilke sikkerhetsregler som må ivaretas og på hvilken måte testen skal foretas. Plan skal oversendes senest 1 måned før oppstart igangkjøring.

Detaljerte, kvitterte sjekklister og rapporter som inneholder måleverdier, toleranser og vurdering av resultatene, skal fremlegges og inngå som en del av "som bygget" sluttdokumentasjon.

Opplæring av byggherrens driftspersonell skal foregå før og parallelt med igangkjøringen og om nødvendig også i etterfølgende prøvedriftsperiode. Byggherre/rådgiver skal forespørres 14 dager i forkant. Testingen ledes av prosessentreprenør med tilstedeværelse av byggherre/rådgiver om dette er ønskelig.

8.2 Funksjonstesting prosess

Denne fasen kalles ofte for en SAT-test (**Site Acceptance Test**) og deles i en tørrtest og en våt-test.

8.2.1 Tørrtest

Denne delfasen omfatter i grove trekk:

1. Rengjøring av alle prosessvolumer og prosessrør
2. Signaltesting
3. Dreieretningstesting

8.2.2 Våt-test

Denne delfasen omfatter i grove trekk:

1. Oppfylling av alle prosessvolumer og prosessrør med rentvann
2. Trykkprøving og tetthetsprøving av rør
3. Drifttesting av prosessutstyr
4. Kapasitetstesting av prosessutstyr
5. Kontroll, justering og kalibrering av måleutstyr
6. Testing av regulatorer/ styringer

8.3 Kontrollkrav Automatisering og Prosesselektro

8.3.1 Fabrikktester (FAT = Factory Acceptance Test)

Fabrikktest utføres for å teste ut typiske funksjoner som utgjør "byggeklosser" i programmene og skjermbildene for operatørpanelene. Alle funksjoner inkl. kommunikasjon skal testes.

Når betingelsene for å gjennomføre FAT-tester er oppfylt skal byggherre eller dennes representant varsles for å kunne delta på fabrikktester (FAT-test). Det kreves fremlagt for gjennomgang/kontroll leverandørens egen intern test ferdig utfylt på egne testskjema før videre testing med basis i disse resultater kan utføres.

8.3.2 Test og godkjenning av typiske funksjoner

I tillegg til alle de "typiske" funksjoner som er beskrevet, identifiserer leverandøren andre standard "byggeklosser" i programmer og skjermbilder.

Leverandøren utarbeider testopplegg for FAT-testen og fremlegger dette for gjennomgang/-kontroll av byggherren eller dennes representant i god tid før FAT skal gjennomføres (ca. 14 dg.)

Rapporten skal inkl. kolonne for testdato, aksept og signatur av ansvarlig byggherre-representant.

Leverandøren skal etter gjennomført FAT fremlegge en plan for å korrigere eventuelle påpekte mangler/rettelser som fremkom under fabrikktest.

Byggherren forbeholder seg retten til å bestemme hvilke påpekte mangler/rettelser som må være korrigert før leverandøren tillates å innkalle til etter-kontroll.

Dersom byggherren bedømmer at gjennomføringen av FAT'ene ikke er tilfredsstillende, kan byggherren avbryte gjennomføringen og kreve en helt ny FAT.

Byggherren kan i dette tilfellet kreve endring i kontraktssum der hans ekstra kostnader forbundet med ekstra FAT-deltakelse trekkes i fra.

8.3.3 Anleggstester (SAT = Site Acceptance Tests)

Utstyret skal før det overdras byggherren testes ut på anlegget. I tillegg til at tester utført på fabrikk blir repetert, vil anleggs-spesifikke tester bli utført for å fange opp evt. endringer siden FAT. SAT skal gjennomføres på komplett anlegg, og skal inkludere leverandør av SD-anlegg for å verifisere signaltest helt opp til SD-anlegget.

Entreprenørene utarbeider alene eller i samarbeide testopplegg for de ulike SAT-testene (likt som for FAT) i god tid før testen skal gjennomføres (ca. 14 dg.). Dette må koordineres med hensyn på hvilke avhengigheter som finnes i anlegget.

Leverandør skal utarbeide et opplegg for SAT som tar høyde for en trinnvis oppstart av renseanlegget.

Testprotokoller skal inneholde kvitteringsrubrikk for testdato, aksept og signatur av ansvarlig byggherre-representant. Protokollene skal også inngå som en del av sluttdokumentasjonen. Alle testprosedyrer skal som et minimum inneholde beskrivelse av:

- Formål med testen
- Omfang av testen

- Omgivelser og testbetingelser
- Forberedelse til testen, nødvendig utstyr, fasiliteter og simuleringer
- Behandling av grensesnitt
- Testark som beskriver
 - Gjennomføring av testen
 - Forventet resultat
 - Akseptkriterier
 - Målt resultat

Det legges spesiell vekt på testing av grensesnitt. Dersom dette ikke kan testes mot det reelle grensesnittutstyret, skal grensesnittet simuleres.

8.3.4 Mekanisk ferdigstilling

Det forutsettes at anlegget er mekanisk ferdigstilt før testing av instrumentering og styring. I dette inngår blant annet at alle motordrifter, luker, ventiler med mere, er kablet, koblet og testet med hensyn til drift, vern og dreieretning, samt at alt utstyr og kabler er merket i henhold til gjeldende standard.

8.3.5 I/O og signal test

Denne testen må planlegges og koordineres med andre tilstøtende entreprenører.

Alle signaler skal testes fra instrument/prosess og fram til visning på skjerm, alarmliste og historisk lagring. Ved eventuelle feil/mangler skal det om mulig framgå av testprotokoll hvilken entreprenør som har ansvar for å rette feilen med angitt tidsfrist og om andre entreprenører får godkjent på samme testpunkt.

I tillegg til ren I/O-test skal måleområde, skalering, kalibrering, settpunkter, alarmgrenser og andre justerbare parametre relatert til signaler, testes. Samtidig skal tagnummer, beskrivende test, alarmtekster og lignende sjekkes.

8.3.6 Godkjennelse av anleggstester for Automatisering og Prosesselektro

Når alle eventuelle feil/mangler relatert til entreprisen er rettet, kan SAT godkjennes.

SAT kan også godkjennes med mindre feil og mangler når disse er avtalt rettet innen kort tid.

Driftsforstyrrelser, feilmeldinger og funksjonsfeil av en slik art og mengde/hyppighet at byggherren ser seg nødt til å bruke ekstra ressurser i form av overtid, ekstra bemanning/vaktmannskap, vil bli ansett som vesentlig feil og mangel, og forhindre godkjennelse av SAT.

8.3.7 Prøvedrift automatisering

Når SAT for anlegget er godkjent og etter at vesentlige feil og mangler er opprettet, skal leverandøren skriftlig meddele at systemet er klart for prøvedrift.

Prøvedrift av automatiseringsanlegget kan starte selv om SAT for andre entrepriser ikke er godkjent.

Prøvedriften tar til når leveringen er komplett med godkjent idriftsettelsestest (SAT). Prøvedriften varer til automatiseringsanlegget arbeider tilfredsstillende og er overtatt av bestiller i kommersiell drift og i minimum den perioden som er spesifisert i kontrakt.

Feil og mangler som oppdages under prøvedrift skal rettes innen avtalt tid.

Driftsforstyrrelser, feilmeldinger og funksjonsfeil av en slik art og mengde/hyppighet at byggherren ser seg nødt til å bruke ekstra ressurser i form av overtid, ekstra bemanning/vaktmannskap, vil bli ansett som vesentlig feil og mangel, og forhindre overtakelse.

Prøvedriften varer til anlegget arbeider tilfredsstillende og i minimum i henhold til kontrakt.

8.3.8 Innjustering

Når funksjonstesting er utført og eventuelle feil opprettet, skal anlegget idriftsettes og de enkelte komponenter innjusteres. Alle relevante funksjoner i funksjonsbeskrivelser skal prøves og den samlede funksjonelle verifikasjonen av utstyr og SRO-system i de ulike anleggsdeler skal dokumenteres.

I denne fasen testes prosessutstyret ut med "korrekt" medium. I grove trekk må følgende gjøres i denne fasen:

1. Finkalibrering av måleutstyr
2. Innjustering av alle grenseverdier
3. Igangkjøring i auto.drift inkl. regulatortrimming
4. Testing av alle auto.funksjoner inkl. forriglinger og blokkeringer

8.4 Opplæring

8.4.1 Opplæring prosess

Opplæringen skal innfri følgende krav:

- Sikre at byggherrens driftspersonell har tilstrekkelig kunnskap til å drifte anlegget og utstyret på en sikker og hensiktsmessig måte
- Sørge for at byggherrens personell blir fortrolig med anlegget og utstyret, og kjent med de mulighetene som ligger i det
- Sørge for at driftspersonell får nok informasjon om anlegget og utstyret slik at de selv kan foreta de nødvendige justeringer av dette
- Sørge for at driftspersonell får nok informasjon om anlegget slik at de selv kan foreta feilsøking og 1. hånds feilretting av anlegget
- Sørge for at rutiner for vedlikehold og ettersyn iht. FDV-dokumentasjon blir forstått

Opplæringen skal bestå av både en teoretisk og praktisk del. Prosessentreprenøren skal legge fram en plan for opplæringen.

8.4.2 Opplæring for Automatisering og Prosesselektro

Opplæringen av driftspersonell må gis på tre nivåer for de ulike personellkategorier.

- Operatør opplæring
- Vedlikeholdsoplæring
- Systemopplæring (opsjon)

8.4.2.1 Operatør opplæring

Opplæringen er beregnet for de av driftspersonellet som skal betjene styre- og overvåkningsanlegget og utføre feilretting og driftsovervåking fra driftssentralen.

Opplæringen skal gi:

- Kort innføring i anlegget, Automatisering og Prosesselektro.
- Kjennskap til strukturen og oppbyggingen av anlegget.
- Inngående kjennskap til de ulike funksjoner som er ivaretatt og som kan utføres av anlegget.
- Grundig innføring og praktisk trening i betjening av og kommunisering med anlegget.
- Kjennskap til feildiagnose på grunnnivå.
- Operatør opplæringen forutsettes gitt i tre faser:
 - En informasjons- og innføringsfase på en dag tidlig i leveransen
 - Sluttopplæring med praktisk innføring (omlag tre dager) når driftssentralen er ferdig montert (men før prøvedriften tar til)
 - En avklaringsfase med opplæring tilpasset de erfaringer og behov som har oppstått etter ca. 1/2 år.

All opplæring skal holdes hos kommunen, opplæring skal meldes til kommunen 14. dager før oppstart. Det skal medregnes ca. 10 deltakere.

Det forutsettes at fjernkontrollsystemet gir anledning til å simulere feiltilstander slik at den praktiske treningen kan utføres under mest mulig realistiske forhold. Dette er også en fordel ved senere ansettelse av nytt personell, da opplæringen nødvendigvis må gis av det øvrige personell på et fullt operativt fjernkontrollsystem.

8.4.2.2 Vedlikeholdsoplæring

Opplæringen tar sikte på personell som skal kunne utføre enkle feilsøkinger, inn/ut lasting av programmer og restart av systemet. Det forutsettes også at nødvendig preventivt vedlikehold og back-up rutiner ivaretas av denne gruppen.

Det forutsettes at personellet gjennomgår samme opplæring som for operatørene. I tillegg kreves innføring i bruk av programmeringsverktøy med vekt på feilsøkings og feilrettingsrutiner, inn/ut lasting av programmer, restart, back-up rutiner

Kurset bør holdes dels i leverandørens lokaler og dels på ferdig installert anlegg. Det skal gis opplæring til minimum fem personer, med tanke på fremtidig kontinuitet og at en ikke bør være avhengig av enkeltpersoner.

Det forutsettes at anlegget gir anledning til å simulere feiltilstander slik at den praktiske treningen kan utføres under mest mulig realistiske forhold. Dette er også en fordel ved senere ansettelse av nytt personell, da opplæringen nødvendigvis må gis av det øvrige personell på et fullt operativt fjernkontrollanlegg.

8.5 Anleggsteknisk overtakelse

Anleggsteknisk overtakelse vil skje når:

1. Alle testrapporter er overlevert og godkjent av byggherre. Dette inkluderer:
 - Dokumentasjon på tetthetsprøving og trykkprøving
 - Sjekklistor for komponenter
 - Dokumentasjon på sveisekontroll
 - Sjekklistor for funksjoner
2. Alle mangler iht. sjekklistor er korrigert
3. FDV-dokumentasjon er overlevert og godkjent av byggherre
4. Anlegget fungerer iht. designforutsetningene

8.6 Oppfølging i prøvedriftsperioden

8.6.1 Generelt

I prøvedriftsperioden skal driften av anlegget optimaliseres. I prøvedriftsperioden administreres driften av anlegget av entreprenøren. Det innebærer at byggherren skal drifte anlegget etter instruksjoner og dokumentasjon fra entreprenøren.

8.6.2 Felles prøvedriftslogg

Det skal opprettes en felles prøvedriftslogg der entreprenøren og byggherren skal dokumentere uønskede hendelser og feil under prøvedriftsfasen. Prøvedriftsloggen skal være tilgjengelig som et felles dokument for både byggherre og entreprenør.

8.6.3 Byggherrens plikter i prøvedriftsperioden

Byggherren skal drifte anlegget i prøvedriftsperioden.

Byggherren skal sørge for prøveuttak iht. Ytelsesgarantidokumentet og videre analyse av minst 1 døgnblandprøve pr. uke av avløpsvannet.

Byggherren skal sørge for dokumentasjon av uønskede hendelser og feil oppdaget i prøvedriftsperioden, informere entreprenør og legge inn i felles prøvedriftslogg.

8.6.4 Entreprenørens plikter i prøvedriftsperioden

Prosessentreprenøren skal delta aktivt for å sikre at anlegget vil overholde kravene til ytelse mht. alle driftsparametre.

Entreprenøren skal i prøvedriftsperioden ha tilgang til driftskontrollanlegget for styring av prosessen og for bistand til driftspersonalet. Entreprenøren skal gjennom denne tilgangen sørge for å legge inn uønskede hendelser og feil som oppdages i felles prøvedriftslogg.

Entreprenøren skal i hele prøvedriftsperioden ha en navngitt kontaktperson for henvendelser fra driftspersonellet.

I prøvedriftsperiodens første 3 måneder skal entreprenøren være tilstede på anlegget minst en hel dag annenhver uke med personell med prosesskompetanse for inntrimming av prosessen. Resten av prøvedriftsperioden skal entreprenøren være tilstede minst en hel dag hver måned.

Det skal i tillegg gjennom hele prøvedriftsperioden avholdes månedlige driftsmøter med deltakelse fra entreprenøren hvor driften gjennomgås med utgangspunkt i analyse- og driftsdata, og endringer av driften vedtas. Entreprenøren skal kalle inn og skrive møtereferat. Entreprenøren skal i forbindelse med driftsmøtene forsikre seg om at driftspersonellet har den nødvendige opplæring og om nødvendig iverksette ytterligere opplæring.

Entreprenøren skal ved gjennomgang av driftskontrollanlegget, dialog med driftspersonell og inspeksjoner på anlegget forsikre seg om at anlegget blir driftet iht. entreprenørens instruksjoner.

Entreprenøren skal utarbeide kvartalsvise driftsrapporter som oppsummerer driften i forutgående kvartal og gir forslag til evt. mindre endringer av driften og om nødvendig iverksettelse av mer omfattende tiltak.

Det vises for øvrig til Vedlegg 2 – Ytelsesgarantidokument.