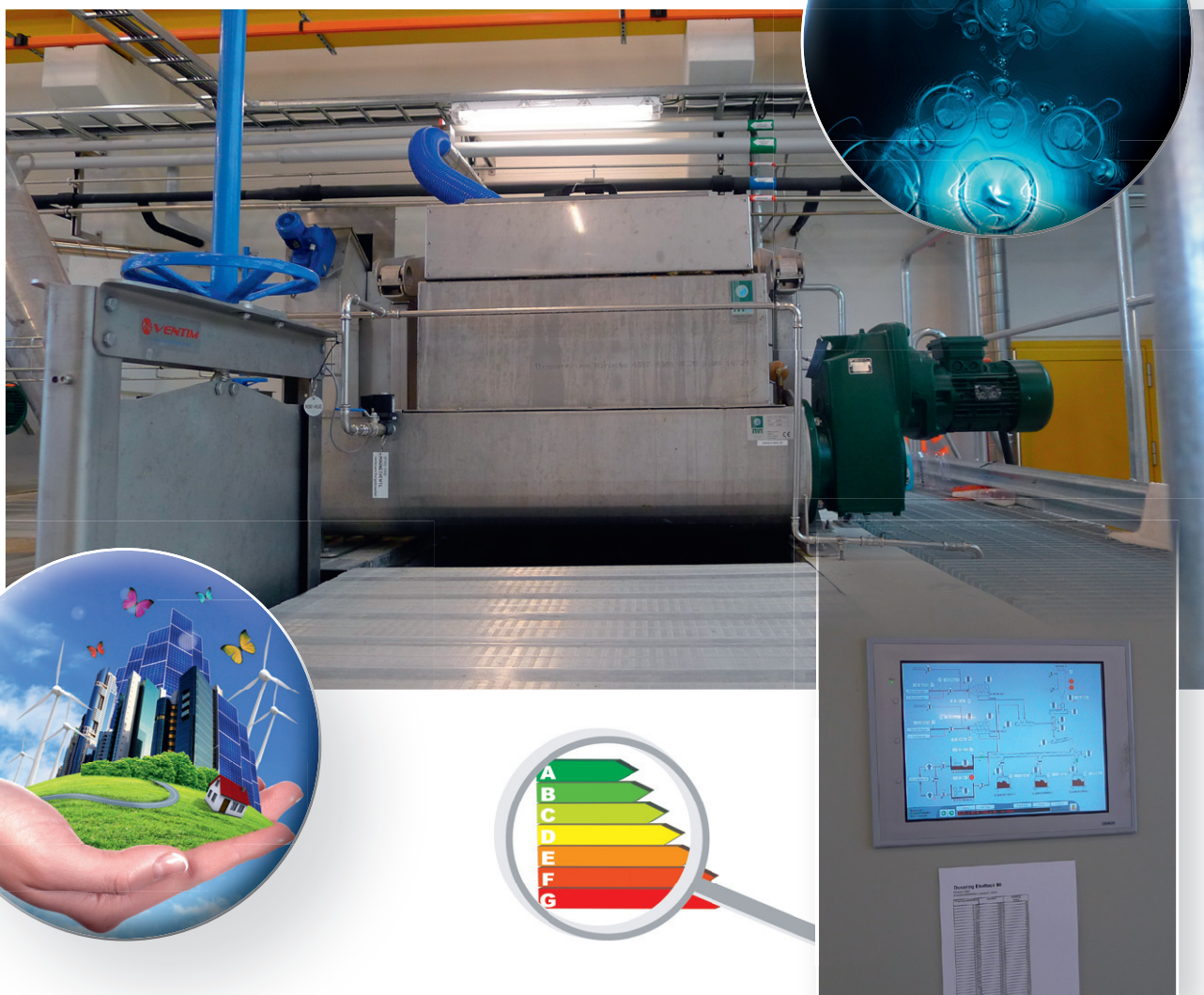




Energiriktig design og prosjektering av avløpsrenseanlegg



Norsk Vann Rapport

(Tidligere NORVAR-rapporter)

Det utgis 3 typer rapporter:

Rapportserie A:

Dette er de opprinnelige hovedrapportene. Dette kan være:

- Rapportering av prosjekter som er gjennomført innenfor organisasjonens eget prosjektsystem
- Rapportering av spleiselagsprosjekter hvor to eller flere andelseiere i Norsk Vann BA samarbeider for å løse felles utfordringer
- Rapportering av prosjekter som er gjennomført av andelseiere eller andre. Rapporten vil i slike tilfeller kunne være en ren kopi av originalrapporten eller noe bearbeidet

Fortløpende nummer xx-årstall

Rapportserie B:

Dette er en serie for «enklere» rapporter, for eksempel forprosjekter, som vil være grunnlag for videre prosjektvirksomhet mm.

Fortløpende nummer Bxx-årstall

Rapportserie C:

Dette er rapporter delfinansiert av Norsk Vann, men som er utgitt av andre.

Fortløpende nummer Cxx-årstall

Prosjektresultatene fra Norsk Vann Rapport (serie A og B) kan fritt benyttes internt i egen organisasjon. Når prosjektresultatene benyttes i skriftlig materiale, må kilde oppgis. Videresalg/formidling av resultatene utover dette er kun tillatt etter skriftlig avtale med Norsk Vann BA.

Norsk Vann har ikke ansvar for feil eller ufullstendigheter som måtte forekomme i rapporten og kan ikke stilles økonomisk eller på annen måte til ansvar for problemer som måtte oppstå som følge av bruk av rapporten.



Norsk Vann BA, Vangsvegen 143, 2321 Hamar
Tlf: 62 55 30 30 E-post: post@norsk vann.no
www.norsk vann.no

Norsk Vann Rapport

Norsk Vann BA

Adresse: Vangsvegen 143, 2321 Hamar
Telefon: 62 55 30 30
E-post: post@norsk vann.no
Internettadresse: norsk vann.no

Rapportnummer: 194 - 2012
ISBN 978-82-414-0338-5 ISSN 1504-9884 (trykt utgave) ISSN 1890-8802 (elektronisk utg.)
Dato: 1. oktober 2012
Antall sider (inkl. bilag): 57
Tilgjengelighet: Åpen: x Begrenset:

Rapportens tittel: Energiriktig design og prosjektering av avløpsrenseanlegg	
Forfatter(e): Robert Martinez/Norconsult AS	
Ekstrakt: Økende fokus på energiforbruk og energioptimalisering rettes nå også mot VA sektoren, hvor Enøk-potensialet er ansett som stort. Nye og utvidete renseanlegg, med strengere krav til utslipp, vil føre til betydelig økt energibehov i VA-sektoren. En systematisk måte å håndtere energioptimalisering på oppnås ved å innføre energiledelse i alle faser: design-, prosjekterings- og driftsfasen. Flere andre land har utviklet sjekklister eller håndbøker og veiledere for energiriktig design av renseanlegg, bl.a. Sverige, Danmark, Tyskland, Sveits og USA. Sjekkpunktene i denne håndboken ble utarbeidet med utgangspunkt i erfaringer fra DANVA's energisparekampanje og den svenske VA-Forsk Rapport – <i>Energihandbok för avloppsreningsverk</i> samt Norconsults og Bergen kommunes tidligere erfaringer. Sjekklistene er blitt utprøvd på oppdrag for Bergen kommune i forbindelse med prosjektering og ombygging av 4 renseanlegg i Bergen kommune samt bygging av nytt biogassanlegg. I stedet for et begrenset antall faste sjekklister, har denne rapporten mange enkelte sjekkpunkter man kan velge blant. Sjekkpunktene skal være konkrete, veldefinerte designoppgaver eller aktiviteter. Sjekkpunktene kan plukkes ut ved å lage en skreddersydd sjekkliste som er tilpasset det aktuelle anlegget.	
Emneord, norske: Energiriktig design av avløpsrenseanlegg Designhåndbok Energi optimalisering Energi overvåking Energi ledelse EOS	Emneord, engelske: Energy optimized design for wastewater treatment plant Energy monitoring Energy-efficient cleaning processes Energy leading Design handbook for energy use and reuse

Forord

Norsk Vann startet i 2010 «Energinettnettverk i VA», dels som et kunnskapsbasert og åpent nettverk og dels for å gjennomføre aktuelle prosjekter.

Det er tidligere utgitt 2 rapporter i prosjektet; C-rapporten «Energianalyse av den kommunale VA-sektoren» fra 2011, utført av MiSA AS og B16/2011 Veiledning for kartlegging av energibruk i VA-sektoren.

Energiforbruket i norsk VA-sektor er årlig på om lag 1 TWh. 85 prosent av dette er kjøpt strøm, mens det resterende er egenprodusert varme og litt egenproduksjon av strøm. Litt avhengig av strømprisen, kjøper sektoren energi for nesten 1 milliard kroner per år til blåsing, røring, pumping, ventilasjon, belysning, oppvarming etc.

Økende fokus på energiforbruk og energioptimalisering rettes mot VA-sektoren. Enøk-potensialet er stort og ikke minst er potensialet for produksjon av fornybar energi stort. Så stort at sektoren kan bli energinøytral.

Men nye og utvidete renseanlegg, med strengere krav til utslipp, vil føre til betydelig økt energibehov i VA-sektoren. Ikke minst gjelder dette biologiske rensetrinn som krever mye lufting. Det er derfor viktig å «design» anlegg som gjennom sin levetid har riktig kapasitet, optimal energibruk til sitt formål og eventuelt kan produsere energi som en del av prosessen.

En systematisk måte å håndtere energioptimalisering på oppnås ved å innføre energiledelse i alle faser: design-, prosjekterings- og driftsfasen. Ideen og ønsket om en «designhåndbok» har vokst fram gjennom samlingene i nettverket, med inspirasjon fra tilsvarende arbeid i enkelte andre land.

Sjekkpunktene i denne håndboken ble utarbeidet med utgangspunkt i erfaringer fra DANVA's energisparekampanje og den svenske VA-Forsk Rapport – *Energihandbok för avloppsreningsverk*.

Sjekklistene har blitt prøvd ut på oppdrag for Bergen kommune i forbindelse med ombygging og prosjektering av 4 renseanlegg i Bergen kommune samt bygging av nytt biogassanlegg.

Istedenfor et begrenset antall faste sjekklister, har denne rapporten mange enkelte sjekkpunkter man kan velge blant. Sjekkpunktene skal være konkrete, veldefinerte designoppgaver eller aktiviteter. Sjekkpunktene kan plukkes ut ved å lage en skreddersydd sjekkliste som er tilpasset det aktuelle anlegget. Rapporten og sjekklistene vil også bli utgitt i en digital versjon.

Norsk Vann vil rette en særlig takk til prosjektleder Robert Martinez og hans medarbeidere i Norconsult AS, til Kristine Akervold i Bergen kommune, vann og avløp, samt alle deltakerne i workshopene, både i Bergen i 2011 og i Energinettnettverk i VA i Tromsø i 2012 for viktige innspill og tilbakemeldinger.

Hamar, 1. oktober 2012

Ketil Kjenseth

English summary

This report is published in Norwegian by Norwegian Water BA (Norsk Vann BA).

Address: Vangsvegen 143, NO-2321 Hamar, Norway
Phone: + 47 62 55 30 30
E-mail: post@norskvann.no
Website: www.norwegian-water.no / www.norskvann.no

Report no: 194 - 2012
Report title: Optimal energy design of wastewater plants
Date of issue: 1st of October 2012
Number of pages: 57

Keywords: Energy optimized design for wastewater treatment plant
Energy monitoring
Energy-efficient cleaning processes
Energy leading
Design handbook for energy use and reuse

Author: Robert Martinez, Norconsult AS

ISBN: 978-82-414-0338-5
ISSN 1504-9884 (printed edition)
ISSN 1890-8802 (electronic edition)

Summary:

A public and political spotlight on energy use and reuse are also targeting the ws&ww sector. The potential of energy efficiency is rather big in the Norwegian ws&ww sector. New and even bigger plants, with even stronger environmental requirements, will leads us to more use of energy by for example more needs of blowing machines. To optimize the use of energy, we need to introduce energy leading in all phases; design-, engineering- and operation phases.

Several other countries has already developed checkpoints and handbooks for energy optimized wastewater treatment plants. Among them is Sweden, Denmark, Germany, Switzerland and USA. This report is mostly based on DANVA's energy reduce campaign and the Swedish VA-Forsk report Energy handbook for wastewater treatment plants. It is also base on Norcounsults own experiences in engineering treatment plants and earlier experiences by the municipality of Bergen, water and sewage. The checkpoints in this report is tried out by Bergen when planning and engineering the renovation of 4 big treatment plants in Bergen and building a new biogas plant.

FORORD	3
1 INNLEDNING	7
1.1 FORORD	7
1.2 HVORFOR DENNE HÅNDBOKEN?	7
1.3 HVA ER «ENERGIRIKTIG DESIGN OG PROSJEKTERING»?	7
1.4 GRENSESNIITT MELLOM PROSESSDESIGN OG ENERGIDESIGN	9
1.5 VALG AV RENSEPROSESS	9
1.6 VALG AV ANTALL PROSESSLINJER	10
1.7 DAGANLEGG VS. FJELLANLEGG	10
1.8 ENERGIPRODUKSJON - MULIGHETER	10
2 SJEKKLISTE FOR ENERGI – TIDLIGFASE PROSJEKTERING	12
2.1 FORBEREDELSE TIL DESIGNOPPGAVE	12
2.2 KONSEPTFASE – FORPROSJEKT	13
2.3 ANTALL PROSESSLINJER	17
2.4 UTJEVNING AV BELASTNING.....	18
2.5 HYDRAULISK OPTIMALISERING	18
2.6 STYRING AV SLAMPUMPING (PUMPE MINDRE VANN)	19
3 SJEKKLISTE FOR ENERGI – ENHETSPROSESSER I RENSEANLEGG	21
3.1 PUMPESYSTEMER - GENERELT	21
3.2 FORBEHANDLING	23
3.3 SLAMAVSKILLINGSPROSESSER VANNBEHANDLING	24
3.4 BIOTRINN (FLERE TYPER)	25
3.5 SLAMBEHANDLING; FORTYKKING OG AVVANNING	28
3.6 BIOGASSANLEGG OG SLAMHYGIENISERING	30
4 SJEKKLISTE FOR ENERGIFORBRUKENDE KOMPONENTER I BYGG / VVS / ELEKTRO	33
4.2 BYGG OG ANLEGG	33
4.3 VARMEPRODUKSJON	34
4.4 VARMEDISTRIBUSJON.....	36
4.5 ALLMENNVENTILASJON	37
4.6 PROSESSVENTILASJON	40
4.7 VARMTVANN	42
4.8 BELYSNING.....	42
4.9 EL-MOTORER, ANNET ELFORBRUK.....	44
5 SJEKKLISTE FOR EOS OG ENERGILEDELSE	48
5.1 EOS OG ENERGILEDELSE I DESIGNFASEN.....	48
5.2 ENERGILEDELSE I DRIFT.....	51
6 VEDLEGG – ENHETSPROSESSER	53
6.1 FORBEHANDLING	53
6.2 SAND- OG FETTFANG	53
6.3 BIOTRINN	54
6.4 AVSKILLING AV SLAM	56
6.5 FORTYKKING	57
6.6 AVVANNING	58
6.7 HYGIENISERING	59
6.8 STABILISERING	60
7 VEDLEGG - PROSJEKTGJENNOMFØRING	61
7.1 ENERGILEDELSE I ALLE PROSJEKTFASER.....	61

7.2	ENERGIWORKSHOP - GJENNOMFØRING	61
7.3	PROSJEKTFASER	63
8	REFERANSER	64

1 INNLEDNING

1.1 Forord

Norconsult AS har fått i oppdrag av Norsk Vann om å utarbeide en håndbok med sjekklister rettet mot prosjekterende, leverandører og saksbehandlere i kommuner som skal fornye, utvide eller bygge nye avløpsrenseanlegg. Sjekklisterne i denne rapporten skal være til hjelp med å finne gode forslag til energieffektive løsninger. Disse sjekklisterne skal helst gjennomgås under en felles energiworkshop for å sikre at alle fagene arbeider energibevist. Sjekklisterne kan også benyttes som del av evt. innføring av ISO-14001, Miljøfyrtårn eller NS16001-Energiledelse.

1.1.1 Energiforbruk vs. energibehov

Det er flere definisjoner på «energiforbruk» i omløp. Den mest riktige definisjonen av «energiforbruk» er energi som er kjøpt og levert til renseanlegget utenfra, i form av strøm, gass eller fyringsolje. Energibehov er hva prosessutstyr og bygg trenger av energi, uavhengig av produksjonskilde eller virkningsgrad. Egenproduksjon av biogass eller fornybar varme fra varmepumpe kan redusere anleggets energiforbruk, men ikke energibehovet.

1.1.2 Systemgrense for denne håndboken

Systemgrense for denne håndboken er innløpsspumpestasjon i renseanlegget - transportnett er ikke medtatt. Egenproduksjon av energi i form av biogass og kondensatorvarme fra varmepumpe er ikke behandlet i detalj. Fokus i denne håndboken er designvalg som reduserer energibehovet i prosessstrinn og bygninger/fjellhaller. Flytting av effekttoppene er ikke utredet i håndboken, men noe reduksjon i effekt (kW) kan forventes etter tiltak for å redusere energi (kWh). Flytting av effekttoppene bidrar til redusert utgifter for anlegget og redusert behov for utbygging av kraftnettet.

1.2 Hvorfor denne håndboken?

Økende fokus på energiforbruk og energioptimalisering rettes nå også mot VA-sektoren, hvor Enøk-potensialet er ansett som stort. Nye og utvidete renseanlegg, med strengere krav til utslipp, vil føre til betydelig økt energibehov i VA-sektoren. En systematisk måte å håndtere energioptimalisering på oppnås ved å innføre energiledelse i alle faser: design-, prosjekterings- og driftsfasen.

Flere andre land har utviklet sjekklister eller håndbøker og veiledere for energiriktig design av renseanlegg, bl.a. Sverige, Danmark, Tyskland, Sveits og USA. Sjekkpunktene i denne håndboken ble utarbeidet med utgangspunkt i erfaringer fra DANVA's energisparekampanje og den svenske VA-Forsk Rapport – *Energihandbok för avloppsreningsverk* samt Norconsults og Bergen kommunes tidligere erfaringer. Sjekklisterne er blitt utprøvd på oppdrag for Bergen kommune i f.m. ombygging av 4 renseanlegg i Bergen kommune samt bygging av nytt biogassanlegg.

I stedet for et begrenset antall faste sjekklister, har denne rapporten mange enkelte sjekkpunkter man kan velge blant. Sjekkpunktene skal være konkrete, veldefinerte designoppgaver eller aktiviteter. Sjekkpunktene kan plukkes ut ved å lage en skreddersydd sjekklister som er tilpasset det aktuelle anlegget.

Norsk Vann vil rette en særlig takk til prosjektleder Robert Martinez i Norconsult, til Kristine Akervold i Bergen kommune, vann og avløp, samt alle deltakerne i workshopene, både i Bergen i 2011 og i Energinettverk i VA i Tromsø i 2012 for viktige tilbakemeldinger.

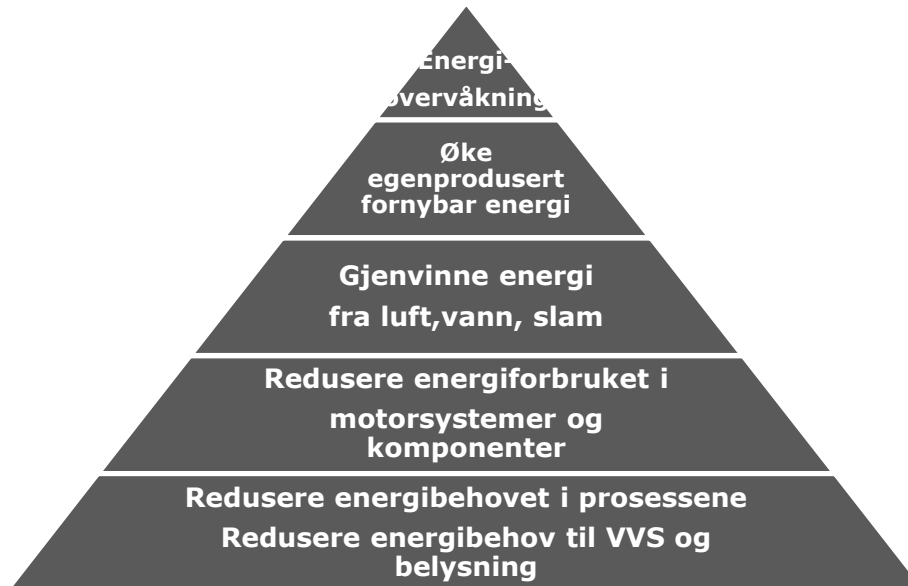
1.3 Hva er «energiriktig design og prosjektering»?

Energieffektivisering har alltid vært en del av prosjekteringsoppgaven. Det nye i energiriktig prosjektering er at man arbeider systematisk med å avdekke det reelle behovet og ser det i forhold til økonomien. Det er også nytt at innsatsen kvalitetssikres av en energigransker som svarer til en prosjektgransker i normale prosjektforløp.

Man kan forvente å spare minst 20 % av de samlede energikostnadene ved implementering av energiriktig prosjektering i et helt nytt anlegg. Potensialet er normalt noe lavere ved oppgradering av eksisterende anlegg. En rekke demonstrasjonsprosjekter for energibevist prosjektering i utlandet har

vist, at man typisk kan spare 15-30 % av energiforbruket, og at tilleggsinvesteringene blir dekket i løpet av 2,5 - 4 år via lavere driftsutgifter.

Hovedprinsippene i energiriktig design og prosjektering illustreres med den såkalte «Kyotopyramiden». Energiltak som er energireduserende tar prioritet og er derfor de første trinnene som vist i figuren. Gjenvinning av energi foran energiproduksjon er også gjenspeilet i figuren.



Figur 1: Pyramiden av prioriterte energiltak

Hovedpunktene i energiriktig design og prosjektering er:

1. Å avdekke det grunnleggende behovet for energi, redusere det hvor mulig og tilpasse anlegget til dette. Dette kan bety reduksjoner i avløpsmengden, riktig dimensjonering av renseanlegget og valg av energisparende prosesser (mht. rensebehov og drift)
2. Å oppstille alternative, energieffektive løsninger gjennom prosjektets faser og velge mellom disse ut fra deres totale økonomi (de samlede investerings- og driftsomkostninger). Dette kan bety bruk av motorer med høyere virkningsgrader, regulering etter effektivt behov, bruk av energisparende utstyr og byggtiltak som varmeisolering.
3. Effektiv dekning av øvrige energibehov. Dette kan bety: bruk av hele biogassmengden til strøm- og varmeproduksjon, gjenvinning av spillvarme (fra kraftvarmeverk, turbin, prosesser eller avløpsvann), dekning av restbehov for energi med «beste praksis»-anlegg. Potensialet for egenprodusert energi er stort, men effektiviseringstiltak bør allikevel prioriteres fordi disse vanligvis er mest lønnsomme og gir frihet til å eksportere høy-verdi biogass til transportmål eller varme til fjernvarme/nærvarmenett.

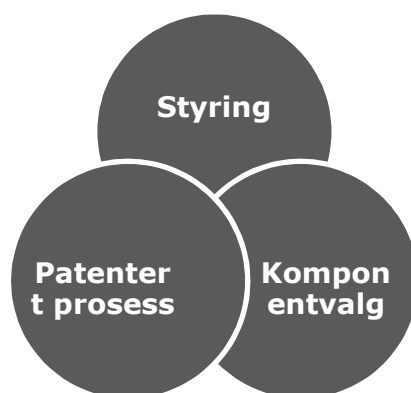
For bestillere og prosjektledere er det viktig å:

- Sikre at også totalleverandører og underleverandører arbeider energibevisst
- Kvalitetssikre den energibevisste innsats gjennom energigranskning
- Tilpasse den ekstra innsatsen for energieffektivisering etter verdien av de mulige besparelsene

Se Vedlegg «Prosjektgjennomføring» for flere tips for bestillere og prosjektleidere.

1.4 Grensesnitt mellom prosessdesign og energidesign

Energiytelse er viktig, men sikkerhet, arbeidsmiljø og rensegrad er blant kravene som har prioritet. Disse er strengt regulert og/eller beskyttet av patenterte prosesser. Planleggere og prosjekterende har fortsatt noe frihet til å påvirke designvalgene, uansett anleggstype. Dette kan være innen varmforsyning, ventilasjon og sanitær (VVS), utforming og isolering av bygg og haller samt valg av belysningsystemer. Man har også en viss frihet når det gjelder komponentvalg, valg av utstyrsleverandør og modell. Regulering og styringsstrategier er et annet viktig område hvor prosjekterende kan påvirke anleggets energiytelse.



1.5 Valg av renseprosess

Valg av renseprosess skjer ut i fra en rekke forhold knyttet til utslippskrav, økonomi, anleggets drift, hydraulikk, stedlige preferanser, anleggets størrelse etc. Ved energioptimalisering av et renseanlegg må man ta hensyn til følgende aspekter [10]:

- Myndighetenes utslippskrav (nåværende og fremtidige)
- Forurensing og påvirkning av miljø (vann, luft, jord, flora og fauna)
- Energiforbruk
- Renseanleggets forsynings- og driftssikkerhet
- Renseanleggets driftssituasjon og vedlikehold (arbeidstid, -kostnader)
- Totale kostnader

Driftsøkonomien har i stadig større grad blitt vektlagt også innenfor denne sektoren og ved innføring av biologiske rensetrinn på anleggene så er dette ytterligere aktualisert ved det høye energiforbruket til luftinnblåsing i bioreaktorene. Dette energiforbruket utgjør kanskje 20-30 % av anleggenes totale energiforbruk og system-/ utstyrsvalg er derfor utslagsgivende.

I Norge har man tradisjon for å overbygge hele prosessarealet. Disse løsningene har blitt svært populære i Norge, i motsetning til andre land hvor de mest arealkrevende delene av anleggene ikke overbygges. Kompakte prosessløsninger gir mindre foot-print/ arealbehov og det medfører ofte vesentlig lavere energiforbruk til oppvarming og ventilasjonsluft. Diskusjonen om overbygg eller ikke av anleggene er svært ofte helt fraværende i Norge selv om dette både er teknisk mulig, uten konsekvenser for funksjon og resultat, og vil gi svært betydelige innsparinger i energiforbruket.

Avløpsrenseanlegg produserer slam og kan gjennom anaerob nedbrytning, ofte kalt utråtning, av dette slammet langt på vei være selvforsynt med energi gjennom bruk av gassen som produseres i prosessen. Relativt lave energipriser i Norge har gjort at man ikke har sett det som regningssvarende å bygge slike prosesser for mindre anlegg. Grensen for lønnsomhet på norske anlegg antas å ligge i anleggsstørrelse 10.000-15.000 PE (organisk belastning) men fortsatt finner man svært mange anlegg over denne størrelsen som ikke har utråtning.

1.6 Valg av antall prosesslinjer

For små og mellomstore anlegg vil det både ut i fra et energieffektivitetssynspunkt men også ut i fra et prosessmessig og driftsmessig synspunkt, være mest optimalt med 1 prosesslinje. Men for å tilfredsstille utslippskravene som igjen avhenger av anleggets oppetid, så må det bygges inn reserve i anlegget. Dette betyr ofte flere prosesslinjer selv om man også kan legge inn ekstra sikkerhet ved duplisering av prosessutstyr. Dette vil dog være vanskelig f.eks. når det gjelder slamskraper.

I forbindelse med fjerning av grove bestanddeler i avløpsvannet med rister, siler o.l. er det vanlig å ha full reserve dvs. at en linje tillates å falle ut og gjenværende linje(r) i drift har kapasitet til å ta hele vannmengden. Dette innebærer 100 % reserve ved etablering av 2 linjer, 50 % reserve ved etablering av 3 linjer, 25 % reserve osv. Årsaken til en slik praksis er at investeringene er relativt lave i motsetning til der hvor man trenger større bassenger.

I avskillingstrinn som sandfang, sedimentering, flotasjon etc. er det ikke normalt å dimensjonere disse for full kapasitet dersom en linje faller ut. Men ofte vil opprettholdelse av 50 % eller mer av full kapasitet ved bortfall av 1 linje gi tilfredsstillende oppfyllelse av utslippskrav fordi makssituasjonene anleggene dimensjoneres etter opptrer relativt sjelden og normalbelastningen er nær 50 %. Man kan istedenfor å bygge flere linjer enn strengt tatt nødvendig, ivareta nødvendig sikkerhet gjennom å ha reserveutstyr/ reservedeler på anlegget eller serviceavtaler med utstyrsleverandører som gjør det mulig å få full drift igjen innenfor en tidsramme på 24 timer.

1.7 Daganlegg vs. fjellanlegg

Den største fordel ved fjellanlegg er at de er godt isolert og det oppnås derfor en ganske konstant temperatur på fjellet hele året. Dette betyr i utgangspunktet at man bruker mindre energi for oppvarming av renseanleggets haller. På den andre siden har daganlegg mindre behov for ventilasjon sammenlignet med fjellanlegg som vanligvis har store fjellrom som må ventileres.

1.8 Energiproduksjon - muligheter

1.8.1 Egenproduksjon av fornybar energi - biogass

Renseanlegg bruker store mengder energi, men på den andre siden kan de også produsere biogass fra utråtnet slam som er en verdifull fornybar energikilde. I tillegg til biogass finnes det andre energikilder som varmen fra rensed avløpsvann, vannkraft i fall og trykk og solenergi – som alle har et energipotensiale som kan utnyttes.

Biogass er et verdifullt drivstoff for renseanlegg som gir et vesentlig bidrag til å dekke eget behov for elektrisitet og varme bl.a. til oppvarming av bygninger. For renseanlegg med utråtning, dekkes varmebehovet enten ved å brenne produsert biogass i et kjelanlegg eller ved å benytte gassen som drivstoff i en gassmotor/-turbin hvor det genereres både varme og elektrisk strøm. For renseanlegg uten råtning er varmebehovet relativt lite, spesielt i sommerhalvåret hvor det trengs varme kun for produksjon av varmt vann. Den fornybare strømproduksjonen på renseanlegget kan doubles eller tredobles ved gjennomføring av følgende tiltak [10] : bruk av hele biogassmengden til kraftproduksjon, bruk av kraftvarmeverk / turbiner med høy elektrisk virkningsgrad, økning i biogassproduksjon gjennom operative tiltak, og samråtning (med andre typer organisk avfall).

I Sveits [10] og Tyskland (NordRhein-Westfalen) ble det gjennomført detaljerte energianalyser ved flere renseanlegg. Konklusjonen var at det største potensialet for energibesparelse ligger ved lufting og kraftvarmeverk (gjelder renseanlegg som produserer biogass). Det ble konstatert at det finnes et stort potensial for å øke egen strømproduksjon også ved renseanlegg som allerede har et kraftvarmeverk. Besparelsen knyttet til redusert strøminnkjøp på 24 % (over 10 år) ble sammenlignet med den totale tilleggsinvesteringen pluss ekstra vedlikeholdskostnader (f.eks. for kraftvarmeverk). De økonomiske vurderingene viser at ved alle undersøkte renseanlegg var tiltakene lønnsomme.

1.8.2 Egenproduksjon av fornybar energi - varmepumpe

Blant fornybare energikilder er varme fra avløpsvannet en betydelig varmekilde. Varmemengden fra rensed avløpsvann er flere ganger større enn det totale varmebehovet for selve renseanlegget. Denne

tilgangen på varmeenergi kan brukes til å varme opp bebyggelse i nærheten av anlegget via et nærvarmenett eller bebyggelse lenger unna via et fjernvarmenett.

2 SJEKKLISTE FOR ENERGI – TIDLIGFASE PROSJEKTERING

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/ forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
2.1 Forberedelse til designoppgave			
2.1.1 Innhente data om belastningssituasjon	Et riktig anslag for belastning i PE og vannmengder er grunnleggende for dimensjonering og design av anlegget. Renseanlegg i Norge opplever stor variasjon i hydraulisk belastning pga. nedbør og tilstanden i avløpsnett. Anlegget må dimensjoneres med nok kapasitet for disse korte perioder med maksimum tilrenning, men bør operere energieffektivt resterende 80 % av driftstiden med langt mindre mengder. I en svensk studie i 2008 varierte faktisk belastning (Q_{dim}) i forhold til designbelastning sterkt fra 0,33 til 7 ganger. Sette søkelyset på trykkforholdene, ikke kun volumstrømning. Belastningsprofil tar høyde for planlagte oppgraderinger i nettet f.eks. delvis separering av avløpssystemet.	Skaffe best mulig kunnskap om den reelle belastningssituasjonen – data fra nettet – det er mye mer data i SD-anlegget nå enn før. Man kan også benytte nye verktøy for hydraulisk modellering av avløpsnett. Kartlegge reelle belastningssituasjoner ut i fra måledata (variasjoner i løpet av minst 1 år, helst minst 3 år). Ta høyde for utbygging/nedleggelse av industri i området. Ta hensyn til framtidige belastningssituasjoner (etter 5, 10, 15 år) forårsaket av f. eks. befolkningstilvekst Merk at flere anlegg er overdimensjonert pga. prognoser med mye større antatt vekst.	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/ forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
2.1.2 Utnytte storskalafordeler	Lokalisering av anlegget (hvis valgfrihet) og sentralisering av slambehandlingen bør vurderes tidlig. Større renseanlegg har lavere spesifikk energiforbruk. Lokalisering av anlegget vil bestemme muligheter for transport av egenprodusert energi (se eget sjekkpunkt).	Kombinere og samkjøre funksjoner slik at mer avløpsvann og slam er behandlet på færre men større anlegg.	
2.1.3 Rolle for energikoordinator	Prosjektorganisasjon: I tidligere prosjektorganisering har energi falt under fagdisiplin bygg (RIB). Fagdisiplin bygg har ikke den rette fagkompetansen for å følge opp energiriktig design. Energirådgivere, VVS, og renseprosess-eksperter er andre mulige kandidater for rollen som energikoordinator.	Oppnevnt person med energikoordinatorrollen i prosjektteamet. Gi personen reell myndighet og budsjett for energiarbeid.	
2.2	Konseptfase – forprosjekt		
2.2.1 Ta energikostnader i livssyklusanalyse av flere alternativer	Energikostnader og mulig energisalg bør inngå i LCC-beregninger.	Difi har veiledere for LCC-beregninger som tar hensyn til energibruk, energisalg, også pris på klimautslipp. Det er viktig å sette opp og evaluere flere alternativer så	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/ forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
		tidlig som mulig tidlig i prosessen. Enova og andre støttemidler bør inngår i LCC-beregningen. LCC-beregninger bør inkludere energikonsekvenser av rensemetode, høydeplassing av renseanlegget, lokalisering ift. fjernvarme.	
2.2.2 Utarbeide rapport - energivurdering	Kommunenes egne målsetninger om energi, miljø inkl. infrastruktur for å motta biogass/varme.	Beregn grunnleggende effekt- og energibehov basert på benchmark-nøkkeltall og anleggets belastninger ved flere driftspunkter. Benchmarking og teoretiske beregninger kan deretter sammenlignes med leverandørenes egne energitall og diskuteres f.eks. i forhandlingsfasen. Utrede egenproduksjon av biogass, varme fra varmepumpe og muligheter for eksterne leveranser. Mange anlegg med forbehandling vil kunne dekke mellom 1/3 og opp til 1/2 av sitt eget el-forbruk. Utredning bør ta hensyn til varslede endringer i regelverk f.eks. strengere energikrav til byggverk og VVS, at mulighet for langtidslagring av slam utgår, at muligheten for uprioriterte kraftpriser utgår, at en avgift på klimautslipp innføres etc.	
2.2.3 Still energikrav og del-krav	Valg av entrepriseform vil bestemme hvordan energikravene håndteres. Generelt har byggherrestyrt prosjekter bedre forutsetninger for å ivareta de helhetlige	Kontraktfeste energigaranti for hele renseprosess, med klare prosedyrer for testing under igangkjøring/overlevering. Kravsett skal være i nøkkeltall for kWh/m³ og kWh/pe Still også komponentkrav til energiytelse for blåsemaskiner, sentrifuger, alle større slampumper; virkningsgrad for hele	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/ forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
	energikravene.	drivsystem. Krav til energiytelse bør også stilles til Bygg, VVS, belysning. Still krav til fornybarandel (%) i varmesystem. Still krav til EOS systemet og målerdekning. Still krav til energiopplæring, særlig ifm. overleveringsperioden. Legg byggeteknisk forskrift energikrav til grunn for alle bygninger utendørs.	
2.2.4 Undersøke Enova-støtte tidlig i prosjektet	Investeringsstøtte fra Enova kan bidra til raskere inntjening på noen av energitiltakene. F.eks.: Støttenivå for tiltak med væske/vann- varmepumpe i renset avløpsvann er 2000 kr/kW. For en 150 kW effekt på fordampersiden vil støttenivå være ca. 300 000 kr.	Enova har støtteprogrammer for biogass (hvis produksjon blir over 1 GWh). I industriprogrammet gis støtte til rådgivning til forprosjektet uansett prosjekttipe, hvis energimålsetning er over 5 GWh. Andre relevante støtteprogrammer er lavenergi bygg (150 kr/m² for nybygg) og program for varmesentraler i industri, som er egnet for varmepumpeprosjekter. Det er også mulig å få støtte i Byggprogrammet, for eksempel til innføring av energiledelse, EOS-system, isolering, belysning og ventilasjon.	
2.2.5 Undersøke andre støttemuligheter	Støttemuligheter for fornybar energi fra andre myndigheter.	Grønne sertifikater for fornybar strømproduksjon. Andre programmer for biogass produksjon/oppgraderinger Kommunebanken tilbyr gunstige pt rentenivåer for prosjekter med energitiltak. (f.eks. reduksjon på 0,10 % i rente i programmet «Grønne Lån»)	
2.2.6 Involvere driftspersonalet i alle	Operatørene har nyttige erfaringer for energidesign. Kjennskap til designvalg blir også viktig for de	Involvere representanter fra driftsavdeling fra tidligfase til igangkjøring og prøvedriftsperiodene.	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/ forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
faser	som drifter de nye anleggene i fremtiden.		
2.2.7 Vurdere EPC for garantert energiytelse	Energy Performance Contracting gir energigaranti også under drift. EPC-kontrahering for prosessanlegg er kun i startfasen i Norge, men er utbredt i andre land. Norsk Vann har et notat om EPC i VA.	Terskelnivåer for EPC tar utgangspunkt i energigarantier fra prosjektering, justert etter prøveperioden eller en lengre driftsperiode. Garantiperioden varer typisk mellom 3-10 år. En variant av EPC for nye anlegg kan vurderes hvor prosessleverandøren tilbyr driftsstøtte og garanterer energiytelse de første 1-3 årene.	
2.2.8 Opprett dialog med energipartnere	Nærhet til eksisterende fjernvarmenett. Muligheter for å kunne levere varme til nærområde (nærvarmeetablering) bør undersøkes tidlig i prosjektet. Muligheter for levering av biogass. Nærhet til avfallsdeponi for å kunne samkjøre gass til forbruker og eget bruk.	Tilkobling til nærliggende fjernvarmenett, Sørg for innspill til reguleringsplanlegging som muliggjør transport av egenprodusert energi for distribusjon utad. Samme prinsipp gjelder for leveranse av fjernvarme til RA. Nærhet til avfallsdeponi tilbyr lignende muligheter for utveksling av biogass.	
2.2.9 Holde energiworkshop	Målsettingen med workshopen er å identifisere muligheter for forbedring av energiytelsen i anleggene og komme med forslag til designpunkter som har konsekvenser for energiytelsen. Workshopen tar sikte på de største	Energikoordinator arrangerer en tverrfaglig energiworkshop tidlig i prosjekteringsfasen. 1. Representanter fra alle prosessentreprenører og prosjekterende for alle fagene inviteres til workshopen, inkl driftsorganisasjonen for anlegg. Deltagerne får	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/ forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
	energiforbrukerne (utstyr og prosesser). Workshopen er et tverrfaglig samarbeid og med en stor del av brainstorming bestående av diskusjon og kvittering av en energidesign sjekkliste	tilsendt håndboken med sjekklistene før møtet. 2. Deltagerne forbereder seg og tar med seg flytskjemaer, beskrivelser etc. 3. Deltagerne deles opp i grupper for (1) Prosess og (2) Bygg/VVS/Elektro/EOS. Prosessgruppe består av prosessentreprenør, prosjekteringsgruppe og driftspersonell. 4. Diskusjonsleder er oppnevnt i hver gruppe som skal sørge for at alle punktene gjennomgås, med cirka 1 time igjen i møtet for felles diskusjon. 5. Sjekklistene gjennomgås en «screening» for relevante punkter iht rensemetode og topografi. 6. Sjekklistene gjennomgås punkt for punkt, med diskusjon og brainstorming. Sjekkpunktet kvitteres med konkret svar ja/nei, ansvar for oppfølging. 7. Kommentarer er viktig særlig ved «nei»-svar. 8. Avslutningsvis er alle gruppene samlet til en felles diskusjon.	
2.3	Antall prosesslinjer		
2.3.1	Valg og drift av antall prosesslinjer	Flere prosesslinjer enn nødvendig vil kunne øke spesifikk energiforbruk hvis de opererer med lav belastning. Flere linjer kan bygges, men da kun for å fase inn øvrige linjer etter hvert som belastning øker over en lengre tidshorisont.	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/ forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
2.4 Utjevning av belastning			
2.4.1 Variasjon og utjevning av belastning på vannsiden	Må vurderes og tilpasses anleggets størrelse og belastning. Dette tiltaket kan være vanskelig for mindre anlegg.	Belastningen på vannsiden skal utjevnes hvor mulig slik at det oppnås jevnere drift. Dette vil gi bedre muligheter for å optimalisere energiforbruket (bl.a. pumping) og kjemikalieforbruket. Undersøke muligheter for samkjøring med industripåslipp. Utjevningen skal gjennomføres for eksempel ved etablering av utjevningsbassenger før forbehandling eller en tilløpstunnel hvor vannet oppmagasineres. Muligheter for utjevning kan også integreres i andre enhetsprosesser.	
2.4.2 Utjevning av belastning på slamsiden	Må vurderes og tilpasses anleggets valgte behandlingsmetoder.	Det skal være tilstrekkelig bufferkapasitet til å utjevne variasjoner i mengde og kvalitet både foran og etter prosessene. Denne bufferkapasiteten skal dekke av egne bassenger som er atskilt fra forutgående eller etterfølgende prosesser. Dette vil gi bedre mulighet for å optimalisere energiforbruket og kjemikalieforbruket. Anleggene skal ha en minimum lagringskapasitet for fortykket slam ($TS < 10\%$) på 3 døgn ekskl. lagring i avskillingsenhetene. Lagringskapasiteten for avvannet slam skal tilsvare en avvanningskapasitet på minst 5 døgn.	
2.5 Hydraulisk optimalisering			

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/ forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
2.5.1 Redusert behov for innløpspumping og utløpspumping	Plassering og lokalisering av renseanlegg, optimalisering av tilførselen av avløpsvann. Plassering er ofte begrenset av andre forhold enn høydeforskjeller som vil eliminere/minimere innløpspumping	Avløpsvannet skal tilføres renseanlegget med selvfall der hvor dette er mulig. Styrt boring kan skape selvfall og redusere/minimere behov for pumping pga høydeforskjeller inn eller ut. LCC-analyse med riktig energikostnader bør foretas når plassering vil innebære innløps/utløpspumping Flyteslammet fra sedimenteringsbassengene skal renne med selvfall til returslamkanalen med hjelp av prosessvann (gjelder aktivslamanlegg).	
2.5.2 Redusert behov for pumping av rejektivann	Optimalisering av tilførselen av rejektivann	Rejektivannet ledes med selvfall fra avvanningsmaskiner (eventuelt også fortykkermaskiner) til utjevningsbasseng. Behov for pumping mellom bassenger bør unngås.	
2.6 Styring av slampumping (pumpe mindre vann)			
2.6.1 Oppkonsentrering av slam	Øke slamkonsentrasjon i luftebassenger. Installere mer effektivt oppkonsentreringsutstyr. Styre slampumping ut i fra TS-konsentrasjon	Man må vurdere økning av slamkonsentrasjonen og/ eller tørrstoff-konsentrasjonen dersom dette er prosessmessig mulig eller ønskelig. Dette vil redusere vannmengden som skal pumpes i systemet. Det bør derfor benyttes tørrstoffmålere for å styre utpumping etter reell slamproduksjon (tørrstoffstyrt stopp av utpumping). I tillegg bør man kartlegge behovet for å variere utpumping av slam over tid.	
2.6.2 Regulering av drift	Frekvensstyring av slampumper	Kartlegge behovsvariasjoner over tid. Frekvensomformere	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/ forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
		sparer energi ved lavere føringer. Alle slampumper skal være turtallsregulert.	

3 SJEKKLISTE FOR ENERGI – ENHETSPROSESSER I RENSEANLEGG

Prosessavsnitt/ anleggsavsnitt Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
3.1 Pumpsystemer - Generelt			
3.1.1 Dimensjonering av pumper	Dimensjonering av pumper <i>Den langvarige belastningen skal være minst 65 % av motorens merkeeffekt (gjelder kun for sentrifugalpumper).</i> <i>I forbindelse med dimensjoneringen så skal man være forsiktig med å spare så mye på energien, at ikke alt vannet kan renses (spesielt sett i lyset av fremtidige klimaendringer osv.)</i> <i>I følge DANVA's tommelfingerregel har en veldimensjonert pumpe et energiforbruk på ca. 5 Wh/m³/m løftehøyde.</i>	Kartlegg mengder (evt. også trykkforholdene) om mulig ut i fra måledata over en lengre periode Fastsett optimalt driftspunkt for pumpe eller samkjørte pumper ved paralleldrift. Frekvensomformere korrigerer for overdimensjonering til en viss grad, men veldig overdimensjonerte motorsystemer vil ha dårligere virkningsgrad ved veldig lav last. Dimensjoner motorsystemer for dagens belastning pluss 30-35 % og sett heller av plass til flere eller større motorsystemer som kan håndtere belastningen om 20-30 år.	
	Pumpetype <i>Vurdering basert på investeringskostnader, virkningsgrad, dv-kostnader etc. Valg av pumper må ta hensyn til både tekniske og økonomiske aspekter knyttet til etablering av pumpesystemet.</i>	Valg av pumpetype vil variere sterkt med applikasjon. Entydig anbefaling på generelt grunnlag kan ikke gis.	

Prosessavsnitt/ anleggsavsnitt Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
3.1.2 Styring av pumper	Frekvensstyring av pumper. <i>Frekvensomformere sparer energi ved lavere vannføringer. Men det er flere forbehold som må vurderes før man kan forvente en 30 % (typisk) energibesparelse vs. konstant turtall med struping av flow. Langvarig drift ved lav hastighet kan føre til mer begroing i ledninger pga. mindre selvrensende effekt.</i> <i>Frekvensomformer kan heller ikke hjelpe (og bør helst ikke kombineres med) en billig motor med dårlig energieffektivitet.</i>	Kartlegg behovsvariasjoner over tid. Merk at applikasjoner med høyt statisk trykk/løftehøyde er mindre fordelaktig enn applikasjoner med mer dynamisk (friksjon) løftehøyde.	
	Frekvensomformere bør vurderes på alle pumper over en viss ytelse (> 3 kW) <i>Frekvensomformere dekker normalt flere funksjoner i tillegg til turtallsregulering (startutstyr, måling effekt/ driftstid/ energi, sikkerhet mot overlast, overvåkning etc.)</i>	Benytt frekvensomformere for tilpassing av drift til opptredende belastninger.	
3.1.3 Pumpestasjoner - helhetsvurdering	Systemløsning Eksisterende pumpestasjoner vurderes nærmere.	Velg antall pumper, størrelse på pumper i f.t. belastningsmønster, ulik kapasitet, jevn drift etc.	

Prosessavsnitt/ anleggsavsnitt Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
3.1.4 Overvåking av ytelse i pumpesystemet	Etablering av driftsovervåking <i>Energiforbruket kan logges på timebasis og følges opp i EOS.</i> <i>Utnytte innebygget funksjonalitet i frekvensomformere hvor mulig.</i>	Overvåk spesifikt effektforbruk pr m ³ vann og løftehøyde basert på bruk av frekvensomformere (alarm).	
3.1.5 Trykkreduserende tiltak	Tekniske varianter skal vurderes opp mot driftsulemper. <i>Dette vurderes i forbindelse med prosjektering.</i>	Velg større rør, andre ventiltyper, rette ledninger etc.	
3.2 Forbehandling			
3.2.1 Valg av konsept for sandfang	Vurdere flere alternativer/leverandører utfra energieffektivitet. <i>Vurdere om lufting av sandfang kanskje ikke er nødvendig i det hele tatt.</i> Virvelsandfang (vortex) er et alternativ med mindre totalt energiforbruk enn luftinnblåsing i sandfang.	Reduser luftinnblåsing ved installasjon av sandvaskere for etterbehandling av sand.	
	Rotasjons hastighet i bassengtværsmittet <i>Rotasjons hastighet i</i>	Innreguler luftesystemet slik at ønsket hastighet kan oppnås i alle innblåsningspunkter/ nedstikk.	

Prosessavsnitt/ anleggsavsnitt Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
	<i>bassengteverrsnittet er den mest vanlige reguleringsparameteren for innjustering av luftinnblåsing i sandfang (hastighet ca. 0,3 m/s).</i> Luftmengden kan reduseres betraktelig kanskje ned mot det halve ved installasjon av sandvaskere som nevnt ovenfor.		
3.2.2 Optimalisering av flotasjonsanlegg for fett	Minimalisering av flottert slamproduksjon for å oppnå høyest mulig TS har energisparepotensial; må være en totalvurdering utfra mengde fett og anleggets valgte metoder for etterbehandling <i>Erfaringer fra andre norske renseanlegg viser at det vanligvis produseres store mengder flottert slam og hvor det virker som om lite er fett.</i>	Vurder å tilføre dette slammet til slamsiden for avvanning sammen med ordinært slam. Homogeniser fettholdig slam med slam f.eks. fra råtnetanker der hvor det er mulig. Kaldt slam kan også benyttes da effekten av fettets klebrige egenskaper reduseres gjennom fortynning.	
	Optimalisering av oppvarming av lagertank for fett fra flotasjonsanlegg	Hold temperaturen så lav som mulig uten at fettstørkner ($> 30^{\circ}\text{C}$).	
3.3 Slamavskillingsprosesser vannbehandling			
3.3.1 Foravskilling av slam (tidligere)	Må vurderes både i forhold til installasjon av biogassanlegg og	<i>Ingen entydig anbefaling kan gis, da dette avhenger av lokale forhold og anleggets størrelse.</i>	

Prosessavsnitt/ anleggsavsnitt Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
<i>kalt forsedimentering)</i>	etterfølgende biottrinn. <i>Med biogassanlegg oppnås høyere gassproduksjon. Et etterfølgende biottrinn kan reduseres i størrelse ved redusert tilførsel av organisk stoff.</i>		
3.4 Biottrinn (flere typer)			
3.4.1 Valg av luftesystem	Valg av luftere baseres på luftmengde og trykkforhold. <i>På generelt basis skal man vurdere luftesystem som produserer fine bobler.</i>	Valg av type luft er vil variere sterkt med prosess. Entydig anbefaling på generelt grunnlag kan ikke gis. <i>Energihåndbok fra Svenskt Vatten (2002) gir noen veiledninger som kan hjelpe med vurderingen. Håndboken anbefaler lufting med bobler med en diameter < 2-3 mm. Håndboken definerer en Alfa-verdi for lufting og setter minimumsgrense på 0,6.</i>	
	Systemet skal optimaliseres mht. valg av størrelser på rør og ventiler.	Hold tap på maks. ca. 0,5 m i systemet ved maksimal vannføring. Tiltaket har forholdsvis lavt sparepotensial, men kan være betydelig ved dårlig detaljprosjektering. Trykktap reduseres hvis blåsemaskiner plasseres nærmere luftesystemet.	
	Rensetiltak (f.eks. maursyredosering)	Hvis det blir problemer med gjentetting av membraner, så kan maursyreanlegg ettermonteres. Ref: Energihåndbok, Svenskt Vatten (2002)	

Prosessavsnitt/ anleggsavsnitt Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
3.4.2 Valg av blåsemaskiner	Dimensjonering av blåsemaskiner. Vurder behov for trinne ned luftmengder til så lavt som 25 % av dimensjonerende kapasitet. Noen blåsemaskiner (f.eks. turboblåsere) kan vanligvis ikke kjøres ned under 40 % av nominell hastighet. <i>Dypere bassenger i biotrinnet betyr økt mottrykk og at blåsemaskinene må jobbe hardere. Se Energihåndbok fra Svenskt Vatten for veiledning rundt bassengdesign.</i>	Man kan ha flere blåsemaskiner av forskjellige størrelse slik at hver tar en del av belastningskurven for optimal styring. I så fall er det viktig at den sammensatte ytelse fra maskinparken er mest mulig en kontinuerlig kurve, for å lette reguleringen og hindre at maskiner i parallell på samme samlestock forstyrrer hverandre. Dette designtiltaket er spesielt egnet for tilfeller med høy hydraulisk belastning med lav konsentrasjon av organisk materiale (mye fremmedvann), hvor luftinnblåsing kan kjøres langt ned. Frekvensstyring gir mulighet for energieffektiv hastighets-kontroll. Med flere blåsemaskiner av forskjellige størrelser kan man vurdere en maskin som tar grunnlast med konstant hastighet, mens de øvrige maskinene tar variasjoner med hjelp av frekvensstyring. Men frekvensstyring av alle maskinene gir mest energifleksibilitet.	
	Valg av blåsemaskintype baseres på luftmengde, trykkforhold og pålitelighet. Men maskinens spesifikke effektbehov er en viktig faktor for energiforbruk. Be om kW/Nm³/min ved flere driftspunkter. Cordier diagrammet er et viktig hjelpemiddel i designvalg; det viser	Generelt er skruekompressorer/blåsere bedre egnet for høyere trykk, mens turbokompressorer for høyere mengder. Skruerblåsere og hybridblåsere er generelt dyrere enn lobe mens turbomodeller er enda dyrere. Man kan også ha kombinasjoner av forskjellige blåsetyper i samme anlegg, som tar hver sin del av belastningskurven. Noen leverandører tilbyr	

Prosessavsnitt/ anleggsavsnitt Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
	driftsområder for de forskjellige teknologier for luftinnblåsing (lobe/ skrue/ turbokompressor) Årlig spesifikt energiforbruk på HIAS med optimaliserte turbokompressor er rapportert til 0,185 kWh/m³ (renset avløpsvann). Man oppnådde 30 % reduksjon i energi sammenlignet med lobeblåsere.	hybridløsninger som kombinerer forskjellige prinsipper i samme maskin. Turboblåsere gir generelt lavere energiforbruk enn lobeblåsere mens forbruket med skrueblåsere og hybridblåsere ligger omtrent på samme nivå.	
	Noen maskiner leveres med utvidet automatikk for energiovervåking og energioptimalisering, inkl. innebygget måleutstyr for kW og luftmengder. Automatikk for energieffektiv styring av flere maskiner har også potensial for energisparing.	Vurder maskiner med innebygget automatikk for energioptimalisering	
3.4.3 Styring og overvåking av lufting	Prosessleverandør sjekker at parametrene for styring av innblåsing er gjort tilgjengelig på høyere nivåer/toppsystem for driftspersonalet slik at de kan velge å drifte anleggene med mindre marginer	Vurder styring av innblåsing med mindre marginer.	

Prosessavsnitt/ anleggsavsnitt Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
	Det bør undersøkes nærmere om det kan lønne seg å styre dynamisk på energibehov. På nitrogenfjerningsanlegg er det stort sparepotensiale, men på anlegg utelukkende med sekundærrensing bør sparepotensialet undersøkes nærmere.	Vurder dynamisk styring på energibehov spesielt på nitrogenfjerningsanlegg.	
	Overvåking av oksygenkonsentrasjon i biotrinn og justering av lufttilførselen (sett punkt styring, aktiv bruk av oksygenopptakshastighet)	Drift anleggene på optimalt driftspunkt ut i fra aktuell prosess	
3.4.4 Pumpesystem for returslam og overskuddsslam (gjelder aktivslamanlegg)	Vurdering av flere pumpetyper fra ulike leverandører utfra energieffektivitet (se pkt. 3.1).	Valg mht. virkningsgrad på returslumpumper, økonomisk analyse av høyeffektive motorer (se pkt. 3.1).	
3.5 Slambehandling; fortykking og avvanning			
3.5.1 Valg av energieffektive fortykkermaskiner	Det skal vurderes flere typer fortykkermaskiner fra flere leverandører basert på energikriterier (energieffektive motorer, drivsystemer).	Ingen entydig anbefaling kan gis da dette avhenger av lokale forhold, størrelse og aktuelle prosessløsninger på vannsiden.	

Prosessavsnitt/ anleggsavsnitt Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
3.5.2 Valg av energieffektive avvanningsmaskiner	Det skal vurderes flere typer maskiner fra flere leverandører basert på bla. energikriterier; spesifikk effektbehov (kW) pr TS % er en spesifikasjon å vurdere for sammenligning mellom leverandører.	Ingen entydig anbefaling kan gis. På generell basis vil skruerpress bruke mindre energi enn andre metoder, men dette kan gå på bekostning av økt bruk av polymer. Silbåndpresser bruker eksempelvis mye mindre energi enn sentrifuger på selve avvanningsprosessen men bruker til gjengjeld mer vann til spyling og har vesentlig høyere vedlikeholdsbehov.	
3.5.3 Styring av fortykkermaskiner; båndfilter	Styring av tørrstoffbelastning og polymer-dosering, optimal TS i fortykket slam	Innreguler for optimal energiutnyttelse: endring av båndhastighet og plogplassering.	
3.5.4 Styring av fortykkermaskiner; trommel	Styring av tørrstoffbelastning og polymer-dosering, optimal TS i fortykket slam	Innreguler for optimal energiutnyttelse: endring av trommelhastighet/ -helling.	
3.5.5 Styring av avvanningsmaskiner; sentrifuge	Optimalisering av styring av tørrstoff-belastning og polymerdosering, optimal TS i slamkake (differansetall, trommelhastighet osv.)	Kjør forsøk med forskjellige typer polymer fra ulike leverandører og ulike innstillinger av maskinvariabler.	
3.5.6 Styring av avvanningsmaskiner; silbåndpresser	Optimalisering av styring av tørrstoff-belastning og polymerdosering, optimal TS i slamkake (båndhastighet, presstrykk osv.)	Kjør forsøk med forskjellige typer polymer fra ulike leverandører og ulike innstillinger maskinvariabler.	

Prosessavsnitt/ anleggsavsnitt Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
3.5.7 Valg og styring av omrørere	Valg av type omrørere <i>Mekanisk omrøring med høy virkningsgrad kontra luftomrøring med lav virkningsgrad. Ulike valg av mekaniske omrørere</i>	Ingen entydige anbefalinger da dette er sterkt avhengig av mediet og prosess. <i>Generelt og isolert sett vil mekanisk omrøring være mindre energikrevende enn luftomrøring. Tilpasning av omrørerne til basseng og oppgavene er beskrevet av Kjellén-Andersson i studie fra 2002.</i>	
	Frekvensstyring av omrørere. <i>Vurderes på alle omrørere.</i>	Kartlegg behovsvariasjoner over tid.	
	Drift: <i>Slå av unødvendig omrøring, intervalldrift med softstartere, omrørere med lavere hastighet</i>	Omrøring kun etter behov.	
3.6 Biogassanlegg og slamhygienisering			
3.6.1 Valg av hygieniserings-metode	Vurderer valg av hygieniseringsmetode mht. energiforbruk og totale årskostnader. <i>Det er viktig å benytte de riktige temperaturene og eksponeringstidene, slik at man kan være sikker på at man oppnår ønsket</i>	Valg basert på en teknisk-økonomisk totalvurdering.	

Prosessavsnitt/ anleggsavsnitt Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
	hygienisering uten å bruke for mye energi.		
3.6.2 Optimalisering av oppholdstid i råtnetank	Vurdere etablering av 1- eller 2-trinns prosess.	Valg av tilstrekkelig oppholdstid slik at man oppnår ønsket nedbrytningsgrad (stabilisert slam).	
3.6.3 Optimalisering av temperatur i råtnetank	Vurdering av: • Stabiliseringsgrad • Hygieniseringsprosess (dersom aktuelt) • Driftsstabilitet • Produksjon av ammonium (fare for giftvirkning) • Investeringer • Driftskostnader • Gassproduksjon etc Mye litteratur om energikonsekvenser av temperatur i f.m. råtneprosesser.	Vurder valg av type råtneprosess (mesofil vs. termofil)	
3.6.4 Gjenvinning av varme fra utråtnet slam	Vurdering av best mulig gjenvinning av varmen fra utråtnet slam. Integrasjon med VVS varmeanlegg. Varmen fra utråtnet slam etter råtnetank gjenvinnes i varmevekslere og brukes til oppvarming av råslam opp til 25-30 °C	«Pinch analyse» er en enkel metode som kan brukes for å se på flere muligheter for varmeveksling, for en helhetlig energidesign.	

4 SJEKKLISTE FOR ENERGIFORBRUKENDE KOMPONENTER I BYGG / VVS / ELEKTRO

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvar lig
4.2 Bygg og anlegg			
4.2.1 Etablere klart termisk skille i bygninger	Renseanlegg har mange områder som er (1) fullt oppvarmet (2) delvis eller (3) ikke oppvarmet.	Ved å skille klart mellom disse områdene (temperatursoner) kan man isolere riktig og unngå oppvarming av store, utette volumer.	
4.2.2 Bygg iht byggeforskriftens energitiltak	Anlegg med flere bygninger (utenfor fjellhall) bør ha separate energirammekrav iht bygningstype/aktivitet. Personaldelen samt laboratoriet f.eks betraktes som bygningskategori «kontorbygning».	Nye og totalrenoverte bygg bør isoleres, tettes etc. til TEK10 forskrift, energitiltaksparagrafen 14-3. For bygg i fjellhall kan noen av kravene lettes, men det bør fortsatt tilstrebes tett og velisolert Noen av disse energitiltakene bør implementeres også for personalområder inn i fjellhallen.	
4.2.3 Duk på veggene i fjellhallen	Kondensfare i fjellhall. Styring etter fuktnivå i hallene kunne vurderes også.	Duk på veggene i fjellhallen for å redusere kaldras. Duk gir også en viss isolasjonseffekt. Muliggjør bedre temperaturstyring i hallen også pga. raskere respons.	
4.2.4 Plassering og tetting av portene	Renseanlegg har mange store porter i områder som er delvis oppvarmet.	Porten bør plasseres lengst inn i tunnelen, fra adkomsten. Velg isolerte porter og sørg for tetting av alle portene. Tetting av sjakter og andre åpninger til RA bør også vies noe oppmerksomhet.	
4.2.5 Styring av portene		Velg porter med godt styringssystem; vurdere å trinne ned ventilasjon etter signal om at porten står åpen.	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvar lig
4.3 Varmeproduksjon	Sjekkpunkter i denne delen av håndboken omhandler varmeproduksjon for romoppvarming, ventilasjonsoppvarming og varmt tappevann. Se kapittelet om enhetsprosess for prosessvarme og oppvarming av slam for hygienisering, tørking etc.	I teorien har de fleste renseanleggene potensial til å bli selvforsynt med egenprodusert fornybar varme fra utråtningsprosesser og/eller varmepumpe i avløpsvannet. Egenproduksjon av biogass til energiformål internt og eksternt er et velkjent tiltak som ikke utredes i detalj i denne håndboken. Virkningsgrad for strømproduksjon er cirka 40%, mens mye av restenergien fanges opp som varme. Den totale energiutnyttelse er derfor nesten 90 %. Som regel vil man prøve å få mest mulig strømproduksjon fra en gassmotor ved å maksimere biogassproduksjon og benytte den først i gassmotor fremfor direkte forbrenning i en kjel. Fakling av biogass bør unngås/minimeres. Investeringskostnader for en gassmotor er store, og vedlikeholdskostnader også. En tidligfase energiutredning vil vise om denne varmen kan utnyttes fullt ut. En gassturbin kan være et godt alternativ til gassmotor, da de er både billigere og mer stabile i drift. Viktig tiltak for høy utnyttelse av biogass er varmegjenvinning i avgass/røykkjelene og andre deler av gassmotoren til både høy og lavtemperatur kretser (som f.eks i VEAS).	
4.3.1 Ingen fossilfyring for		Utforske og utnytte muligheter for fornybar oppvarming som grunnlast: tilkobling til fjernvarme, etablere	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvar lig
grunnlast		nærvarmeløsninger med nabobygg, biovarme fra egenprodusert biogass (på gassvarmepumpe), biovarme fra flisfyring eller pellets, varmepumpe i renset avløpsvann etc.	
4.3.2 Planlegg for varmepumpe	Varmepumpe og rør til utløpskanal tar plass, og kan begrense muligheter for installasjon i fremtiden. Manglende trafokapasitet for varmepumpens kompressormotorer er en annen mulig begrensning for etterinstallasjon.	Fremtiden vil gjøre kall på de store energimengder i avløpsvannet, selv om renseanlegget planlegges forsynt med biovarme eller annet fornybar. Renset avløpsvann med temperatur på 10 C midt på vinter inneholder mye energi som kan hentes ut av en varmepumpe. Ved å senke strømmen litt over 4 C vil man kunne hente ut 20 kW fornybar varme for liter/s i mengdeflyt. Norsk Vann (Rapport B08,2007) har tidligere estimert det praktiske potensialet for fornybar varme hentet ut med varmepumpe i norske anlegg på mellom 200-300 GWh. Mye spillvarme fra luftinnblåsning er tilført avløpsvannet i resneanlegget; noe av dette kan også gjenvinnes med varmepumpe nedstrøms. Plass ved utløpet som settes av for varmepumpeaggregat åpner for tredjepart å utnytte energien også. Opprette dialog med fjernvarmeselskap; undersøk muligheter for nærvarmenett med nabobygg. Søk om nødvendige endringer i reguleringsplaner	
4.3.3 Vurdere alternativer til gassmotor for kraftvarme	Gassmotor er en stor investering med forholdsvis store vedlikeholdskostnader, og genererer mye støy. Stor og tung, gassmotorer	Løsninger for kraftvarme med mikroturbiner kan tas med i energikutredninger. Mikroturbiner er lettere, krever mindre vedlikehold og genererer mindre støy sammenlignet med tradisjonelle gassmotorer.	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvar lig
	er ikke så lett å plassere.		
4.4 Varmedistribusjon	<i>Et typisk RA har noen få, men store prosesshaller, og flere smårom for utstyr, kontor etc. Hallene får mest oppvarming fra ventilasjonsluft, mens smårommene får det fra radiatoranlegg.</i>	<i>Vannbåren varmedistribusjon gir energifleksibilitet, muligheter for varmegjenvinning, og tilgang til flere typer av fornybar varme.</i>	
4.4.1 Vannbåren varmedistribusjon		Vannbåren varmedistribusjon gir energifleksibilitet, muligheter for varmegjenvinning, og tilgang til flere typer av fornybar varme.	
4.4.2 Lavtemperatur varmeanlegg	Et lavtemperaturanlegg (med lave tur og returtemperatur) åpner for bruk av flere fornybare varmekilder, inkl varmepumpe og solvarme. Høytemperaturanlegg ifm biovarme kan også være en bra løsning, med her også vil utetemperaturkompensering (for bygg ikke i fjellhall) være energibesparende.	Lavtemperatur radiatoranlegg og varmebatterier. Gulvvarme anbefales i administrasjonsbygg/personalbygg i tillegg til i garderobe/dusjområder. Lav temperatur oppvarming gir økt virkningsgrad for varmepumpe-gjenvinning. Gulvvarme har ingen fare for korrosjon av varmeoverflater sammenlignet med radiatorer.	
4.4.3 God termisk integrasjon VVS-prosess	God integrasjon mellom prosess og varmeanlegg vil avdekke flere muligheter for lavtemperatur varmeveksling (temperaturer < 50 C	Metoden er: liste opp alle varme (som avgir) og kalde (som tar opp) strømmen i anlegget, både fra prosess og VVS varmeanleggene, med temperaturnivå og mengder. Inkludere alle varmekilder, avtrekksluft, også varmepumpe eller	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvar lig
	). «Pinch analyse» er en enkel metode som ser på alle strømmer i et anlegg og prøver å optimalisere plassering av varmevekslere mellom disse. Det finnes gode og gratis Excel verktøy for pinch analyse fra IChemE og CIT (Chalmers, 1999).	lavtemperatur varm som dumpes til resipienten. Pinch analyse vil deretter optimalisere plassering av varmevekslere mellom disse. Denne metoden avdekker varmeenergi i strømmer som ellers vill gått tapt. F.eks fra VEAS: varme strømmer fra fortykkerhallen som pumpes tilbake til sandfangene. Varmen kommer fra oppvarming av slam i rørvarmeveksleren.	
4.5 Allmennventilasjon	Energi til ventilasjon består av elektrisk energi til viftedrift og termisk energi i form av varme til varmebatterier. En kartlegging i et primærfellingsanlegg i Norge avdekket 13 % av total elforbruk kun til viftedrift i ventilasjonsaggregatene. Ventilasjon er typisk todelt mellom prosess (også kalt miljøventilasjon) og komfortventilasjon (også kalt allmennventilasjon). Dette for et hygienisk og helsemessig forsvarlig arbeidsmiljø. Allmennventilasjon er balansert, med varmegjenvinning, og betjener personaldel av bygget, bassenghallene (over tildekkede områder) også i ettersedimenteringshall. NB: Arbeidstilsynet har egen forskrift om arbeid i avløpsanlegg, med krav	<i>Allmennventilasjon kan håndtere også avtrekksluft fra ettersedimenteringsbassenget. Bassengene er åpne, men denne luften her er ikke beregnet som forurenset etter avløp har vært gjennom kjemisk behandling.</i>	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvar lig
	<i>om tildekking og punktavsug.</i>		
4.5.1 Høyeffektiv varmegjenvinning av ventilasjonsluft	Ventilasjonsaggregat for allmenventilasjon har typisk benyttet platevarmegjenvinner med forholdsvis lav (55 %) varmegjenvinningsgrad, avtrekkskompensert regulering, og vifter med 2 hastigheter (hel og 2/3 hastighet). Men dagens roterende varmegjenvinnere oppnår minst 80%. Myndighetene og VA informerer / setter kravnivå for lukt i prosessanlegg. Overføring av andre gasser bør også undersøkes fm valg av varmegjenvinningsprinsipp. Avising vil redusere årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad. God avisingsautomatikk er viktig. Roterende varmegjenvinnere med spylesone vil redusere fare for overføring av lukt og forurensing.	Bruk roterende varmegjenvinner i allmenventilasjon. Overføring av luft/smitte fra avtrekksluft er minimalt for varmegjenvinner med spylesone og god filtrering. Luftrensing med dyrere men bedre ventilasjonsfiltre oppveies mot energibesparelser. Avtrekksluft er ikke uforholdsmessig forurenset hvis sjekkpunkter om gode tildekning og innkapsling av utstyr i prosesshallene er fulgt. Alternativet til roterende varmegjenvinner er væskekoblet varmegjenvinnere med varmepumpe i avtrekksluft. Muligheter for forvarming av ventilasjonsluft bør undersøkes.	
4.5.2 Vurdering av avfuktningsbehov	Fuktnivå er viktig tema for fjellanlegg pga kondensfare. Må sees i sammenheng med tildekning av	Vurdere om avfukting er nødvendig med lukket prosess, benytt heller syrefast stål, andre robuste materialer og redusere/eliminere avfuktningsbehov. Vurdering sees i	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvar lig
	bassengene og antatt mindre varmeoverføring til luft i fjellhallen.	sammenheng med temperatursettpunkter. Minimum 16 °C velges for å unngå kondensering og unngå avdampning fra avløpsvannet. Styring etter fuktnivå kan vurderes. Hvis avfukting, kan det gjøres effektivt med varmepumpe. Sørg for isolering av overflater, rør.	
4.5.3 Ventilasjonsdesign med lav SFP	Specific Fan Power (SFP) har enheter kW/(m ³ /s) og bør holdes lavt for å redusere el til viftedrift. SFP indikerer effektiviteten av både aggregat og kanalnett med på å flytte luft.	Dimensjonering av kanaler og aggregater store. Med god design og utstyr klarer man å holde SFP på 2,0 kW/(m ³ /s).	
4.5.4 Seksjonering i soner	Riktig soneinndeling for å utnytte samtidighet, behovsstyring. Behovsstyringstiltak basert på urstyring eller per skift (for fjellhall) og/eller tilstedeværelse (kontorer, møterom etc.)	Økning i antall soner med separate spjeld vil øke muligheter for behovsstyring etter bruksmønstre i hver sone. Har en klar strategi for luftstrømning gjennom de større prosesshallene, og vurder flere interne porter og dører for bedre luftstyring ved behov. NB: Der er samtidig en utfordring i å få rømningsveier med inn i overveielene.	
4.5.5 Redusert hastighet-ventilasjon		Ventilasjonsanlegget bør ha mulighet til å trinne ned til flere, lavere hastighetstrinn. En «lav-lav» stilling på ½ hastighet kan brukes utenom arbeidstid året rundt, estimert ca 4000 timer. SD-tilkobling åpner for intelligente urstyring f.eks at viftene trinnes opp 1t før arbeidstid for å skifte ut luft i prosesshall.	
4.5.6 VAV for noen romtyper		Behovsstyring med Variable luftmengder (VAV) kan implementeres for visse romtyper basert på tilstedeværelse (kontor, teamkontor) eller temperatur /CO2 (møterom etc.). Kombineres med ventilasjonsanlegget med frekvensstyring	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvar lig
		på viftene; gir økt energisparing hvis behovsstyring er implementert i noen soner. Trykkdifferanse f.eks over filtre er benyttet som reguleringssignal.	
4.6 Prosessventilasjon	Miljøventilasjon er uten varmegjenvinning og transporterer luft fra urene soner f. eks fra under tildekkede bassenger. Områder med fare for dannelsen av hydrogensulfid skal dekkes til og utstyres med separat avtrekk. Uren / forurenset luft må behandles gjennom et luktreducerende anlegg. De fleste luktreducerende anlegg har ikke varmegjenvinning, men slike systemer eksisterer (f.eks prosjektert for BKK anlegg) og gir beregnet gjenvinningsgrad på 80%.	Atskilt prosessventilasjon gir bedre kontroll på lukt og åpner for flere andre energireducerende tiltak: mindre belastning og energi til luktreducerende anlegg, reduserte luftmengder også i komfortventilasjon i hallene, mer utstrakt bruk av roterende varmegjenvinnere med høyere gjenvinningsgrad, mindre behov for energi-krevende avfukting, bedre arbeidsvilkår ved å sette varmepumpe i den varmere avkastluften fra de lukkede bassengene; i åpne bassenger hadde denne luften blitt blandet med kald luft fra fjellhallen. Ha fokus på porter mellom hallene for å ha god kontroll på ventilasjonen i skitne/rene soner	
4.6.1 Lukk prosessene		Innkapsle og tildekke åpne slamrenner, prosesstanker etc. for å øke konsentrasjonen av forurenset prosessluft som sendes til miljøventilasjon.	
4.6.2 Benytt avtrekk fra allmenventilasjon		Komfortsonens avtrekk kjøres direkte (uten gjenvinner) inn som tilluft prosess. Avtrekkluft fra komfortsonen etter varmegjenvinning. Alternativet er å benytte avkastluft fra ren sone til å ventilere i av- og pålessingssoner for lastebilene, hvis noe mindre luktproblemer kan aksepteres her.	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvar lig
4.6.3 Integrasjon ventilasjon med prosessstyring	Utnytte potensialet for bedre integrering mellom ventilasjon og prosess med stor energiegevinst.	Med god lufttetting rundt bassengene kunne man variere avtrekksluftmengder ved å styre på undertrykket i de lukkede bassengene, i samsvar med innblåste luftmengder fra prosessen. Jo bedre lufttetting, jo mindre behov for overtrykk pådragsstyring sammen med prosessstyring. Variable avtrekks luftmengder på avtrekk i alle lukkede bassenger. NB: Det er enklere å styre på undertrykk enn å styre på innblåsning av luft i luftingsbassengene. PLS-kommunikasjon må ivaretas.	
4.6.4 Velg energieffektive luktreduserende anlegg	Plassbehov er et tema: mer energieffektive luftbehandlingsanlegg pleier å ta mer plass. NB: Norsk Vann rapport om luktrenseanlegg og biofiltre: «Dersom det er varmegjenvinning på avtrekksluften før filteret vil dette også medføre at luften får for lav temperatur gjennom filteret. Filtret bør ha en temperatur på minst +10. En "svakhet" med disse filtrene er at de er energi krevende da en ikke bør varmegjenvinner før filteret»	Vurdere prinsipper fra forskjellige leverandører for lav trykfall, behovsstyring og totalt energiforbruk. Biofilter med varmeveksling sparer mer energi.	
4.6.5 Vurdere UV rør/ozonlamper	Fotooksidasjon reduserer vifteenergi, men krever el-energi til lampene.		
4.6.6 Trinnløs frekvensstyrte	Variable luftmengder (VAV) og frekvensstyrte , trinnløse avtrekksvifter brukes i dag med for å	Kontinuerlig automatikk vil gi bedre innsparing enn periodevis manuell justering.	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
avtrekksvifter	øke trykk iht tetting av biofilter.		
4.6.7 Vurder behovsstyrt luktrensing	Før luftmengder kan forandres, så må biofilters følsomhet undersøkes mhp: minimumstemperatur, endring i fuktighet etc.. Lavere luftmengde vil kreve en ny innregulering an anlegget, inkl biofilter. Endring av luftstrømmens temperatur og sammensetning vil nok påvirke den biologiske prosessen i barkfilter	Med en signal fra H ₂ S og/eller VOC sensorer kunne samme automatikk brukes for å redusere luftmengder ved perioder med lav forurensing.	
4.7 Varmtvann	Varmtvannsvask av utstyr i et renseanlegg f.eks ristgodspresser og fortykker bruker betydelige mengder av høytemperatur energi.	I VEAS anlegget går 40kW til vask av dette utstyret. Spyling av annet utstyr og gulv benytter en del varmt tappevann.	
4.7.1 Forvarming med fornybare varme	Varmtvannsvask av utstyr i et renseanlegg f.eks ristgodspresser og fortykker bruker betydelige mengder av høytemperatur energi. I VEAS-anlegget går 40kW til vask av dette utstyret. Spyling av annet utstyr og gulv benytter en del varmt tappevann.	Utnytte fornybar energi fra varmepumpe eller biovarme for oppvarming av varmt tappevann. Gjør en vurdering av hvor varmt spylevannet faktisk må være (og hvordan spylevannet varmes opp).	
4.8 Belysning	Store overbygde områder betyr mye installerte effekt for belysning, og	Digital adresserbare belysning gir effektiv behovsstyring per rom/soner. Det anbefales at man utarbeider strategier for	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvar lig
	stort energiforbruk uten riktig styring.	<i>dimming (f.eks hvert tredje lysrør i lavaktivitetsperioder).</i> <i>Med LED har man momentanstyring, noe som også gir fordeler sammenlignet med lysrør, for styring etter tilstedeværelse i mindre rom. Det anbefales timere på lysbrytere, fordi det er vanskelig å bruke bevegelsessensorer i hallen.</i> <i>Energieffektivitet er lettere å oppnå i designfase hvis man skiller mellom 2 tenningsystemer: 1) for gjennomgangsllys og 2) annen for arbeidslys.</i>	
4.8.1 LED belysning	LED belysning er veldig effektiv i arbeidsrom fordi den gir mer Lux/W. Vedlikeholds- og miljøgevinst vil også tilkomme pga. lengre driftstid. Bergen kommunes driftsavdeling har allerede oppnådd mye med tiltak for behovsstyring av belysning og bruk av LED eller annen lav-effekt belysning	Armaturer og lyskilder for laveffekt LED belysning	
4.8.2 Lavere styrke allmenbelysning		Lavere lysstyrke på allmenbelysning kan kompenseres med forbedret oppgave belysning, rettet mot kritisk utstyr og arbeidsplasser.	
4.8.3 Definere lyssoner – og styringsstrategi	Med LED har man momentanstyring, noe som også gir fordeler sammenlignet med lysrør, for styring	Anlegget deles opp i flere lyssoner, slik at det blir flere styringsmuligheter avhengig av bruksmønstre. Noen soner og rom kan styres med bevegelsesdetektorer. Urstyring passer	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvar lig
	etter tilstedeværelse i mindre rom. Det anbefales timere på lysbrytere, fordi det er vanskelig å bruke bevegelsessensorer i hallen.	best for store proseshaller. Energieffektivitet er lettere å oppnå i designfase hvis man skiller mellom 2 tenningssystemer: 1) for gjennomgangsllys og 2) annen for arbeidslys.	
4.8.4 Lysstyring-via SD anlegg	Digital addresserbare belysning gir effektiv behovsstyring per rom/soner. Det anbefales at man utarbeider strategier for dimming (f.eks hvert tredje lysrør i lavaktivitetsperioder).	Programmerbare styringsmuligheter i SD-anlegget åpner for mer avanserte urstyring, fjernkontroll og andre energibesparende tiltak. Optimal styring er avhengig av digital adresserbar belysningssystem; gir enda bedre behovsstyring etter rom/soner og tid på dagen.	
4.9 El-motorer, annet elforbruk	For en typisk industriell pumpe eller viftesystem utgjør energikostnader mer enn 95 % av de totale livsløpskostnader (LCC), og vedlikehold utgjør 2 %. Pumper og viftesystemer bruker mer energi enn andre el-motor i renseanlegg med lineære laster f.eks trasevogner. Lengre brukstid er en faktor, men viktigset årsak er at effekt varierer med tredje potens av hastighet, så effekter blir større. Anlegg med biologisk rensetrinn og tilhørende økt behov for lufting (viftedrift) og mer slampumping har	ECM motorteknologi benyttes nå for å oppnå bedre effektivitet. Permanent magnetiserte rotor gir en design som kan kjøre på meget lave turtall uten å ofre mye på virkningsgrad. Man kan forvente en økning i effektivitet på 2-3 prosentpoeng fra IE3 over dagens motorer, som er på IE1 nivå eller lavere. EU kravene gjelder for alle motorer til 375 kW i størrelse. Dette tiltaket gjelder for motorer i nær kontinuerlig drift, også for drivsystemer med frekvensstyring. NB: Blåsemaskiner er det prosessutstyret med det største energiforbruk i anlegget, uansett rensemetode. Tall fra Aerzen viser at 58 % av energikostnader til prosess i renseanlegg i Tyskland går til blåsemaskiner. Tallet stemmer med analyse av el-energi til prosess i et nytt aktivslamanlegg i Bergen. For et mekanisk-kjemisk anlegg i Østfold, utgjør	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvar lig
	høyere energiforbruk enn enklere mekanisk-kjemisk renseanlegg. Et typisk mekanisk kjemisk anlegg med 23000 PE har et totalt energiforbruk på 0,30 kWh/ m³ og 55 kWh/PE per år. Mye strengere EU-krav til energieffektivitet til motorer (og nå pumper og vifter til VVS) kommer nå gjennom innføring av Økodesigndirektivet 2005/32/EC & 2009/125/EC. Dette erstatter det gamle systemet med energibokstaver (for pumper) og EFF-klasser for elmotorer. Det er fortsatt ikke krav til virkningsgrad for hele drivsystemer.	blåsemaskiner 42 % av el-energiforbruk til prosess.	
4.9.1 Velg høyest IE effektivitetsklasse for el-motorer	De nye EU-kravene i Økodesigndirektivet gjelder for alle motorer opp til 375 kW i størrelse. Dette tiltaket gjelder for motorer i nær kontinuerlig drift, også for drivsystemer med frekvensstyring.	Elmotorer bør spesifiseres med høyest energiklasse, IE3, etter det nye EU klassifikasjonssystemet (IEC 60034-20-2008). Man er pålagt minimum IE2 dette under det nye norske økodesigndirektivet også. IE3 blir kravet i 2015. Klasse IE2 korresponderer med dagens EFF1 klasse, og EFF2 med IE1. Man kan forvente en økning i effektivitet på 2-3 prosentpoeng fra IE3 over dagens motorer, som er på IE1 nivå eller lavere.	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvar lig
4.9.2 Frekvensomformer på alle pumper og viftemotorer	Pumper og vifter bør alltid operere nær punktet med maksimum virkningsgrad (effektivitet). Energi de tilfører prosessen bør ikke strupes for å oppnå den regulerte mengdeflyt. God motoreffektivitet er viktig, men det er hydraulisk effektivitet som er mest påvirket av feildimensjonering / operasjon langt fra punktet med optimal total virkningsgrad. Frekvensomformer har sine begrensninger, særlig i systemer dominert av statisk trykk fremfor dynamisk trykk, f.eks innløppspumping. Alternativt kan man kjøre med flere mindre pumper parallelt, og med riktig antall avhengig av belastningen. Frekvensomformer kan heller ikke hjelpe (og bør helst ikke kombineres med) en billig motor med dårlig energieffektivitet.	Frekvensomformer på alle pumpe og viftesystemer; disse vil justere hastighet optimalt og uten behov for struping, og sparer dermed typisk 30 % i energiforbruk. Innløps og utløppspumping (hvis noe) og slampumping er de største energipostene for pumping. Innløppspumping blir en mye større energipost enn slampumping pluss avvanning hvis renseanlegget ligger over innløpstunnel. Se egne sjekkpunkter i prosess-sjekklisten. Frekvensomformer korrigerer for overdimensjonering til en viss grad, men veldig overdimensjonerte motorsystemer vil ha dårligere virkningsgrad ved veldig lav last. Noen generelle tommelfingerregler som bør sjekkes utfra belastningssituasjon i hvert tilfelle: dimensjonere motorsystemer for dagens belastning pluss 30 % og heller sette av plass til flere eller større motorsystemer som kan håndtere belastning om 20-30 år. I følge DANVAs tommelfingerregel har en veldimensjonert pumpe 5 Wh/m³/m løftehøyde. NB: Dimensjonering sjekkes under energigranskning del av designkontroll. Særlig viktig for blåsemaskiner og innløppspumper.	
4.9.3 Effektivisering av snøsmelteanlegg	Området med snøsmelting skal ha godt fall og drenering som fører smeltevann vekk for å minimalisere gjenfrysning. Brøyting og strøing	Snøsmelting bør bruke direkte veksling f.eks med returtemperatur i varmeanlegg. Velg overdekning med riktige varmeegenskaper; material som er ikke- isolerende og som ikke er porøst (for ikke å ta	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvar lig
	hjelper mye også.	opp fuktighet). Manuell styring basert på temperaturfølere og værprognose gir beste resultater. Egen energimåler anbefales på snøsmelteanlegg.	

5 SJEKKLISTE FOR EOS OG ENERGILEDELSE

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig															
5.1 EOS og energiledelse i designfasen	Dagens toppsystem/SD-anlegg har vanligvis ikke nødvendige funksjonalitet for effektiv oppfølging av energiforbruk. Et EOS system som er tett integrert med SD-anlegget gjør energioppfølging operativt; dvs at det ikke kun blir et rapporteringssystem for ledelse.	Erfaring fra Enova og industri viser at innføring av EOS og energiledelse reduserer energiforbruk med 2,5 %, i gjennomsnitt.																
5.1.1 Etablere nøkkeltall for EOS	Definisjoner av basisnøkkeltall finnes i Norsk Vann rapport B16/2011 «Veiledning for kartlegging av energiforbruk i VA-sektoren». Nøkkeltall er mest nyttig for oppfølging mot tidligere perioder i et renseanlegg. Sammenligning av nøkkeltall med andre renseanlegg er problematisk pga. forskjeller i høyde, sammensetning, rensemetode etc.	Et velfungerende EOS system vil synliggjøre energiforbruk, kalkulerer nøkkeltall og sammenligner med benchmark/målsætninger for disse tallene. Noen ekstra nøkkeltall foreslått av DANVA og Svensk Vatten er også inkludert i tabellen nedenfor, med typiske tall for elforbruk fra disse kildene. <table><tr><th>Nøkkeltall</th><th>Kommentar</th><th>Typiske for elforbruk</th></tr><tr><td>kWh/m³</td><td>m³ målt ved innløp</td><td>0,35- 0,50 (DANVA) 0,9 – 4,4 (SV) 0,31- 0,35 (VEAS)</td></tr><tr><td>kWh/BOF₅</td><td>BOF i tonn per år</td><td></td></tr><tr><td>kWh/pe</td><td>Pe fjernet per døgn. Regnes med 60 g BOF₅/pe</td><td>35 – 65 (DANVA) 94- 350 (SV)</td></tr><tr><td>kWh/kg TS</td><td>Utvidet nøkkeltall</td><td></td></tr></table>	Nøkkeltall	Kommentar	Typiske for elforbruk	kWh/m ³	m ³ målt ved innløp	0,35- 0,50 (DANVA) 0,9 – 4,4 (SV) 0,31- 0,35 (VEAS)	kWh/BOF ₅	BOF i tonn per år		kWh/pe	Pe fjernet per døgn. Regnes med 60 g BOF ₅ /pe	35 – 65 (DANVA) 94- 350 (SV)	kWh/kg TS	Utvidet nøkkeltall		
Nøkkeltall	Kommentar	Typiske for elforbruk																
kWh/m ³	m ³ målt ved innløp	0,35- 0,50 (DANVA) 0,9 – 4,4 (SV) 0,31- 0,35 (VEAS)																
kWh/BOF ₅	BOF i tonn per år																	
kWh/pe	Pe fjernet per døgn. Regnes med 60 g BOF ₅ /pe	35 – 65 (DANVA) 94- 350 (SV)																
kWh/kg TS	Utvidet nøkkeltall																	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)			Ansvarlig
		KWh/kg BOD	Utvidet nøkkeltall	2,5-3,0 (SV)	
		Energi (kWh) i nøkkeltall bør være beregnet som total for alle energiformer (tilført elektrisitet og tilført varme), men også separat for el og varme. Nøkkeltall for varme bør helst også bli formålsdelt etter romoppvarming, ventilasjon, tappevann, og snøsmelting (hvis noe) Hovednøkkeltall måles opp mod flow. Prosessnøkkeltall måles opp mot belastning. Prosessnøkkeltall beregnes pr. månedsbasis. Et EOS system kan programmeres til å generere vedlikeholdsalarm når energiforbruk går over grenseverdier. Prosessleverandør bør sjekke om design energiforbruksdata finnes på lavere nivå f.eks. blåsemaskinene, sandfang. I dagens tilbudsdokumenter finnes det kun energiforbrukstall for hele prosess.			
5.1.2 Utarbeide et program for energimålere	Et velfungerende EOS er avhengig av mange, kalibrerte strøm og varmemålere i feltet, og oppfølging med gode rutiner for energiledelse.	Formålsdelte termisk energimålere i VVS anlegget og på alle energiproduserende enheter, inkl. mengder biogass produsert Prosjekterende kan utarbeide en liste over alt utstyr som inngår i energiovervåking. Etablering og tydeliggjøring av EOS-funksjoner er viktig, slik at ønskede signaler fra PLS-nivå kan spesifiseres og hentes ut. Viktig å definere grensesnitt mellom leveransene. VA selv må ta ansvar for koordinering av EOS. Vuder online-målere på kritiske målepunkter og stort forbruk. Kablesystemer er å foretrekke, men trådløse kan vurderes. Manuell avlesning			

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
		ved hjele av QR-koder er også mulig (f.eks. pumoestasjoner).	
5.1.3 Spesifisere strømmålere på komponentnivå	Målere på strømforbrukende komponenter, slik at energiforbruket kan følges opp detaljert. Estimater for driftstid, effekt og elforbruk per motorsystem.	Generelt skal energi måles på alle større komponenter; forslaget er alt over 5 kW tas med. Krav om måling på fordelere. Alle motorsystemer med frekvensomformere kan måle energiforbruk uten ekstra utstyr. Det er viktig å få signalene inn, også fra pakkeløsninger. Gjelder for både el og varme. Andre mindre komponenter bidrar til måling på tavlenivå. Husk separate målere for belysning og ventilasjon (evt også komfortvarme).	
5.1.4 Innhente klimadata til EOS		Nøkkeltall må sees i sammenheng med oppdaterte klimadata for utetemperatur, og daglige nedbørsmengder i området	
5.1.5 Energi-skjermbilde i toppsystem/SD anlegg		Utvikle nye skjermbilde i SD-anlegget/toppsystemet som viser energinøkkeltall fra EOS. Et eget "energiskjermbilde" viser nøkkeltall fra energiforbruk / utetemperatur / vanntemperatur / turbiditet osv. samles og beregnet pr prosessstrinn. Spesielle skjermbilder for overvåkning av blåsemaskiner, sentrifuger, VVS anbefales.	
5.1.6 Tilstandsovervåking for kritiske komponenter	Automatikk som kan detektere slitte løpehjul og andre problemer under drift.	God ide å å lage et enkelt system til oppfølging. Sjekk om frekvensomformere har ekstra funksjonalitet for	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
	Data brukes i en vedlikeholdsstrategi for å oppdage slitasje, begroing, instrumentfeil etc. Lagerovervåking for større pumper	dette. Forslag: Prosessleverandørerne gir anbefalinger til VVS-leverandørerne om utvalgelse av kritiske komponenter og sjekker hvilken funksjonalitet som finnes i dag i motorsystemene/automatikk. VA ser på muligheter for å samle data og presentere skjermbilde som viser tilstand og kan avdekke slitte løpehjul. For eksempel uforventet økning i strømforbruket per motor. Besparelspotensialet er regnet som middelstort.	
5.1.7 Kontroll av energieffektivitet ihht garanti		Målemetoder defineres klart slik at energiytelse kan følges opp i EOS på objektivt måte.	
5.1.8 Energoptimalisering under igangkjøring		Igangkjøring av prosesslinjene er, for eksempel, en gyllen anledning for leverandørerne til å justere noen parametre for optimal energiytelse. Luftinnblåsing etter O ₂ og sentrifugedrift er to områder hvor mulighet for slik tuning fra SD-anlegget, med ekspertråd, kan hjelpe.	
5.1.9 Eksponere parametre i SD-anlegget	Inngrep i prosessdesign er begrenset for patenterte eller pakkeløsninger fra leverandører.	Men leverandørerne kan sende noen utvalgte nøkkelparametre, vanligvis gjemt i prosessanleggets PLS-er, til SD-anlegget for overvåking og senere justering. Styringsparametre for oksygen er blant de med store konsekvenser for energiforbruk.	
5.2 Energiledelse i drift	Det er mange gode grunner til å innføre energiledelse i designfasen. En vellykket	<i>Energiprisene (og effektivitetene) er høye, og energi er et opplagt område å spare driftskostnader på. Erfaring viser at energiledelse det første året kan gi besparelser på 10-15 %</i>	

Sjekkpunkt	Forhold som må vurderes	Anbefalte tiltak/forslag til løsninger (listen over tiltak er ikke uttømmende)	Ansvarlig
	strategi er å søke forankring i toppledelse og integrering med de operative systemene.	av det totale energiforbruket Energiledelse fører til god drift. Fokus på energiforbruk vil ofte føre til en bedre utnyttelse av maskiner og råvarer, siden standbytap og svinns minimeres. Samtidig får byggherren bedre styring på driftskostnadene Energiledelse er et styringsverktøy på lik linje med miljø- og kvalitetsstyring. Systematisk arbeid med energi gir erfaring og ferdigheter som fører til fremtidig sertifisering i energiledelse Energiforbruk betyr også klimapåvirkning. Med energiledelse kan man sikre at man ikke påvirker klimaet mer enn nødvendig, og signalisere en "grønn" profil av organisasjonen/anleggene.	
5.2.1 Innføre energiledelse i driftsfasen	Innføring av energiledelse etter ny norsk standard NS-EN 16001, med prosess som også er kjent som «Planlegg, Utfør, Kontroller, Korrigjer». Energiledelse i VA-sektoren er omtalt i Norsk Vann rapport B16/2011 «Veiledning for kartlegging av energiforbruk i VA-sektoren»	Stegene til energioppfølging og energiledelse er: (1) Forankring i ledelse og ansvarsmatrise (2) Sett opp faste datoer for energioppfølgingsmøter og oppdatering av budsjettet for energitiltak (3) Tallfeste målsetning om reduksjon av energi eller klimagassutslipp, med basisår 2010 (4) Har månedlige (eller daglige) beregning av energinøkkeltall: (kWh/m³ utløp, kWh/kg BOD, kWh/tonn slam produsert, kWh/PE, kWh/kg TS) (5) Kvartalsvis oppfølging av energitiltak.	
5.2.2 Energioppplæring og enøkmanual		I forbindelse med energifunksjonalitet i EOS bør det utarbeides egen enøkmanual og opplæring i energifunksjonene i toppsystemet for driftspersonalet.	

6 VEDLEGG – ENHETSPROSESSER

6.1 Forbehandling

Målet med forbehandling av avløpsvann er enten å fraskille grovere stoffer fra vannet som ellers kan skape problemer i etterfølgende behandlingstrinn eller å redusere stoffmessig belastning på etterfølgende behandlingstrinn. Forbehandling med det førstnevnte formålet kan gjennomføres med rister, siler, fettfang og sandfang. Det sistnevnte formålet dekkes med bruk av slamavskilling.

6.2 Sand- og fettfang

Sand- og fettfang installeres for å fjerne sand, kaffegrut og fett i et basseng. Det finnes mange typer sandfang, men i Norge er luftede sandfang desidert mest i bruk. Vortex-sandfang er en relativt nyutviklet løsning med oppholdstid på ca. 0,5 min ved maks. tilrenning eller en 1/6-del av tradisjonelle luftede sandfang. Ulempen er at man må etablere separate fettfang dersom etterfølgende prosesser tilsier at man må avskille fett før disse. Ved bruk av forsedimentering eller flotasjon for avskilling av primærslam kan disse prosessene dekke behovet for fjerning av fett slik at man unngår en egen prosess for dette. Fordelen med løsningen er at man sparer betydelige driftskostnader ved at man ikke benytter luft for omrøring. Bassengene er utformet slik at man oppnår en naturlig vortex-strømning som følge av innstrømnings-hastighet. Omrøringen sørger for at vortex-strømningen forblir tilnærmet den samme hele tiden. Omrøreren turtallsreguleres derfor i takt med tilrenningen, dvs. at omrøringen trappes ned når tilrenningen øker og vice versa.



Figur 2 : Sand- og fettfang

I luftede sandfang er det et relativt stort sparepotensiale ved optimalisering av luftinnblåsing. Dette forutsetter at anleggene er utstyrt med sandvaskere (ikke sandavvannere) hvor det aksepteres en god del mer organisk stoff i sanda til vaskerne. Dette organiske materialet vil bli vasket ut i sandvaskerne.

Fettet som skilles ut fra fettfang har en konsistens som gjør at det lett bygger seg på i fettkummer, i rør og i pumper. Det er derfor nødvendig å spyle med varmtvann for å redusere problemene. Dette kan medføre et betydelig energiforbruk dersom designet ikke er optimalt (lange rørføringer, flere pumpetrinn, uheldig pumpevalg, mye omrøring osv.).

Etterbehandlingen av dette fettet er også viktig for å unngå store arbeidsmiljømessige belastninger og man har de senere årene bl.a. begynt å flottre slammet for å få ned mengden og for å forenkle håndteringen av slammet. Erfaringer så langt viser at det produseres store mengder flottert slam men at slammet inneholder relativt lite fett. Man bør overveie å tilføre dette slammet til slamsiden for avvanning sammen med ordinært slam.

6.3 Biotrinn

6.3.1 Biotrinn med aktiv slam

Ved biotrinn med aktivslam gjennomføres biokjemisk oksidasjon med suspenderte bakteriekulturer. Mikroorganismene befinner seg suspendert i vannfasen i form av små slampartikler (aktivt slam). Slammet holdes suspendert i aktivslamtanken ved hjelp av mekanisk omrøring for anaerobe biologiske prosesser, eller ved hjelp av luftinnblåsing i aerobe biologiske prosesser. Slammet følger avløpsvannet ut av aktivslamtanken, og må derfor separeres fra det rensede avløpsvannet i et sedimenteringsbasseng. Fra sedimenteringsbassenget pumpes slammet tilbake til aktivslamtanken. En liten del av dette slammet (tilsvarende den kontinuerlige produksjonen av mikroorganismer) tas imidlertid ut av returstrømmen som overskuddsslam. På denne måten kan man opprettholde en tilstrekkelig høy og stabil konsentrasjon av mikroorganismer i aktivslamtanken.



Figur 3: Aktivslam prosess

Det er et stort potensiale for energisparing ved design av biotrinn. Dette gjelder spesielt valg og styring av blåsemaskiner. Blåsemaskinene med eget styresystem for luftinnblåsing tillater å drifte anleggene med mindre sikkerhetsmarginer i forhold til oksygenkonsentrasjon i luftebassengene.

For aktivslam-prosessen bør det undersøkes om det kan oppnås et større sparepotensial ifm lufting. Oksygenkonsentrasjonen ligger mellom 0,5 og 1 mg O₂/l. På nitrogenfjerningsanlegg er det et stort sparepotensiale, men potensialet er regnet som noe mindre for BOF-anlegg (sekundærrensing).

6.3.2 Biotrinn med biofilm

Ved biotrinn med biofilmprosesser oppnås biokjemisk oksidasjon med fastsittende bakteriekulturer. Interessen for bruk av biofilmprosesser i renselanlegg er økende. Dette skyldes først og fremst at disse anleggene gjerne blir mer kompakte enn de mer tradisjonelle aktivslamanleggene.

Avløpsvannet ledes inn i en tank hvor mikroorganismene som er ansvarlige for nedbrytningen av avløpsvannets avfallsstoffer, sitter fast på en eller annen type bæremedium (biofilmen). Stoffene som skal fjernes fra avløpsvannet, opptas av mikroorganismene idet avløpsvannet strømmer forbi bæremediet.

Mange typer bæremedier for biofilm er i bruk rundt om i verden. Naturmaterialer som stein er velkjente, men etter hvert er plastmaterialer av ulike typer, og med ulik utforming, blitt mer og mer vanlig. Det man ønsker å oppnå er størst mulig biofilmoverflate pr tankvolum, slik at rensingen blir så effektiv som mulig. Samtidig må man ta hensyn til praktiske problemer som faren for gjentetting.



Figur 4: MBBR prosess (Kaldnes Moving BedTM)

For biofilm-prosessen er den optimale oksygenkonsentrasjonen høyere enn for aktiv slam (ca. 3 mg O₂/l) og det er omrøringen av bæremidiet som er dimensjonerende for prosessen. Det kan også overveies å implementere dynamisk styring som er avhengig av oksygenbehovet i biofilmsystemer.

6.3.3 Energiforbruk ved biologisk behandling av avløpsvann

Ved store renseanlegg etableres vanligvis en aktivslamprosess som biologisk rensetrinn. Alternativt kan det benyttes forskjellige andre prosesser slik som fixed og fluidized-bed reaktorer, biofiltre og membranprosesser (MBR). På grunn av stadig strengere utslippskrav stilt av myndigheter benyttes stadig oftere renseprosesser som oppnår høyere rensegrad, men som har den ulempen at de har mye høyere energiforbruk enn en standard aktivslamprosess. Figuren som følger viser at energiforbruket til nyere biotrinntyper slik som fixed bed-reaktorer, fluidized bed-reaktorer og spesielt membranprosesser øker kraftig sammenlignet med vanlige aktivslamprosesser [10].

Energi til biotrinnet kan utgjøre opp til 90 % av det totale energiforbruket i et renseanlegg. Derfor er valg av biologisk prosess avgjørende for framtidig energiforbruk og bør vurderes grundig med hensyn til de faktiske operasjonelle og tekniske rensekravene. Særlig viktig for energibehovet til biotrinnet er styring av lufttilførsel via oksygenmålere, og mulighetene for nedjustering av lufttilførsel under perioder med lav belastning (for eks. under natt og sommertid).

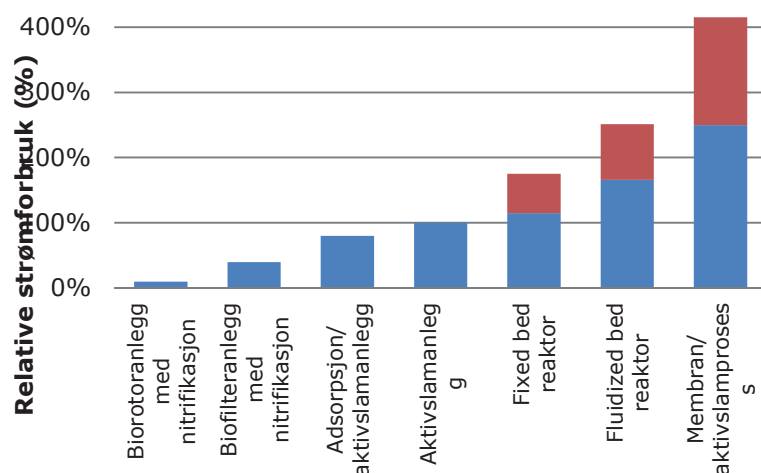


Figure **Feil! Det er ingen tekst med den angitte stilen i dokumentet.**-1 Relative strømforbruk til ulike typer biotrinns i forhold til en standard aktivslamprosess (referanse anlegg med forsedimentering, nitrifikasjon/denitrifikasjon og biogasstank = 100 % [10]).

6.3.4 Styling av kapasitet for blåsemaskiner

Det finnes ulike typer blåsemaskiner for lufting. Regulering av oksygentilførsel oppnås ved regulering av luftmengden. Regulering oppnås hovedsaklig enten ved (1) tilkobling og frakobling av enkelte maskiner eller (2) ved endring av turtall. Turtallsregulering under 40 % av det nominelle turtallet er umulig for flere maskintyper. Endring av turtall kan gjøres trinnvis med motorer med mulighet til polomkobling eller kontinuerlig med frekvensomformere.

Vanligvis brukes to eller flere blåsemaskiner koblet til et sentralt distribusjonsnett for forsyning av bassenger for biotritt eller soner som må luftes. Kapasiteten på blåsemaskiner er regulert i forhold til bør- og er- verdier for oksygeninnhold. Avhengig av konfigurasjon, kan reguleringen gjennomføres ved justering av luftmengder eller innstilling av reguleringsventiler. Ved regulering av luft i flere kamre, har det vist seg å være bra å ha en reguleringskrets for å kontrollere trykket i luftfordelingssystemet før distribusjon til enkelte kamre **[Feil! Fant ikke referansekilden.]**.

6.3.5 Omrøring i luftebassenger

Den delen av luftebassenger som ikke er luftet for å favorisere denitrifikasjon og forsterket fosforfjerning, må holdes i bevegelse for å unngå sedimentering av slam. Løsningen er vanligvis å installere omrørere med spesielle blad – ofte med senkbar motor. Med en optimalt tilpasset bassenggeometri, kan moderne omrøringsystemer ha et effektbehov på bare 1,5 til 2 W/m³ **[Feil! Fant ikke referansekilden.]**.

Det er viktig å tilpasse omrørerne og bassengenes geometri til hverandre. Plassering av omrørerne er derfor også veldig viktig. Plassering i vertikal retning (nær overflaten eller bunnen) samt rotasjonsvinkel og helning på omrørerne er av stor betydning. I tillegg er større bassenger mer gunstig for omrøring enn flere små bassenger ut i fra et energisynspunkt.

Vanligvis finnes det konkurrerende krav som gjelder den minste luftmengden. I noen tilfeller må man sikre en tilstrekkelig omrøring, mens man i andre tilfeller ikke må tilføre for mye oksygen med hensyn til rensing og ut fra energisynspunkt. Her gjelder det å tilpasse luftmengden så godt som mulig til den reelle belastningen basert på "er-verdien". Det kan være lurt å bruke bare en andel av total luftingskapasitet og avlaste de øvrige luftebassengene ved store avvik mellom den installerte kapasiteten og den reelle belastningen.

6.4 Avskilling av slam

Det er relevant å overveie å benytte aktiv returslamstyring (ikke relevant for biofilmsystemer). Det krever at det etableres pålitelige slamnivåmålere og stabiliteten av disse bør undersøkes nærmere. I Danmark har man gode erfaringer med dette konseptet. Norske referanser etterlyses. De mest vanlige slamavskillingsprosessene er sedimentering, filtrering, og flotasjon.

6.4.1 Sedimentering

Dette er en separasjonsmetode hvor partikler bunnfelles ved hjelp av partiklenes egen tyngde (tradisjonell løsning) eller ved hjelp av kjemikalier etc. hvor sedimenteringsegenskapene dramatisk forbedres slik at areal-/ volumbehov reduseres betydelig og/ eller kapasiteten økes betydelig innenfor tilgjengelig areal/ volum (ved ombygging). Sedimenteringskapasiteten kan i tillegg økes betydelig ved å benytte lameller i sedimenteringsbassengene. Det finnes også prosesser hvor lamellsedimentering benyttes i kombinasjon med flotasjon for å oppnå ytterligere effekt. Sedimentering er egnet for separering av alle typer slamsuspensjoner ved rensing av kommunalt avløpsvann. Overflatebelastningen benyttes vanligvis som dimensjoneringsparameter for sedimenteringsbassenger.



Figur 5 : Sedimenteringsbasseng

6.4.2 Flotasjon

Ved denne prosessen hefter slammet til små gassbobler som beveger seg mot overflaten slik at slampartikler avskilles fra væskefasen. Oppløsning av luft i vann under høyt trykk er den vanligste måten å produsere boblene på. Flotasjon er egnet for avskilling av lett slam, f. eks. kjemisk slam ved etterfelling med aluminium eller jern og slam fra biofilmprosesser (for eksempel MBBR) med direkte etterfølgende felling. Det er begrenset erfaring med bruk av flotasjon i forbindelse med aktivslamprosesser. Overflatebelastning og oppholdstid er vanligvis den dimensjonerende parameteren for flotasjonsprosesser.



Figur 6: Flotasjonsanlegg fra Krüger Kaldnes AS (type Musling)

6.5 Fortykking

Slamfortykking er en prosess som benyttes for å oppkonsentrere slammet som tas ut fra forskjellige avskillingsprosesser ved rensing av avløpsvann. Denne enhetsprosessen kan gjennomføres ved bruk av følgende metoder: Gravitasjon, flotasjon eller mekaniske fortykkermaskiner.

Tørrestoffbelastningen brukes vanligvis for dimensjonering av gravitasjonsfortykkere. Høyere belastninger kan benyttes ved bruk av kalk som fellingskjemikaliu. Ved bruk av flotasjon i avskillingstrinn er det normalt ikke aktuelt å benytte gravitasjons- eller flotasjonsfortykkere da dette ikke vil gi noe forbedring i tørrestoffkonsentrasjon. En må da gripe til mekaniske fortykkermaskiner, men det forutsetter at lufta i slammet er fjernet på forhånd. Flotasjonsfortykkere og mekaniske fortykkermaskiner må dimensjoneres ut fra spesifikasjonene til de ulike leverandørene.

6.5.1 Energiforbruk

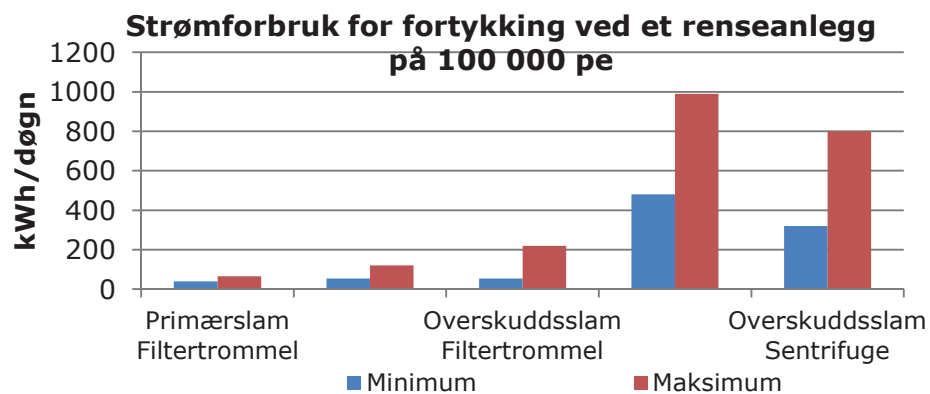
Fortykking av slam er en prosess som reduserer slamvolumet og som fører til mindre energiforbruk for etterfølgende behandlingstrinn. Ved en senere tørking eller forbrenning av slam gir et høyt TS-innhold muligheter for energibesparelse. Viktig for valg av metode er ønskelig TS-innhold, som avhenger av den videre slambehandlingen og hvordan slammet til slutt vil bli brukt. Den energimessig mest gunstige metoden for fortykking er statisk eller gravimetrisk fortykking. Den største gevinsten kan oppnås ved valg

av måten slam og rejektivann skilles på. Faste eller mobile slamnivåmålere kan brukes til å bestemme slamnivået og dermed bestemme optimalt nivå for separasjon.



Figur 7: Skivefortykker fra Huber (Rotamat RoS2S)

I figuren nedenfor vises en sammenligning av strømforbruket for ulike metoder for slamfortykking i Sverige. Differansene i energiforbruk er store, og kan skyldes delvis de forskjellige produsenter/fabrikater, og ulike slamegenskaper [Feil! Fant ikke referanseilden.].



Figur 8: Strømforbruk for fortykking av primær- og overskuddsslam i Sverige

6.6 Avvanning

Slamavvanning gjennomføres i vesentlig grad ved bruk av maskinell utrustning som dimensjoneres av utstyrleverandører. I Norge er det vanligvis 2 typer utstyr som anvendes for slamavvanning: dekanter-sentrifuger og silbåndpresser

6.6.1 Slamavvanning med sentrifuger

Slamavvanning med sentrifuge bygger på en akselerert sedimentering av slampartikler. Sentrifugetypen som brukes til avvanning heter dekanter-sentrifuge, og finnes i mange ulike fabrikater og utførelser. Ved sentrifugering gjennomføres kondisjonering ved å dosere polymer sammen med det innpumpede slammet i tilførselsrøret til sentrifugen.



Figur 9: Sentrifuge for avvanning fra Alfa Laval (Bekkelaget RA)

6.6.2 Slamavvanning med silbåndpresser

Ved avvanning med silbåndpresser blir slammet normalt kondisjonert ved tilsetning av polymer i en særskilt kondisjoneringstrømmel. Med silbåndet avvannes slammet først ved gravitasjon, men noen maskiner har vakuumsuging under silbåndet for å øke avvanningseffekten. Slammet avvannes deretter ytterligere ved at det utsettes for pressing mellom silbåndene.

6.6.3 Energiforbruk ved slamavvanning

Ved slamavvanning med sentrifuger brukes mest av energien til drift av sentrifuger, transport av slam til sentrifuge, og dosering av polymer (flokkuleringsmiddel). Med konvensjonelle sentrifuger kan man, avhengig av slammets egenskaper, oppnå et TS-innhold på ca. 20-30 %. I følge «Energihandbok for avlopsrensingsverk» er energiforbruk for avvanning i et renseanlegg dimensjonert for 100 000 PE mellom 20-43 kWh/t TS råtnet slam, som tilsvarer 120-260 kWh/dag.

Avvanning kan optimaliseres først og fremst ved justering av flokkuleringsmidler og maskinparametere. Dette gjelder følgende: Differanseturallet for sentrifuger, båndhastigheten for silbåndpresser og fyllingssekvensen for silbåndpresser.

Det finnes flere forskjellige systemer som kan brukes for å oppnå optimal dosering av flokkuleringsmidler. Måling av tørrstoffinnhold i transportledning og rejektivann har lenge vist seg å være meningsfull. Sammen med en tilsvarende måling av slam- og rejektivannmengder, kan man bestemme enklere tilførsel av slam og justere dosering av flokkuleringsmidler.

6.6.4 Samlet energiforbruk ved oppkonsentrering av slam

Energi forbrukes i alle følgende operasjoner: Blanding, transport/pumping, fortykking og avvanning. Slambehandling er vanligvis det prosesstrinnet som bruker mest energi etter lufting. Tall for et typisk anlegg viser at dette prosesstrinnet krever nesten 20 % av strømforbruket. En reduksjon av slammengden vil naturligvis føre til en betydelig reduksjon i energiforbruk både for transport og behandling av slam.

6.7 Hygienisering

I Norge er hygieniseringskravet konkret og oppgir at hygienisert slam ikke skal inneholde Salmonella-bakterier eller infektive parasittegg, og innholdet av termotolerante koliforme bakterier (TKB) skal være mindre enn 2500 pr. gram tørrstoff (Norsk Vann rapport 168/2009 – Veiledning for dimensjonering av avlopsrensingsanlegg). Det er mange forskjellige metoder for hygienisering av slam; pasteurisering, termisk hydrolyse etc. Hver metode har sine kritiske og anbefalte driftsbetingelser for temperatur. Disse er oppsummert i rapporten « Norske erfaringer med slamhygienisering i snart 20 år».

Fra energistandpunktet bør man alltid velge den hygieniseringsmetoden som er minst energikrevende, utfra en helhetlig energibalanse for hele anlegget. Temperaturkrav og eksponeringstidene i nevnte rapport kan være nyttig for energiutredning på dette spørsmålet.

6.8 Stabilisering

Formålet med stabilisering av slam fra renseanlegg er i første rekke å redusere lukt. Dette gjøres gjennom å bryte ned de organiske komponentene i slammet så mye at videre nedbrytning av gjenværende organisk materiale vil skje meget langsomt, noe som igjen betyr liten luktgenerering pr. tidsenhet. Slammets mikrobiologiske aktivitet blir betydelig redusert etter stabilisering. Et annet formål er å redusere mengden slam som må disponeres på grøntarealer, jordbruksarealer, skogsarealer osv. De biologiske metodene for slamstabilisering reduserer tørrstoffmengden, mens kjemisk stabilisering øker mengden. De viktigste metodene for slamstabilisering er: anaerob slamstabilisering, aerob slamstabilisering, og stabilisering med kalk.

6.8.1 Anaerob slamstabilisering

Stabiliseringen skjer i dette tilfelle ved en nedbrytningsprosess uten oksygen til stedet (anaerob). Prosessen foregår i en gasstett reaktor (råtnetank) hvor slammet varmes opp enten til 35–40 °C (mesofil prosess) eller 50–55 °C (termofil prosess). Vanligvis bruker et renseanlegg store mengder energi til å varme opp slammet. Følgende effekter finner sted ved anaerob stabilisering: reduksjon av tørrstoffmengde på grunn av nedbrytning av organisk stoff, dannelselse av stabilt (tilnærmet luktfritt) slam, og dannelselse av biogass som et restprodukt fra nedbrytningen av bakterier i reaktoren

For optimalisering av oppholdstid i råtnetank bør man vurdere etablering av et 1- eller 2-trinns råtnesystem. Det er viktig at oppholdstiden er tilstrekkelig for å oppnå maksimum omdannelse av organisk stoff til metan.

For optimalisering av temperatur i råtnetank bør man vurdere valg av type råtneprosess: mesofil eller termofil. Vanligvis anbefales det valg av en mesofil utråtningsprosess fremfor en termofil prosess fordi den er noe mer driftsstabil, produserer mindre ammonium (fare for giftvirkning), krever mindre varmetekniske investeringer, Gassproduksjonen er nesten like bra som ved en termofil prosess også. Men hvis man ønsker å kombinere hygienisering og stabilisering i samme prosessstrinn er termofil utråtning absolutt et aktuelt alternativ.

Gassproduksjon: I motsetning til et komposteringsanlegg (aerob), hvor energien frigjøres som varme, dannes det stort sett ikke varme i et biogassanlegg. Energien frigjøres i form av gass. Biogass består hovedsakelig av metan og CO₂, men inneholder også små mengder andre stoffer, som (svoveldioksyd, hydrogen og oksygen). Biogass kan brukes til cogenerering i en gassmotor (strøm, varme), forbrenning i kjelanlegg (varme) eller foredling til drivstoff (renset komprimert biogass eller flytende syntetisk biodiesel). Varmen fra forbrenningen av gassen nyttiggjøres både ved oppvarming av slammet før utråtning og av fjellhaller/ overbygg. Til dette trengs et antall varmevekslere.

Operasjon av et biogassanlegg krever energiforbrukende utstyr som slampumper for transport av slam gjennom varmevekslere, og omrøring i råtnekamre med pumper eller mekaniske omrørere. Sjekkpunktene om slampumper og omrørere gjelder for denne delen av anlegget også.

6.8.2 Aerob slamstabilisering

Hovedresultatet av denne prosessen er reduksjon av luktrisiko, og reduksjon av slammengde. Det lett nedbrytbare organiske materialet omdannes til karbondioksid og vann. Denne stabiliseringsmetoden kan brukes til å behandle de fleste slamtypene som genereres på mindre kommunale renseanlegg. Overskuddsslammet fra aktivslamanlegg med nitrifikasjon er normalt allerede stabilisert så mye at det ikke er nødvendig å gjennomføre noe videre stabilisering.

6.8.3 Stabilisering med kalk

Slamstabilisering med kalk kan ikke sidestilles med aerob eller anaerob slamstabilisering. De to biologiske prosessene oppnår en nedbrytning av slammets innhold av organisk stoff til stabile produkter. Dette fører til en permanent stabilisering. Ved kalkstabilisering oppfylles en midlertidig kjemisk stabilisering. Kalktilsetning kan hemme de biologiske nedbrytningsprosessene kun i et visst tidsrom.

7 VEDLEGG - PROSJEKTGJENNOMFØRING

7.1 Energiledelse i alle prosjektfaser

Energiriktig prosjektering består av en rekke energibeviste aktiviteter gjennom prosjektets faser. For å kunne prosjektere energibevist er det viktig at det skapes et konstruktivt samarbeid mellom VA myndighet, prosjekterende/entreprenørene og andre leverandører. VA myndighet skal iverksette et program for regelmessig energigranskning som del av kontrollarbeidet. Energigranskning er en systematisk, sammenhengende og dokumentert gjennomgang av et prosjekt for at vurdere prosjektets energieffektivitet ved de forventede driftsforholdene og for at foreslå ytterligere forbedringer av energiforholdene.

7.1.1 Livssyklusanalyse med energikostnader

I følge tall fra Sverige sitert i VA Rapport 2008-19: «Effektivare reningsverk» utgjør elkostnader 12 % av totale driftskostnader, og opp mot 25% i noen tilfeller. Tall fra USA (Metcalf, 2009) viser elforbruk på 20 % av driftsbudsjett. Livssyklusanalyse analyse bør utarbeides ved hver designvalg med betydelig energikonsekvenser. Bruk livssykluskostnader (LCC) som grunnlag for investeringsbeslutninger for energiltak. Energikostnader innarbeides i 15-20 års kostnader når leverandører/rensemetoder skal vurderes.

7.2 Energiworkshop - gjennomføring

Anbefalt prosess for å gjennomføre et energiworkshop-møte:

1. Representanter fra alle prosessentreprenører og prosjekterende for alle fagene inviteres til workshopen, inkl driftsorganisasjonen for anlegg. Deltagerne får tilsendt håndboken med sjekklistene før møtet.
2. Deltagerne forbereder seg og ta med seg flytskjemaer, beskrivelser etc.
3. Deltagerne deles opp i grupper dro (1) Prosess , (2) Bygg/VVS/Elektro/EOS. Prosessgruppe består av prosessentreprenør, prosjekteringsgruppe og driftspersonell.
4. Diskusjonsleder er oppnevnt i hver gruppe som skal sørge for at alle punktene gjennomgås, med cirka 1 timer igjen i møtet for felles diskusjon.
5. Sjekklistene gjennomgås en «screening» for relevante punkter ihht rensemetode og topografi.
6. Sjekklistene gjennomgås punkt for punkt , med diskusjon og brainstorming. Sjekkpunktet kvitteres med konkret svar ja/nei, ansvar for oppfølging.
7. Kommentarer er viktig særlig med «nei» svar.
8. Avslutningsvis er alle gruppene samlet til en felles diskusjon.

Målsettingen med workshopen er å identifisere muligheter for forbedring av energiytelsen i anleggene og komme med forslag til designpunkter som har konsekvenser for energiytelsen. Workshopen tar sikte på de største energiforbrukerne (utstyr og prosesser). Workshopen er et tverrfaglig samarbeid og med en stor del av brainstorming bestående av diskusjon og kvittering av en energidesign sjekklister

7.2.1 Noen anbefalinger for VA og kommune:

- i. Etablere systemgrenser: skal energioptimalisering omfatter også transportnett og egenproduksjon?
- ii. Energiutredning for prosjektet; skal ta opp spørsmålet: Skal anlegget også bli energiproduserende i form av leveranse av varme, strøm eller biogass?
- iii. Sett målsetninger: beregn grunnleggende effekt- og energibehov basert på benchmark nøkkeltall og anleggets belastninger (for dimensjonerende hydraulisk belastning Q_{dim} , maksimal tilrenning $Q_{maksdim}$ etc.)
- iv. Still krav til energiytelse (garanti) for hele anlegget, med klare prosedyrer for testing under overleveringsperioden. Benytte flere nøkkeltall for kravsetting.
- v. Still krav til leverandør per entreprise eller per prosesstrinn, per stort energiforbrukende drivsystem. Sikre at leverandørene arbeider energibevisst.
- vi. Still krav til EOS system knyttet til SD anlegg, med tilstrekkelig antall målepunkter, med god integrasjon mellom feltinstrumenter og EOS systemet.
- vii. Still krav til energiopplæring, særlig ifm. overleveringsperioden.
- viii. Still krav til fornybarhetsandel for energiforbruk f.eks 60% av termisk energibehov er en fin målsetning, og tilsvarer kravet i byggeteknisk forskrift.
- ix. Sette opp alternative, energieffektive løsninger gjennom prosjektets faser og velge mellom disse utfra investerings- og driftsøkonomi, ved hjelp av LCC analyser.
- x. Oppnevnt person med energikoordinatorrollen/energigransker i prosjektteamet. Gi personen reell myndighet og budsjett for energiarbeid.
- xi. Legg byggeteknisk forskrift energikrav til grunn for alle bygninger utendørs.
- xii. Vurder EPC – «energy performance contracting» for VVS deler av anlegget. Vurdere å la leverandørene drifte anlegget i første 1-3 år. Norsk Vann utarbeider veiledning om EPC i VA.
- xiii. Kvalitetssikre den energibevisste innsatsen gjennom energigranskning under prosjektering.
- xiv. Vurdere støtteordninger fra Enova, og muligheter for grønne el-sertifikater.
- xv. Sørg for innspill til reguleringsplanlegging som muliggjør transport av egenprodusert energi for distribusjon utad. Samme prinsipp gjelder for leveranse av fjernvarme til RA. Nærhet til avfallsdeponi tilbyr lignende muligheter for veksling av biogass.
- xvi. Med prosjektleder: arrangere tverrfaglig energiworkshop (1) tidlig i designfase, med representanter fra både prosess og VVS fagene også igjen (2) i løpet av prosjektering og før detaljprosjektering

7.3 Prosjektfaser

7.3.1 Skisseprosjektering/kartlegging

Anleggets energiforbruk kartlegges og det gjennomføres evt. en mer detaljert behovsanalyse. Alternative utforminger av anlegget oppstilles og vurderes ut fra totaløkonomi. Der foretas en energigranskning av anleggets utforming og skisseprosjektets øvrige resultater. Det sikres at de energieffektiviserende tiltakene ikke medfører forringet rensing på anlegget.

7.3.2 Detaljprosjekt

Denne fasen omfatter følgende aktiviteter: optimalisering av anleggsdeler samt valg av komponenter ut fra totaløkonomi, og valg av styrings- og reguleringsprinsipp som sikrer høy energieffektivitet.

7.3.3 Anbud

Anbudsmaterialet utformes med opplysninger om driftsforhold samt krav til anleggsøkonomi og til energieffektivitet. Opplysningene skal gjøre det mulig for leverandører å optimalisere totaløkonomien for de tilbudte anleggene og eventuelt foreslå alternative løsninger som tar hensyn til energiforbruket. For eksempel, man kan i anbudsmaterialet kreve at entreprenøren spesifiserer alternative energieffektive løsninger og disses eventuelle merinvesteringer og tilbakebetalingstid. Eksempelvis kan entreprenøren utarbeide tilbud på et pumpesystem med en sparepumpe og en litt billigere løsning uten sparepumpe.

7.3.4 Tilbud

Vurdering av om de løsningene, anlegg og komponenter, som leverandørene tilbyr er økonomisk og energimessig attraktive.

7.3.5 Kontraktingngåelse

Fastleggelse av målbare krav til utstyrets energieffektivitet. Ved funksjonsanbud og totalleveranser fastlegges også retningslinjer for leverandørens energibeviste prosjekteringsinnsats og herunder energigranskning. Under og etter inngåelse av kontrakt med entreprenøren er det viktig at virksomheten eller dennes energigransker har en konstruktiv dialog med entreprenøren, slik at det satses på energieffektive løsninger under entreprisens detaljprosjektering og utførelse.

7.3.6 Leveranse/etablering

Vurdering av, om eventuelle endringer i de forutsatte driftsforholdene og energiprisene nødvendiggjør en revurdering eller justering av de valgte løsningene.

7.3.7 Overlevering

Måling av anleggets ytelse og energiforbruk sammenholdes med de fastlagte kravene. Dessuten sammenholdes disse med det forventede energiforbruket ved et tradisjonelt prosjektert anlegg, slik at de oppnådde energibesparelsene kan estimeres.

7.3.8 Igangsetting og drift

Erfaringer fra den energibeviste innsatsen innsamles og vurderes. Deretter følges opp anleggets ytelse, energiforbruk og forstyrrelser i tilfelle av upassende utvikling.

8 REFERANSER

1. Norsk Vann – Rapport, Tilstandsvurdering, 2010
2. Norsk Vann – Rapport 168 Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg, 2009
3. Norvar Rapport - Erfaringer med rensing av ventilasjonsluft fra avløpsanlegg, 2002
4. Variable Speed Electro Submersible Pumps Application guide, 2006 www.europump.org
5. VFD and minimum pump speed; Vaillencourt, Canterbury Energy, LLC, 2000
6. F.R.I. (2001). Energibevidst Projektering, metodebeskrivelse, august 2001, Foreningen af Rådgivende Ingeniører, F.R.I.
7. DANVA's energisparekampagne www.energibesparelser-vand.dk, Danmark 2011
8. Energinotat for Bårlidalen renseanlegg- vurdering iht TEK10, Norconsult 05.2012
9. Hellström «Energi 2008 – Reningsverk»
10. Handbuch Energi in ARA – Leitfaden zur Energieoptimierung auf Abwasserreinigungsanlagen, Sveits 2008
11. Svenskt Vatten/VA-Forsk Rapport – Energihandbok för avloppsreningsverk, Sverige 2002
12. Svenskt Vatten Rapport_2008-01- VA verkens energivinding
13. Svenskt Vatten Rapport_2008-19- Effektivare reningsverk
14. Svenskt Vatten Rapport_2011-04-VA-verkens energianvändning 2008
15. Sluttrapport ENØK tiltak- vann og avløp for Trondheim Bydrift, Rambøll, 11.2011
16. Sluttrapport- ENØK tiltak og energikartlegging AHSA renseanlegg Enøk, Norconsult, 04.2012
17. Wadahl S. (2010) Kartlegging av strømforbruk Hias IKS – renseanlegget, Hias IKS, Hamar
18. Norsk Vann og MiSA AS (2011) Energianalyse av den kommunale VA – sektoren, Misa rapport nr. 04/2011
19. Enova støtte programbeskrivelser www.enova.no.
20. Norsk Vann . Rapport B16/20011 – Veiledning for kartlegging av energibruk i VA-sektoren

Utgitte Norsk Vann Rapporter

(Tidligere kalt NORVAR-rapporter)

20. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Sluttrapport
- 20a. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Aerob og anaerob behandling
- 20b. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Kalking. Kompostering
- 20c. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Slamavvanning
- 20d. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Termisk behandling av kloakkslam
21. NORVAR's årsberetning 1991
22. EDB i VAR-teknikken. Fase 1 - kravspesifikasjoner m.m. Status-beskrivelse og forslag til videre arbeid (*Utgått*)
- 23a. Internkontroll for VA-anlegg. Mal for internkontrollhåndbok for VA-anlegg.
- 23b. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for avløpsanlegg. Eksempel fra Fredrikstad og omegn avløpsanlegg
- 23c. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for vannverk. Eksempel fra Vansjø vannverk
- 23d. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. Informasjon, avvik og tiltak, verne- og sikkerhetsarbeid, opplæring
- 23e. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved vannbehandlingsanlegg
- 23f. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved avløpsrenseanlegg
- 23g. Interkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Oltedalen kloakkrenseanlegg
- 23h. Internkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Smøla vannverk
- 23i. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontroll for VA-transportsystemet. Eksempel fra Nedre Eiker kommune
24. NRV-prosjekt. Korrosjonskontroll ved vannbehandling med mikronisert marmor
25. Mal for prosessoppfølging av anlegg for stabilisering og hygienisering av slam
26. Installering av gassmotor for strømproduksjon ved rensanlegg
27. Mottak og behandling av avvannet råslam ved rensanlegg som hygieniserer og stabiliserer slam i væskeform
28. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt
29. Regnvannsoverløp
30. Utvikling og uttesting av datasystem for informasjonsflyt i VA-sektoren (*Utgått*)
31. PRO-VA, Brukerklubb for prosess-styresystemer, drift- og fjernkontroll for VA-anlegg. Oversikt pr.1993. Leverandører, produkter, konsulenter (*Utgått*)
32. Bruk av statiske metoder (kjemometri) for å finne sammenhenger i analyseresultater for avløpsvann
33. Evaluering av enkle rensemetoder. Slamavskillere
34. Evaluering av enkle rensemetoder. Siler/finnister
35. Kravspesifikasjon og kontrollprogram for VA-kjemikalier (*Utgått*)
36. Filter som hygienisk barriere
37. EU/EDS, konsekvenser for Norges vannforsyning
38. NORVAR-prosjekter 1992/93 (*Utgått*)
39. Implementering av EDB-basert vedlikeholdssystem. Erfaringer fra referanseprosjekt knyttet til pilot-prosjekt ved Bekkelaget rensanlegg (*Utgått*)
40. Driftsassistanter for avløp. Utredning om rolle og funksjon fremover
41. Metri-tel. Kommunikasjonsmedium for VA-installasjoner. Erfaringer fra prøveprosjekt i Sandefjord kommune (*Utgått*)
42. Industriavløp til kommunalt nett. Evaluering av utførte industrikartleggingsprosjekt.
43. Korrosjonskontroll ved Hamar vannverk
44. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt. Vekstsesongen 1994
45. Forsøk med forfelling og felling i 2 trinn med polyaluminium-klorid høsten 1993 Kartlegging av slam- slamvannsstrømmer med og uten forfelling 1993-94
46. Renovering av avløpsledninger. Retningslinjer for dokumentasjon og kvalitetskontroll
47. Strategidokument for industrikontroll
48. NORVAR og miljøteknologi. Forprosjekt
49. Grunnundersøkelser for infiltrasjon - små avløpsanlegg. Forundersøkelse, områdebefaring og detaljundersøkelse ved planlegging og separate avløpsanlegg (*Erstattet av 178/10*)
50. Rørinspeksjon i avløpsledninger. Rapporteringshåndbok (*Erstattet av 145/05*)
51. Slambehandling
52. Bruk av slam i jordbruket
53. Bruk av slam på grøntarealer
54. Rørinspeksjon av avløpsledninger. Veileder (*Erstattet av 145/05*)
55. Vannbehandling og innvendig korrosjonskontroll i vannledninger
56. Vannforsyning til næringsmiddelindustrien. Krav til kvalitet. Vannverkenes erstatningsansvar ved svikt i vannleveransen
57. Trykkreduksjon. Håndbok og veileder
58. Karbonatisering på alkaliske filter
59. Veileder ved utarbeidelse av prosessgarantier
60. Avløp fra bilvaskeanlegg til kommunalt rensanlegg
61. Veileder i planlegging av fornyelse av vannledningsnett
62. Veileder i planlegging av spyling og pluggkjøring av vannledningsnett
63. Mal for godkjenning av vannverk
64. Driftserfaringer fra anlegg for stabilisering og hygienisering av slam i Norge
65. Forslag til veileder for fettavskillere til kommunalt avløpsnett
66. EØS-regelverket brukt på anskaffelser i VA-sektoren
67. Filter som hygienisk barriere - fase 3
68. Korrosjonskontroll ved Stange vannverk
69. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Siler/finnister
70. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Store slamavskillere samt underlag for veileder
71. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 3. Veileder for valg av rensemetode ved utslipp til gode sjøresipienter
72. Utviklingstrekk og utfordringer innen VA-teknikken. Sammenstilling av resultatet fra arbeidet i NORVARs gruppe for langtidsplanlegging i VA-sektoren
73. Etablering av NORVARs VA-infotorg. Bruk av internett som kommunikasjonsverktøy (*Utgått*)
74. Informasjon fra NORVARs faggruppe for EDB og IT. Spesialrapport - 5. Utgave Beskrivelse av 34 EDB-programmer/Moduler for bruk i VA-teknikken (*Erstattet av 133/03*)
75. NORVARs faggruppe for EDB og IT. IT-strategi i VA-sektoren. (*Erstattet av 133/03*)
76. Dataflyt-klassifisering av avløpsledninger. (*Erstattet av 150/07*)
77. Alternative områder for bruk av slam utenom jordbruket. Forprosjekt
78. Alternative behandlingsmetoder for fettslam fra fettavskillere
79. Informasjonssystem fordrikkevann, forprosjekt
80. Sjekkliste/veiledninger for prosjektering og utførelse av VA-hoved og stikkledninger - sanitærinstallasjoner
81. Veileder. Kontrahering av VA-tekniske prosessanlegg i totalentreprise
82. Veileder for prøvetaking av avløpsvann
83. Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering (*Erstattet av 145/05*)
84. Forfall og fornyelse av ledningsnett
85. Effektiv partikkelseparasjon innen avløpsteknikken
86. Behandling og disponering av vannverksslam. Forprosjekt
87. Kalsiumkarbonatfiltre for korrosjonskontroll. Utprøving av forskjellige marmormasser
88. Vannglass som korrosjonsinhibitor. Resultater fra pilotforsøk i Orkdal kommune
89. VA-ledningsanlegg etter revidert plan- og bygningslov
90. Actiflo-prosjektet ved Flesland ra
91. Vurdering av "slamfabrikk" for Østfold
92. Informasjon om VA-sektoren - forprosjekt
93. Videreutvikling av NORVAR. Resultatet av strategisk prosess 1997/98
94. Nettverksam arbeid mellom NORVAR, driftsassistanter og kommuner
95. Veileder for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken (*Erstattet av 192/12*)
96. Rist- og silgods - karakterisering, behandlings- og disponeringsløsninger
97. Slamforbrenning (VA-forsk 1999-11). (Samarbeidsprosjekt med VAV)
98. Kvalitetssystemer for VA-ledninger. Mal for prosessen for å komme fram til kvalitetssystem som tilfredsstiller kravene i revidert plan- og bygningslov
99. Veiledning i dokumentasjon av utslipp
100. Kvalitet, service og pris på kommunale vann- og avløpstjenester
101. Status og strategi for VA-opplæringen
102. Oppsummering av resultater og erfaringer fra forsøk og drift av nitrogenfjerning ved norske avløpsrenseanlegg
103. Returstrømmer i rensanlegg. Karakterisering og håndtering
104. Nordisk konferanse om nitrogenfjerning og biologisk fosforfjerning 1999
105. Sjekkliste plan- og byggeprosess for silanlegg
106. Effektiv bruk av driftsinformasjon på rensanlegg/mal for rapportering

107. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Teknisk veiledning. Foreløpig utgave
 108. Data for dokumentasjon av VA-sektorens infrastruktur og resultater
 109. Resultatindikatorer som styringsverktøy for VA-ledelsen
 110. Veileder i konkurranseutsetting. Avtaler for drift og vedlikehold av VA-anlegg
 111. Eksempel på driftsinstruks for silanlegg. Cap Clara i Molde kommune
 112. Erfaringer med nye renseløsninger for mindre utslipp
 113. Nødvendig kompetanse for drift av avløpsrenseanlegg. Læreplan for driftsoperatør avløp
 114. Nødvendig kompetanse for drift av vannbehandlingsanlegg. Læreplan for driftsoperatør vann
 115. Pumping av avløps slam. Pumpetyper, erfaringer og tikk
 116. Scenarier for VA-sektoren år 2010
 117. VA-juss. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (*Erstattet av 134/03*)
 118. Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR- teknikk (*Erstattet av 138/04*)
 119. Omstruktureringer i VA-sektoren i Norge En kartlegging og sammenstilling
 120. Strategi for norske vann- og avløpsverk. Rapport fra strategiprosess 2000/2001
 121. Kjøkkenavfallsvernere for håndtering av matavfall. Erfaringer og vurderinger
 122. Prosessen ved utarbeidelse av miljømål for vannforekomster. Erfaringer og råd fra noen kommuner
 123. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Veiledning for utarbeidelse av lokale forskrifter
 124. Nødvendig kompetanse for legging av VA-ledninger. Læreplan for ADK 1
 125. Mal for forenklet VA-norm
 126. Organisering og effektivisering av VA-sektoren. En mulighetsstudie
 127. Vassdragsforbund for Mjøsa og tilløpselvene - en samarbeidsmodell
 128. Bruk av resultatindikatorer og benchmarking i effektivitetsmåling av kommunale VA-virksomheter. Erfaringer og anbefalinger fra et prøveprosjekt
 129. Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering hovedledninger
 130. Gjenanskaffelseskostnadene for norske VA-anlegg
 131. Effektivisering av avløpssektoren
 132. Forslag til nytt system for prosjektvirksomheten i NORVAR
 133. IT-strategi for VA-sektoren. Veiledning
 134. VA-JUS. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (*Oppdateres årlig på www.norskvann.no*)
 135. Vannledningsrør i Norge. Historisk utvikling. 26 dimensjonstabeller
 136. Hygienisk barrierer og kritiske punkter i vannforsyningen: Hva har gått galt?
 137. Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng (*erstattet av 181/2011*)
 138. Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk. Revidert utgave
 139. Erfaringar med klorering og UV-stråling av drikkevatt
 140. NORVARs videre arbeid med slam. Strategisk plan for prosjektvirksomhet, informasjon og kommunikasjon. Forprosjekt
 141. Trenger Norge en VA-lov? Drøfting av behovet for en egen sektorlov for vann og avløp
 142. NORVARs benchmarkingsprosjekt 2004 Presentasjon av målesystem og resultater for 2003 ed analyse av datamaterialet
 143. Kartlegging av mulig helserisiko for abonnenter berørt av trykkløst vannledning ved arbeid på ledningsnett
 144. Veiledning i overvannshåndtering (*Erstattet av 162/08*)
 145. Inspeksjonsmanual for avløpssystemer. Del 1 – Ledninger
 146. Bærekraftig vedlikehold. Betrakninger av utvalgte problemstillinger knyttet til langsiktig forvaltning av vannledningsnett
 147. Optimal desinfeksjonspraksis for drikkevann
 148. Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsprogrammer for drikkevann
 149. Tilførsel av industrielt avløpsvann til kommunalt nett. Veiledning
 150. Dataflyt – Klassifisering av avløpsledninger
 151. Veiledning for vedlikeholdssystemer (FDV)
 152. Veiledning for anskaffelse av driftskontrollsystemer i VA-sektoren
 153. Norm for symboler i driftskontrollsystemer for VA-sektoren
 154. Norm for tagkoding i VA-anlegg
 155. Norm for merking og FDV-dokumentasjon i VA-sektoren
 156. Veiledning for oljeutskilleranlegg
 157. Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam. Resultater fra undersøkelsen i 2006/07
 158. Termoplastrør i Norge – før og nå
 159. Håndbok i kildesporing i avløpssystemet
 160. Driftserfaringer med membranfiltrering
 161. Helsemessig sikkert vannledningsnett
 162. Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering
 163. Veiledning for innhenting og evaluering av tilbud på analyseoppdrag
 164. Veiledning for UV-desinfeksjon av drikkevann
 165. Innsamlingsverktøy for vedlikeholdsdata
 166. Tiltak for å bedre fosforfjerningen på kjemiske renseanlegg
 167. Veiledning for kjøp av VA-kjemikalier
 168. Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg
 169. Optimal desinfeksjonspraksis fase 2
 170. Veileder til god desinfeksjonspraksis
 171. Erfaringer med lekkasjekontroll
 172. Trykktap i avløpsnett
 173. Veiledning for bruk av støpejernsrør
 174. Hygienisering av avløpsslam. Langtidslagring og enkel rankekompostering. Resultater fra 3 års valideringstesting
 175. Vann og avløp for nye i bransjen – læreplan E-læring og samlinger
 176. Statlige gebyrer og avgifter på de kommunale VAR-tjenestene
 177. Drikkevannskvalitet og kommende utfordringer – problemoversikt og status
 178. Grunnundersøkelser for infiltrasjon – mindre avløpsanlegg
 179. Veiledning i utarbeidelse av kommunale gebyrforskrifter for vann og avløp
 180. Fjernavlesning av vannmålere
 181. Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng
 182. Prøvetaking av avløpsvann og slam
 183. Veiledning om regulering av VA-tjenester til næringsmiddelindustri
 184. Tilsyn med utslipp fra avløpsanlegg innen kommunens myndighetsområde
 185. Fett i avløpsnett. Kartlegging og tiltaksforslag
 186. Veiledning i omorganisering av andelsvannverk til samvirkeforetak
 187. Kommunal overtakelse av vannverk organisert som andelslag eller samvirkeforetak
 188. Veiledning for drift av koaguleringsanlegg
 189. Håndbok for driftsoptimalisering av koaguleringsanlegg
 190. Klimatilpasningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer
 191. Rettigheter til uttak av vann til allmenn vannforsyning
 192. Veiledning for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken
 193. Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem
 194. Energiriktig design og prosjektering av avløpsrenseanlegg
- Rapportserie B:
- B1: Effektive VA-organisasjoner og tilfredse brukere. Forprosjekt
 - B2: PressurePuls for deteksjon av lekkasje på vannledninger.
 - B3: Kvalitetshveving av nye VA-ledningsanlegg. Kartlegging og tiltaksforslag
 - B4: Vannkvalitet i ledningsnett – Problemoversikt og status. Forprosjekt.
 - B5: Utslipp fra bilvaskehaller
 - B6: Kommunikasjonsstrategi for NORVAR og norske vann og avløpsverk
 - B7: Sandnesmodellen. Eksempel på system for kommunikasjon og virksomhetsstyring
 - B8: Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren
 - B9: Utvikling av et system for spørreundersøkelser blant VA-kundene
 - B10: Vannkilden som hygienisk barriere
 - B11: Økonomiske forhold i interkommunalt VA-samarbeid – praksis og kjøreregler
 - B12: Drikkevatt i media
 - B13: Silslam – mengder, behandlingsløsninger og bruksområder. Forprosjekt.
 - B14: Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren - forprosjekt
 - B15: Vannforskriftens økonomiske konsekvenser for kommunesektoren og avløpsanleggene
 - B16: Veiledning for kartlegging av energibruk VA-sektoren
- Rapportserie C:
- C1: Sårbarhet i vannforsyningen
 - C2: Stoff for stoff – kilde for kilde. Kvikksølv i avløpsnett
 - C3: Samarbeid om økt bruk av avløpsslam på grøntarealer
 - C4: Effekter av bruk av matavfallsvernere på ledningsnett, renseanlegg og avfallsbehandling
 - C5: Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen - veiledning
 - C6: I veien for hverandre - Samordning av rør og kabler i veigrunnen
 - C7: Forvaltningspraksis ved norsk damsikkerhet



- 💧 Norsk Vann er en ikke-kommersiell interesseorganisasjon for vann- og avløpssektoren (VA-sektoren). Organisasjonen skal bidra til å oppfylle visjonen om rent vann ved å sikre VA-sektoren funksjonelle rammevilkår og legge til rette for kunnskapsutvikling og kunnskapsdeling.
- 💧 Norsk Vann eies av norske kommuner, kommunalt eide VA-selskaper, kommunenes driftsassistanser for VA og noen private andelsvannverk. Norsk Vann representerer ca 360 kommuner med over 95 % av landets innbyggere. Virksomheten finansieres i hovedsak gjennom kontingenter fra medlemmene.
- 💧 Norsk Vann styres av eierne gjennom årsmøtet og av et styre sammensatt av representanter fra eierne.

- 💧 I Norsk Vanns prosjektsystem gjennomføres hvert år prosjekter for ca. 6 mill. kroner
- 💧 Det er praktiske og aktuelle spørsmål innenfor vann- og avløp som utredes
- 💧 Deltakerne foreslår prosjekter, styrer gjennomføringen og får full tilgang til alle resultater



Norsk Vann BA, Vangsvegen 143, 2321 Hamar
Tlf: 62 55 30 30 E-post: post@norsk vann.no
www.norsk vann.no