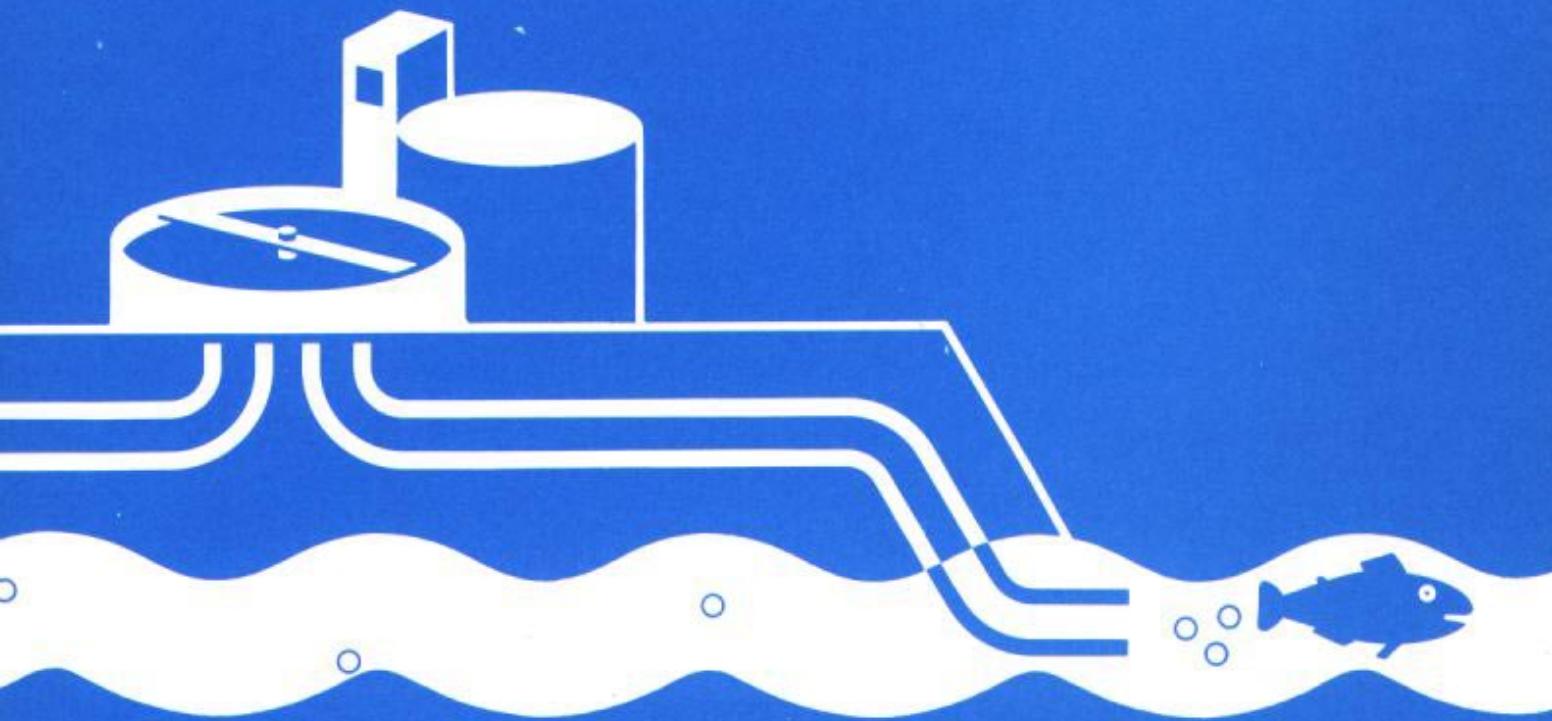


Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen

Nr. 2 1990

Fagligt indhold af renseanlæggets driftsdatabase



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen

Nr. 2 1990

Fagligt indhold af renseanlæggets driftsdatabase

Karsten Krogh Andersen, Erik Bundgaard,
Mogens Henze, Jes la Cour Jansen, Anders Lynggaard-Jensen,
Marinus K. Nielsen, Mogens Terkelsen

**Miljøministeriet
Miljøstyrelsen**

Om spildevandsforskning

Miljøstyrelsen har med baggrund i en særlig programbevilling i perioden 1988-91, med rådgivning fra Vandrensningsrådet, igangsat en række forskningsprojekter på spildevandsområdet.

Disse projekter er tæt koordineret med en række tilsvarende projekter, igangsat af Teknologirådet under Industri- og Handelsstyrelsen.

Miljøstyrelsens projekter offentliggøres i denne serie om spildevandsforskning. De øvrige offentligjorte rapporter er anført på omslagets næstsidste side.

Det bemærkes, at offentliggørelsen ikke nødvendigvis betyder, at indholdet er udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter, men styrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt bidrag til den videnopbygning, der også skulle være et led i gennemførelsen af Vandmiljøplanen.

INDHOLDSFORTEGNELSE

0. Resumé	5
1. Indledning	6
1.1 Baggrund og formål	6
1.2 Databaseindhold og -anvendelse . . .	7
1.3 Projektafgrænsninger og forudsætninger . . .	8
1.4. Anvendelse af rapporten	11
2. Driftsparametre for enhedsprocesser . . .	12
3. Niveauopdeling af driftsdata	15
4. Måle- og analysemuligheder	18
5. Andre data	22
6. Eksempler på renseanlæg	25
7. Konklusioner	31
Bilag: 1. Processkemaer	33
2. Massebalancer (eksempel)	61

0. RESUME

Det har været dette projekts formål at fastlægge og definere de faglige elementer af procesmæssig karakter, der bør indgå i en driftsdatabase for renseanlæg.

Da der ikke i øjeblikket eksisterer en overordnet struktur for sådanne driftsdatabase, er der i projektet opstillet en begrebsmæssig ramme, der kan benyttes ved opbygning af driftsdatabase for konkrete renseanlæg.

Danske renseanlæg har vidt forskellig opbygning, og der er i hvert enkelt tilfælde behov for at opbygge en mere eller mindre ny driftsdatabase. For at lette dette arbejde er en række almindeligt forekommende enhedsprocesser behandlet hver for sig, og de kan så benyttes i forskellige kombinationer, afhængigt af hvilken anlægsstørrelse og -type, der er tale om.

Gennemgangen af de enkelte enhedsprocesser gør rede for hvilke størrelser/parametre, der kan styres og hvilke målinger/ registreringer, der kan benyttes som udgangspunkt for styring. Der er desuden angivet, hvor de enkelte målinger kan foretages og endelig er anført en styringshyppighed. Hyppigheden angiver, hvor ofte der er behov for at vurdere processens tilstand og dermed eventuelt styre denne. Styringshyppigheden afhænger af det niveau (højt, lavt, mellem), man ønsker at benytte til styringen. Hyppigere styring end angivet for de enkelte niveauer vil næppe give bedre driftsresultater, men måske større udgifter til styring.

Ud over data til brug for styring, er der i rapporten angivet data, der kan bruges til analyse af renseanlæggenes driftssituation, f.eks. til brug for massebalancer, afløbskontrol og driftsforhold iøvrigt. Ved hjælp af disse data kan den mere langsigtede strategi for anlæggets styring fastlægges.

1. INDLEDNING

1.1. Baggrund og formål.

I forbindelse med udbygning af de mange danske renseanlæg er der behov for anvendelse af en række EDB-baserede værktøjer til brug for overvågning, styring, regulering og kontrol af det enkelte anlæg og det tilknyttede kloakanlæg. Det er af afgørende betydning både for opbygning af disse værktøjer og for den senere praktiske anvendelse, at de data om anlæg og kloak, der indgår, struktureres ensartet.

For renseanlæg gælder, at en sådan strukturering skal opbygges fra grunden, medens der for kloaksiden gennem spildevandskomiteens skrift nr. 19 længe har foreligget et grundlag.

Formålet med denne rapport er primært at fastlægge og definere de faglige elementer, der bør indgå i en driftsdatabase for renseanlæg. Der er alene tale om at opstille de indholdsmæssige krav med udgangspunkt i de spildevandstekniske behov. Der indgår derfor ikke elementer vedr. basens EDB-tekniske opbygning eller anvendelse.

Rapportens målgruppe er således de teknikere, proces-, el- og EDB-teknikere, der står for valg og opbygning af renseanlæggernes styrings-, overvågnings- og driftssystemer.

Rapporten er udarbejdet for Miljøstyrelsen af Dansk Ingeniørforening, Komiteen for Vandmiljøteknologi, som en del af "Det kommunale spildevandsprojekt", også kaldet "Struer-projektet". Arbejdet er udført af en arbejdsgruppe omfattende følgende personer:

Karsten Krogh Andersen, CowiConsult
Erik Bundgaard, I. Krüger
Mogens Henze, Lab. for tek. Hygiejne (formand)
Jes la Cour Jansen, Vandkvalitetsinstituttet, ATV
Anders Lynggaard-Jensen, Vandkvalitetsinstituttet, ATV
Marinus K. Nielsen, fa. M.K. Nielsen
Mogens Terkelsen, Lønholdt & Jans I/S (sekretær)

Arbejdsgruppens medlemmer er personligt udvalgt ud fra deres procestekniske viden inden for spildevandsområdet. Rapporten, der udgør gruppens fælles synspunkter, afspejler således ikke nødvendigvis de enkelte firmaers holdninger.

Samtidig må det påpeges, at rapportens anbefalinger vedrørende fagligt indhold af driftsdatabase på renseanlæg er sket i en periode, hvor der udfoldes store udviklingsbestræbelser på såvel det proces-

tekniske, det styrings- og reguleringstekniske, som det EDB-tekniske område. Anbefalingerne skal derfor opfattes som arbejdsgruppens bedste bud, baseret på det nuværende videnniveau, men må også ses i lyset af den forventede hastige udvikling. Endelig må det fastslås, at valg af optimal styring af renseanlæg ikke er et entydigt begreb, således at de fremkomne forslag ikke nødvendigvis vil være de bedste i alle tilfælde.

Arbejdsgruppen kan naturligvis på denne baggrund ikke påtage sig noget ansvar for anvendelse af rapportens forslag til et konkret renseanlæg.

Nærværende rapport omhandler alene driftsdatabase for renseanlæg. Sideløbende hermed er der dog foretaget en opdatering af spildevandskomiteens skrift nr. 19, der tilsvarende beskriver det faglige indhold af driftsdatabase for kloaknet.

1.2. Databaseindhold- og anvendelse

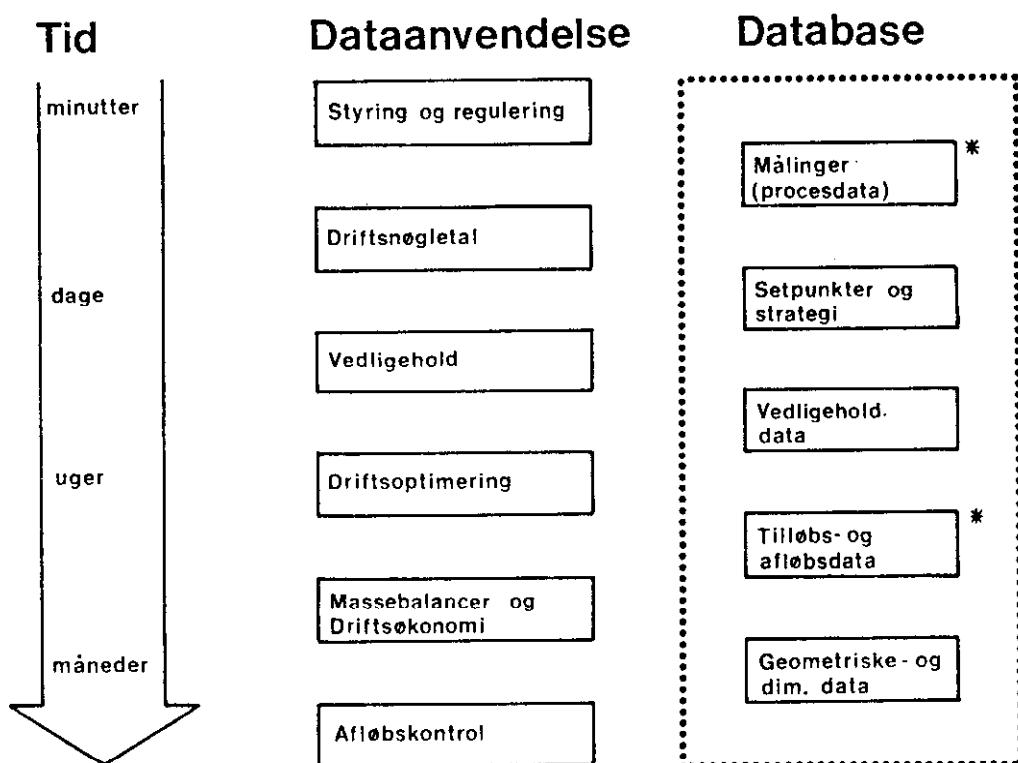
Fastlæggelsen af det faglige indhold i en driftsdatabase skal sikre, at der ud fra et proces teknisk synspunkt kan udtrækkes relevante data til styring og regulering af et renseanlæg på det niveau, der nu måtte ønskes. Samtidig skal det sikres, at der kan udføres massebalancebetragtninger samt beregning af relevante driftsnøgletal.

For at få det fulde udbytte af en driftsdatabase, skal denne også indeholde oplysninger om, hvilke setpunkter og styringsstrategier, der er anvendt på et givet tidspunkt. Dette sikrer, at senere optimering af driften kan foretages, evt. på baggrund af driftsgennemregninger (simulation) med ændrede styringsstrategier.

For at sikre en fornuftig drift af et veldimensineret og velstyret renseanlæg kræves også vedligeholdelsesrutiner. Derfor skal der i driftsdatabase også indgå timetælleregistreringer for mekanisk udstyr samt alarmregistrering af motorværn o.l. Disse data skal endvidere bruges i kombination med de proces tekniske data til beregninger af anlæggets driftsøkonomi som eksempelvis energiforbrug pr. m^3 renset vand.

Endelig indgår i driftsdatabase også anlæggets data (tankvoluminer, pumpekapaciteter m.m.) samt data for de dimensionsgivende parametre for de enkelte enhedsoperationer. Disse data indgår dels i styringerne dels i beregningerne.

Ovenstående beskrivelse kan illustreres, som i figur 1, ved at opdele driftsdatasens indhold i 5 datatyper, der anvendes inden for 6 hovedområder. Disse 6 områder anvendes med forskellig hyppighed, hvilket er søgt illustreret med angivelsen af en tidsakse, hvor størrelsesordenen af anvendelseshyppigheden kan aflæses.



Figur 1.

Driftsdatasens datatyper og anvendelse. De med * mærkede datatyper er dem, der indgår i dette projekt.

1.3. Projektafgrænsninger og forudsætninger

I det følgende redegøres for de afgrænsninger, der er foretaget i projektet og for de forudsætninger, der er anvendt under arbejdet.

Renseanlægstyper

Der er betragtet renseanlæg for byspildevand (større end ca. 1000 personer). Rente industrispildevandsanlæg og anlæg, der domineres af industrispildevand, er ikke medtaget i vurderingerne.

Datatyper

Projektet omfatter data af betydning for den procesmæssige drift af renseanlæggets enkelte dele, og er således koncentreret om den øverste box fra databasen i figur 1, men også tilløbs- og afløbsdata berøres.

Enkeltpresser

De enkelte processer/tanke, der typisk forekommer på renseanlæg, er forsøgt behandlet enkeltvist. Dette betyder, at man kan sammenstykke de nødvendige målinger ud fra enkeltpresserne, når der skal opbygges en driftsdatabase for et givet renseanlæg. En række almindeligt forekommende enkeltpresser er ikke medtaget, enten fordi de er sjældne eller fordi de styringsmæssigt er yderst simple (ammoniakstripping, riste, sandfang, sparebassin, rodzonebassin).

Styringsmuligheder og målinger

For de enkelte processer er styringsmulighederne vurderet. Ud fra dette er angivet målinger, der vil kunne (eller fremover forventes at kunne) benyttes til processtyring. Målinger til brug for processtyring ved hjælp af matematiske modeller er i nogle tilfælde medtaget.

For de enkelte målinger er anført, hvor de bør fortages, og om der findes alternativer. Det er antaget, at de anvendte målinger er pålidelige, det vil sige, at sensorerne er vedligeholdte og kalibrerede.

Måleniveau

Styring ud fra målinger kan udføres med varierende hyppighed, lige fra on-line styring med sekund eller minutintervaller til off-line styringer månedligt. For de enkelte målinger er angivet forskellige styringshyppigheder, som vil kunne benyttes med fornuft. Målefrekvensen skal som minimum være lig styringshyppigheden.

Ved gennemgang af de enkelte styringsmuligheder er angivet op til 3 forskellige måleniveauer. Niveau 1 er yderst spartansk, mens niveau 3 er meget detaljeret.

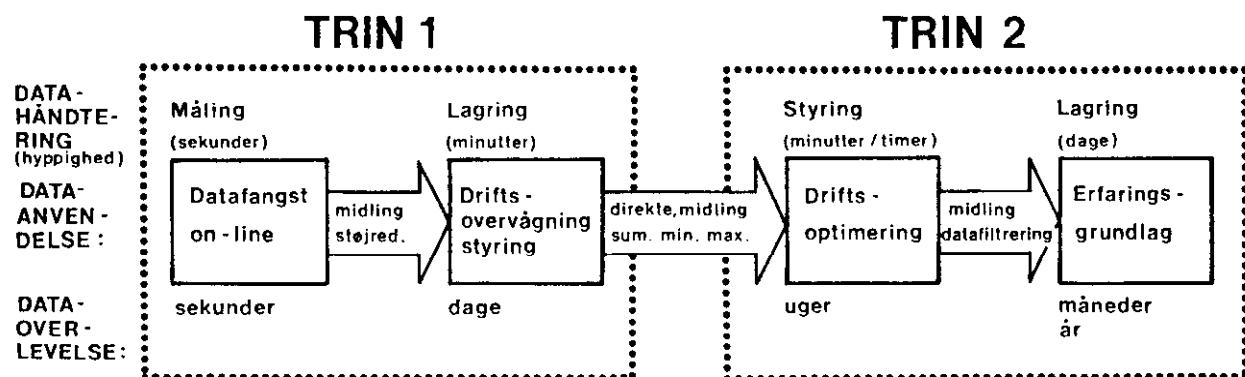
Systemsammenhæng

Ved udarbejdelsen af rapporten er det antaget, at driftsdatabaseen samt anvendelsen af databasens data sker på to trin. Første trin udgøres af ureducedede data, der anvendes direkte i styringerne efter givne

setpunkter og styrestrategier. Dette trin udgøres eksempelvis af det eksisterende styringsanlæg på et givet renseanlæg. Andet trin udgøres af reducerede data, der anvendes af overordnede systemer, der på baggrund af disse og data fra trin 1 kan ændre setpunkter og styrestrategier.

Det overordnede system udgøres i dag af driftslederen på renseanlægget, der på baggrund af den øjeblikkelige situation (ureducerede data) og døgnrapporter fra styringssystemet (reducerede data) ændrer styrestrategier og setpunkter.

Datastrømmen mellem de to trin i databasen, tilgængeligheden af data (overlevelsestiden) samt data-reduktionen er skitseret i figur 2. Datafangsten er i figuren antaget at være on-line, men suppleres med data fremkommet ved prøvetagning og efterfølgende analyse. Sidstnævnte fremkommer med meget forskellig frekvens, spændende fra 1 om dagen til 1 om måneden, og typisk vil de ikke blive reduceret på deres vej fra trin 1 til lagring på trin 2.



Figur 2.

Databasens to trin. Mængden af data falder mod højre, hvorimod overlevelsestiden stiger.

Data til driftsovervågning og styring overlever typisk i størrelsesordenen dage for udskrift af døgnrapporter, driftsnøgletal m.m. Data til drifts-optimering overlever typisk i størrelsesordenen uger (e.g. tre slamaldre), således at simuleringer eksempelvis kan foretages med den nødvendige tidsopløsning. Data, der indgår i erfaringsgrundlaget, overlever til "evig tid".

1.4. Anvendelse af rapporten

Rapportens målgruppe er de teknikere, proces-, el- og EDB-teknikere, der står for valg og opbygning af renseanlæggenes styrings-, overvågnings- og driftssystemer.

Som nævnt bygger rapporten på, at et givet renseanlæg kan opsplittes i enkeltpresser. De i rapporten behandlede processer er nævnt i kapitel 2, sammen med en forklaring til den egentlige detaljerede gennemgang af styringsmuligheder, der er opgjort på skemaform i bilag 1.

For en given enkeltproses vælges en styringsstrategi, og herefter angives i skemaerne nogle mulige målinger samt målesteder. Ved valg af måling skal der tages hensyn til, dels hvilket niveau anlægget ønskes styret på, dels at måling kan ske på forskellige måder. Valget af niveau er beskrevet nærmere i kapitel 3, mens forskellige målemuligheder er omtalt i kapitel 4. De forskellige målemuligheder udgøres af:

- signal fra on-line sensor
- resultat af simpel analyse udført af driftspersonalet på renseanlægget
- analyseresultater fra externt laboratorium

Ved valg af on-line måling skal der gøres rede for, om værdier, der ønskes lagret på trin 1, skal udgøres af enkeltværdier eller sammensatte værdier (middelværdier eller værdier filtreret på anden måde), og der skal fastlægges en datareduktionsmetode ved overførsel til trin 2.

Ved valg af prøvetagning med efterfølgende analyse skal der gøres rede for, om prøvetagningen er flow- eller tidsproportional samt prøvetagningens varighed (giver sammensatte værdier), eller om prøvetagningen blot udgøres af en øjebliksprøve.

I skemaerne er angivet styringshyppighed, afhængigt af valgt niveau for styring, baseret på en aktuel måling. Målefrekvensen skal være mindre end eller lig med den angivne styringshyppighed.

Endvidere er i skemaerne angivet, om målingen er en sammensat værdi eller en enkelt værdi.

Eksempler på andre målinger end netop målinger til styring er givet i kapitel 5, der bl.a. indeholder driftsnøgletal (også angivet på skemaerne), samt eksempler på anvendelse af massebalancebetragtninger.

Endelig er der i kapitel 6 vist eksempler på anvendelsen af den i rapporten beskrevne fremgangsmåde på to renseanlæg.

2. DRIFTSPARAMETRE FOR ENHEDSPROCESSER.

Der er udarbejdet forslag til driftsparametre for 24 enhedsprocesser, som er vurderet at være de mest relevante for eksisterende og kommende renseanlæg.

Med hensyn til definitioner og forudsætninger for udvælgelsen af processer m.m. henvises til den beskrivelse, der er foretaget i kapitel 1.

Alle driftsparametre og målehyppigheder er vist i processkemaer i bilag 1 for følgende enhedsprocesser:

- B 1.1 Aerob slamstabilisering
- B 1.2 Aktiv slam (uden nitrifikation)
- B 1.3 Anaerob slamstabilisering
- B 1.4 Biologisk filter
- B 1.5 Biologisk fosforfjernelse
- B 1.6 Biosorption
- B 1.7 Denitrifikation i aktiv slam
- B 1.8 Denitrifikation i filter
- B 1.9 Efterfældning
- B 1.10 Efterluftning
- B 1.11 Filtrering
- B 1.12 Flotation, sekundær
- B 1.13 Forfældning
- B 1.14 Hydrolyse
- B 1.15 Kemisk slamstabilisering
- B 1.16 Kontaktfiltrering
- B 1.17 Nitrifikation i aktiv slam
- B 1.18 Nitrifikation i filter/skiver
- B 1.19 Primær bundfældning
- B 1.20 Sekundær bundfældning
- B 1.21 Simultanfældning
- B 1.22 Slamafvanding (mekanisk)
- B 1.23 Slamkoncentrering (gravitation)
- B 1.24 Slamkoncentrering (mekanisk)

Flow er en størrelse, der generelt indgår i dimensioneringsgrundlaget for renseanlæg og således også for ovennævnte enhedsprocesser.

I en række tilfælde kan man styre flowet via kloak-systemet, sparebassiner eller med interne fordelinger på renseanlægget. På skemaerne er flow derfor medtaget selv om der kan være tilfælde, hvor man i praksis ikke har mulighed for at styre dette.

Bemærkninger til skemaer og skitser.

I figur 3 er vist et eksempel på hvordan de enkelte enhedsprocesser er beskrevet i et processkema.

1. kolonne viser den størrelse/parameter, der ønskes styring af, og den position i processen størrelsen er knyttet til. (På figur 3 er det for slamalderens vedkommende i position (2), dvs. inde i tanken).

2. kolonne omfatter den eller de parametre, der kan anvendes til styringen samt målestedet for de enkelte parametre. Endvidere er det vist i hvilket omfang måling af de forskellige parametre i forskellige positioner i processen kan erstatte hinanden (alternativer). (I figur 3 kan man vælge mellem at måle enten pH, gasproduktion eller flygtige syrer til styring af slamalderen).

3. kolonne omfatter styringshyppigheden fordelt på 3 måleniveauer, som er nærmere beskrevet i kapitel 3. Den anførte tid, uge, min. o.s.v. er for hvert enkelt niveau et udtryk for, hvor hyppigt der er behov for at få information om den pågældende parameter, såfremt denne skal anvendes i styringsmæssig henseende. Der kan altså godt foreligge et større antal signaler f.eks. fra on-line målinger, som akkumeres/behandles inden resultatet anvendes til regulering af processen.

Visse styringshyppigheder er forsynet med *, hvilket betyder, at man kan benytte en øjebliksværdi til at styre efter. Dette gælder uanset måleprincip (on-line eller off-line), og kan være målinger som f.eks. flow i l/sek eller koncentration i mg/l. Styringshyppigheder uden *-markering er baseret på sammensatte værdier (f.eks. flow i seneste time eller koncentration af stof i flowproportional prøve). For styring baseret på sammensatte værdier gælder, at det benyttede tidsinterval skal være lig med den angivne styringshyppighed.

I processkemaernes nederste del er angivet driftsnøgletalene for den pågældende enhedsproces. Hypothesen for beregning af nøgletal indgår ikke, idet dette bl.a. afhænger af analysefrekvensen for til- og afløbsprøver.

ANAEROB SLAMSTABILISERING					
STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted na- tiver	STYRINGSHYPPIGHED		
			1	2	3
Slamalder (2)	Flow Glødetab pH Gasproduktion Flygtige syrer Alkalinitet	(1) (3) (2) (5) (2) (2)	a a a	1 uge 1 uge* 1 døgn* 1 døgn* 1 time* 1 døgn*	1 døgn 1 time
Temperatur (2)	Temperatur	(2)		1 døgn	1 time
Indpumpning (1)	Glødetab pH Gasproduktion Flygtige syrer Alkalinitet	(3) (2) (5) (2) (2)	b b b b	1 døgn* 1 døgn* 1 døgn* 1 døgn 1 døgn	1 døgn 1 time* 1 time* 1 time* 1 time
* Styring baseret på øjebliksværdi					

DRIFTSMØGLETAL:	Flygtige syrer/alkalinitet (gassammensætning) Slamalder Specifik gasproduktion Udrådningsgrad
-----------------	---

Figur 3.

Eksempel på processkema

Skemaerne for de 24 enhedsprocesser er vist i bilag 1.

3. NIVEAUOPDELING AF DRIFTS DATA.

Der kan for ethvert renseanlæg vælges blandt et bredt spektrum af parametre og målehyppigheder. Således kan parametervalg og målehyppighed vælges individuelt og strikkes til fra anlæg til anlæg.

Der kunne således defineres et vilkårligt antal niveauer/grupperinger af driftsdata. Her er valgt 3 niveauer, da dette synes at give en rimelig fleksibilitet, uden dog at gøre systemet umådeligt stort og uhåndterligt.

Niveauerne kan vælges udfra følgende hensyn (faktorer):

- Renseanläggets størrelse.
- Renseanläggets belastningsgrad
- Recipientens følsomhed overfor det pågældende stof, som reguleres.
- Processens betydning for hele anläggets afløbsresultat/funktion.
- Processens kompleksitet.
- Kommunens ønske om kvalitetsniveau (Skoda, Mazda, Mercedes).
- Kommunens økonomiske muligheder og prioritering.
- Styresystemets evne til at regulere de væsentlige udløbskoncentrationer for den pågældende proces.
- Målesignalets troværdighed.
- Det regulerende maskinudstyrs betydning for processen.
- Maskinudstyrets og processens dynamik.
- Mulige on-line måleinstrumenter i relation til proces, pris og afløbskvalitet.

Driftsdata opdeles i følgende 3 niveauer:

Niveau 1: Min. parameterantal/målefrekvens

Niveau 2: Middel parameterantal/målefrekvens

Niveau 3: Max. parameterantal/målefrekvens

Niveau 1 er således et minimumsniveau med hensyn til antal signaler, men dog således, at der er et vist styr på processen. Niveau 1 er endvidere det billigste, hvad angår udgifter til instrumenter, computere, analyser m.v. Derimod vil driftsudgifterne og mængden af udede forurenende stoffer alt andet lige være større end ved niveau 2 og 3.

Niveau 3 er valgt således, at der anvendes de fleste af de i dag kendte on-line instrumenter samt on-line instrumenter, som inden for de næste par år vil være til rådighed. For sidstnævntes vedkommende tønkes især på on-line målinger af ammoniak, nitrat og fosfat. Niveau 3 er således det niveau, som stort set angiver det maksimalt opnåelige på nuværende tidspunkt.

Niveau 2 er endelig et middelniveau mellem niveau 1 og 3.

Det skal bemærkes, at niveauet i princippet vælges for den enkelte enhedsproces, således, at et konkret system for et renseanlæg kan indeholde driftsdata på flere niveauer.

I tabel 1 er givet en karakteristik/evaluering af relationerne mellem forskellige faktorer og deres betydning for hvert af de 3 niveauer.

	Niveau 1 minimum	Niveau 2 middel	Niveau 3 maximum
A. Antal parametre	få	middel	mange
B. Frekvens	lav	middel	høj
-----	-----	-----	-----
1. Renseanlæggets størrelse	lille	middel	stor
2. Renseanlæggets belastningsgrad	lille	middel	stor
3. Recipientens følsomhed	lidt	noget	meget
4. Processens betydning	lille	nogen	stor
5. Processens kompleksitet	simpel	lidt kompleks	meget kompleks
6. Kvalitetsniveau	Skoda	Mazda	Mercedes
7. Pris for styresystem	billigt	middel	dyrt
8. Styresystemets evne	lille	middel	stor
9. Signalets troværdighed	lille	middel	stor
10. Maskinudstyrets betydning	lille	middel	stor
11. Dynamik	langsomm	middel	hurtig
12. Eksempel på mulige on-line målinger	ilt	tørstof	nærings-salte

Tabel 1.

Faktorer indflydelse på valg af niveauer.

4. MÅLE- OG ANALYSEMULIGHEDER

Målemuligheder på renseanlæg er én af de faktorer, der er mest begrænsende for bedre udnyttelse af anlægget samt bedre forståelse af anlæggets drift.

Ud over de traditionelle målinger af ilt, pH, flow og temperatur findes en række direkte målinger, der kan tages i anvendelse, når de mere omkostnings- og styringsfølsomme processer indføres generelt på danske anlæg.

Målingstyper

Målingerne kan være mere eller mindre direkte. De indirekte målinger kan skaffes ved beregning ud fra andre målinger eller styringsindgreb. F.eks. er respirationshastighed, denitrifikation og nitrifikationshastighed samt belastning nogle af de vigtigste indirekte målinger for styring af biologisk kvælstof- og fosforfjernelse.

Til vurdering af strategiændringer skal de ovennævnte dynamiske målinger suppleres med de mere langsomt varierende målinger som f.eks. slamproduktion samt aerob og anaerob slamladser.

En del af de indirekte målinger er medtaget i bilag 1. Mulighederne for at danne "afledte målinger" eller "nøglevariable" er mangfoldige; derfor medtages ikke alle muligheder.

Målingshastighed

De styrings- og driftsmæssigt mest interessante målinger er dem, der kan skaffes kontinuert eller relativt hurtigt med henblik på anvendelse i styringen på renseanlæggene. Nogle renseanlæg har en belastnings- og driftsvariation, der er så stabil, at daglige eller ugentlige målinger på bestemte tidspunkter kan benyttes som information for korrektive styringsindgreb. I disse tilfælde er analyseresultater fra de simple metoder, der kan udføres på anlæggene velegnede. Her er især ammonium, nitrat og orthofosfat samt de traditionelle målinger af tørstof, temperatur og slamvolumen vigtige. Der er dog en del målinger, hvor det fortsat vil være nødvendigt og hensigtsmæssigt at få foretaget konventionelle laboratorieanalyser; dette gælder f.eks. total-organisk stof, kvælstof og fosfor.

Direkte kontinuerte målinger

De målelige parametre, der i dag typisk vil kunne tages i anvendelse, er i prioriteret rækkefølge og efter tilgængelighed og effekt:

	Parameter
1.	Flow
2.	Temperatur
3.	Niveau
4.	Ilt
5.	pH
6.	Suspenderet stof eller turbiditet
7.	Ammonium
8.	Nitrat
9.	Ortho-fosfat
10.	Ledningsevne
11.	Redoxpotentiale
12.	Alkalinitet
13.	UV absorption (opløst organisk stof)

Tabel 2

Kontinuerte direkte målinger.

Måleudstyr for parametrene 1-6 er almindeligt anvendt i dag til styring af en del processer på renseanlæg.

Måleudstyr for parametrene 7-9 er kommersIELT tilgængeligt, men især prøveudtagning og forbehandling, ved målinger af aktiv slam, er ikke dokumenteret tilstrækkeligt ved langtidsdrift under normale forhold. Udviklingen går stærkt og disse on-line målinger forventes at blive anvendt generelt i løbet af 1/2 til 1 1/2 år.

Måleudstyr for parametrene 10-13 er tilgængelige, men en vurdering af effektiviteten og omkostningerne ved deres anvendelse, er ikke gennemført generelt. Måske vil anvendelsen af disse parametre blive almindelig inden for en kortere årrække.

Indirekte kontinuerte målinger

Ud over de direkte målelige parametre er der endvidere en række væsentlige parametre, der kan estimeres ved at sammenholde målinger og styringer i renseanlæggene. Disse parametre, som i det følgende benævnes indirekte kontinuerte målinger, omfatter bl.a. følgende:

Parametre	Afledt fra
14. Respiration	- ilt + ilt-tilførsel
15. Specifik nitritifikationshastighed	- ammonium + suspenderet stof - respiration + suspenderet stof
16. Specifikt denitritifikationshastighed	- nitrat + suspenderet stof - respiration + suspenderet stof
17. Specifik enzymreaktivitet	- respiration + suspenderet stof
18. Specifik respiration	- respiration + suspenderet stof
19. Flygtige syrer	- 2 x alkalinitet titrering
20. Eksternt kulstofbehov	- nitrat UV absorbtion (organisk opløst stof) flygtige syrer

Tabel 3

Indirekte kontinuerte målinger.

Ved at anvende EDB teknikkens muligheder, er der, ud fra relativt få målinger, således en række muligheder (tabel 3) for at danne et billede af, hvad der er af betydning for anlægsbelastning og drift. I den forbindelse skal endvidere bemærkes, at beregninger på driftstider etc. vil kunne give et skøn over volumentransport og stoftransport i anlæggene, som er vigtige indirekte målinger til brug for opstilling af massebalancer.

Analyse eller manuelle målinger

Foruden de ovennævnte kontinuerte målemuligheder, der bør udnyttes i den nærmeste fremtid, er der en række målinger og analyser, der fortsat forventes udført manuelt eller semimanuelt. Her skal nævnes:

Anlægsmålinger	Laboratoriemålinger
21. Slamvolumen	25. Total-fosfor
22. Slamniveau	26. Fosfor suspenderet
9. Ortho-fosfat	27. Total-kvælstof
7. Ammonium	28. Kvælstof - suspenderet
8. Nitrat	29. Organisk stof BOD/COD
23. Total-tørstof	30. Suspenderet organisk stof
24. CST (Kapillær sugetid)	31. Glødetab
	32. Spec. filtrerings- modstand

Tabel 4

Anlægs- og laboratoriemålinger.

I praksis vil det ved små anlæg med en væsentlig belastningsreserve fortsat kunne anbefales at benytte periodisk manuel prøveudtagning og analyse for en del parametre, selv om det er muligt at analysere kontinuert (tabel 4).

Det er især organisk stof, suspenderet stof, fosfor og eventuelle kvælstof-målinger, som det formentlig ikke vil kunne betale sig at automatisere på helt små anlæg.

5. ANDRE DATA

I kapitel 2 er angivet hvilke driftsparametre, der kan anvendes i forbindelse med styringen af de enkelte procestrin på et renseanlæg, samt de parametre, der skal/kan måles på for at kunne foretage denne styring.

Disse data er imidlertid ikke nok til alene at udgøre en tilstrækkelig/fuldstændig dokumentation af anlæggets tilstand og driftsform. Data anvendes også, som vist i figur 1, (side 4) til at beregne:

- Driftsnøgletal
- Massebalancer
- Afløbskontrol
- Driftsøkonomi

Driftsnøgletal er de talværdier og størrelser, som en driftsoperatør skal kende - og genkende - for hurtigt at få et overblik over anlæggets funktion og belastningsforhold set i forhold til en foregående periode.

En vurdering af gamle driftsnøgletal, evt. i forbindelse med en grafisk afbildning er ofte den bedste måde at vurdere langtidseffekter på. Beregning og opstilling af driftsnøgletal er således en god måde at kondensere informationer ud af et stort antal måleværdier.

Nøgletalene for hver af de 24 enhedsoperationer er angivet nederst på de respektive skemaer i bilag 1, hvoraf nogle dog er de samme som den parameter, der ønskes styring af. Hypigheden hvormed de enkelte nøgletal bør beregnes afhænger af dynamikken i de enkelte procestrin, men vil i realiteten være afhængig af analysefrekvensen for til- og afløbsprøver.

Massebalancer er et begreb, der kendes i forbindelse med stort set alle processer. Massebalancer angiver indkomne, udgående og omsatte stofmængder for præcist det område (procesafsnit), der ønskes vurderet.

Det primære formål med at opstille massebalancer er at kunne opdage forstyrrelser eller ændringer af driftssituationen. Sekundært kan drift eller fejl i målinger eller målere testes imod hinanden. Målefrekvensen for de data, der skal indgå i en massebalance, skal fastlægges efter de enkelte processtrins egen dynamik, f.eks. opholdstider i tanke, således at de virkelige ændringer fremtræder. Opstilling af komplette massebalancer kan til tider være kompliceret, og som forudsætning for, at det kan lade sig gøre, kræves et omfattende analyse- og

målearbejde. Det er her vigtigt, at de nødvendige data opsamles løbende, således at massebalancerne kan opstilles, så snart der er behov for det. I bilag 2 er vist et eksempel, hvor de nødvendige data for opstilling af massebalancer for vand, kvælstof, slamtørstof og fosfor er angivet for hvert behandlingstrin. Tilsvarende kan opstilles balancer for organisk stof.

Afløbskontrol er et væsentligt element i forbindelse med behandling af data fra et renseanlæg. Der er behov for løbende at kunne dokumentere tilløbs- og afløbsforholdene for dels at kunne foretage belastningsvurderinger og dels for at eftervise hvorvidt anlægget overholder de stillede afløbskrav.

I nedenstående tabel er vist størstedelen af de til- og afløbsdata, der normalt indsamles enten ved egenkontrol eller af tilsynsmyndigheden.

MÅLESTØRRELSE		TILLØB	AFLØB
Flow	(m ³ /d, l/s)	x	x
pH		x	x
Temperatur	(°C)	x	x
Alkalinitet	(meqv/l)		
Ledningsevne	(mS/m)		
Susp. stof glødetab	(mg/l)	x	
Suspenderet stof	(mg/l)	x	x
Bundfald	(ml/l)	x	x
COD direkte	(mg/l)	x	x
COD filtreret	(mg/l)	x	x
BOD direkte	(mg/l)	x	x
BOD filtreret	(mg/l)	x	x
BOD modifieret	(mg/l)		x
Total kvælstof	(mg/l)	x	x
Ammonium	(mg/l)		x
Kjeldahl-kvælstof	(mg/l)	x	x
Nitrat	(mg/l)	x	x
Nitrit	(mg/l)		x
Total-fosfor	(mg/l)	x	x
Ortho-fosfat	(mg/l)	x	x
Nedbør	(mm/d)	x	

Tabel 5.

Til- og afløbsdata

Driftsøkonomi er ikke en egentlig styringsparameter, men er resultatet af den indstillede/ opnåede driftsform. Det primære mål med en bestemt styringstrategi er at opnå en bestemt driftssituation og heraf følgende afløbskvalitet. Der kan imidlertid være flere forskellige driftsstrategier, som giver stort set samme afløbskvalitet, men har forskellig driftsøkonomi.

Det vil endvidere ofte være således, at de forskellige driftsindgreb påvirker driftsøkonomien på flere måder. F.eks. vil kemikalieforbruget ved slamafvandning i visse tilfælde være afhængig af mængden af kemikalier, der bruges i en simultanfældningsproces. En besparelse i ét procestrin kan således medføre forøgelse af driftsudgifterne i et andet procestrin.

Det er derfor vigtigt at beregne og opsamle data for driftsøkonomien opnået ved forskellige driftsformer. De mest almindelige tal for angivelse af driftsøkonomi er:

- specifikt energiforbrug pr. kg organisk stof
- specifikt energiforbrug pr. kg kvælstof omsat
- specifikt energiforbrug pr. m^3 vand behandlet
- specifikt kemikalieforbrug pr. kg fosfor fjernet
- specifikt kemikalieforbrug pr. ton slamtørstof afvandet
- specifikt energiforbrug pr. ton slamtørstof afvandet
- deponeringsomkostninger pr. m^3 afvandet slam

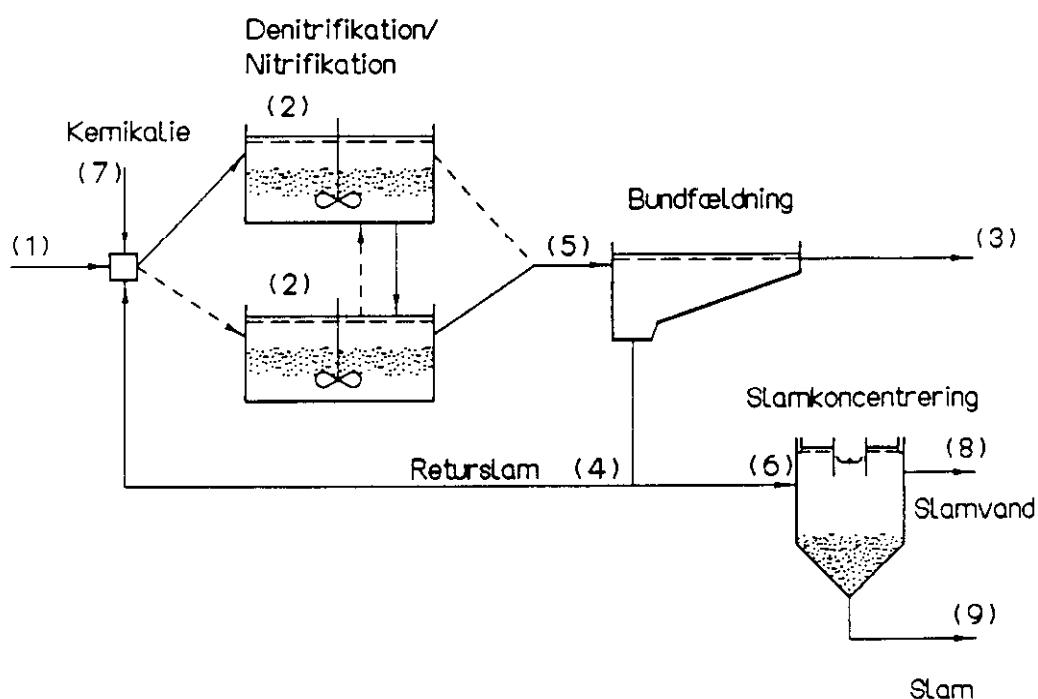
6. EKSEMPLER PÅ RENSEANLÆG

Nedenfor er vist to eksempler på brug af skemaerne (bilag 1) for enhedsprocesser og driftsparametre på dels et mindre, dels et større renseanlæg.

Begge eksempler omfatter styringsparametre, styringshyppighed m.v. for de forskellige enhedsprocesser, der indgår i de pågældende renseanlæg. I eksempel 1 er endvidere medtaget driftsnøgletal og enhederne for disse.

Eksempel 1

Bio-Denitro anlæg med kvælstoffjernelse og fosforgjernelse (simultanfældning), 4000 PE.
Tot-N = 8 mg/l, Tot-P = 1,5 mg/l (udledekrav).



Figur 4.

Bio-Denitro anlæg med simultanfældning.

STYRING AF	PARAMETER	MÅLESTED	MÅLE-NIVEAU	STYRINGS-HYPPIGHED
<u>Nitrifikation</u> Iltkoncentration Behandlingstid Aerob slama.(2)/overskudsslampumping (6)	iltkoncentration tid	(2) (-)	3 3	3 min. 10 min.
<u>Denitrifikation</u> Behandlingstid	suspenderet stof	(2)	3	1 døgn*
<u>Returslam-pumping (4)</u>	nitrat tid	(3) (-)	2	1 døgn
<u>Sekundær bundfældning</u> Returslam-pumping (4) Flow (1)	flow	(1)	1	10 min.
<u>Sim.fældning</u> Kemikaliedos.(7)	flow	(1)	2	10 min.
<u>Slamkonc.</u> Indpumping (6) Udpumping (9)	suspenderet stof suspenderet stof	(6) (9)	3 2	1 døgn 1 måned

Tabel 6

Anvendelse af processkemaer, eksempel 1. Her er udvalgt én parameter for hver ting, der skal styres. En *-markering betyder, at styringen baseres på en øjebliksværdi.

DRIFTSNØGLETAL

<u>Aerob slamalder</u> (d)	(kg slam i aktivslam-tanke x %aerob behandlingstid)/(100 x kg slam ud af anlæg/d)
<u>Slambelastning</u>	(kg SS x d) (kg BOD ind/d)/(kg slam i system)
<u>Specifik nitrifikationshastighed</u>	(g N/ kg VVS x h) (g nitratkvælstof dannet pr. time / kg slam)
<u>Specifik slamproduktion</u>	(kg SS/kg BOD) (kg slam dannet/kg BOD fjernet)
<u>Specifikt iltforbrug</u>	(g O ₂ /kg VVS x h) (gram iltforbrug pr. time / kg slam)
<u>SVI</u> (ml slam/g SS)	(slamvolumen (1/2 time)/g slamtørstof pr. l)
<u>Kulstof:kvælstof (ind)</u>	(g N/g BOD) (g organisk stof/g total kvælstof)
<u>Specifik denitrifikationshastighed</u>	(g N/ g VSS x h) (g nitratkvælstof fjernet pr. time/kg slam)
<u>Recirkulationsforhold</u>	(m ³ slam/ m ³ tilløb) (returslamflow/ tilløbsflow)
<u>Molforhold</u> (mol metal/mol P)	(mol fældningsmetal pr. d/mol fosfor pr. d)
<u>Udskilningsgrad</u> (%)	((%SS ind - %SS i slamvand)/ %SS ud)

Tabel 7

Driftsnøgletal, eksempel 1.

Eksempel 2

Anlæg med forfældning og simultanfældning samt kvælstoffjernelse ved recirkulationsmetoden.

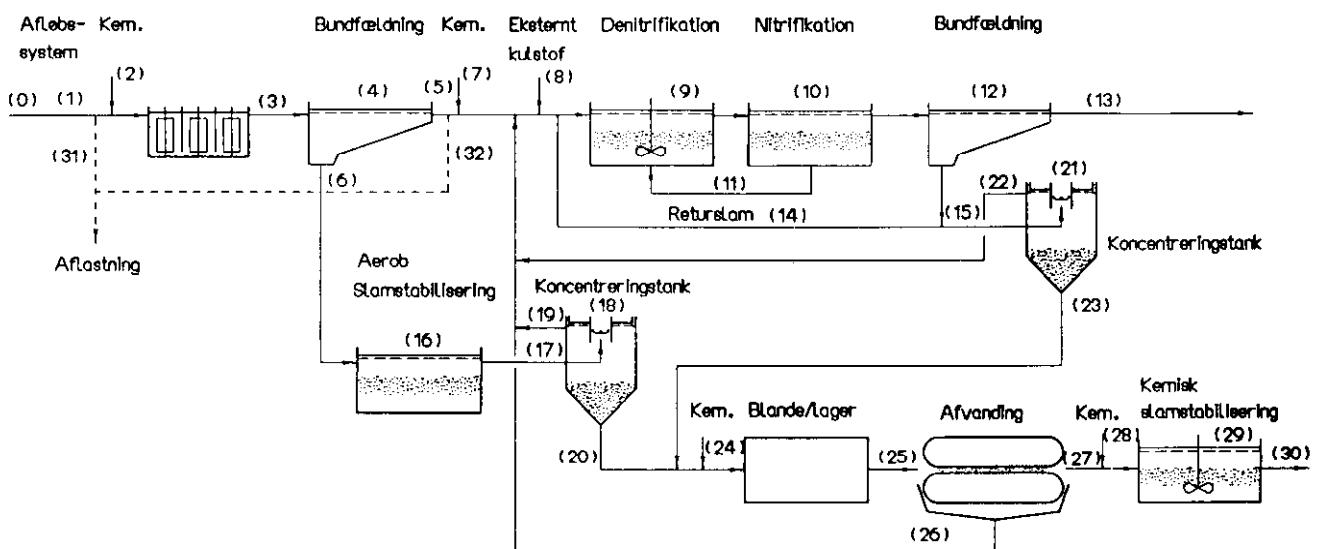
Nedenfor er vist en mulig løsning af styringsopgaven på renseanlægget (figur 5) under følgende forudsætninger:

Belastning: 60.000 PE med følgende udlederkrav:

BI₅: 15 mg/l (tilstandskontrol)
Tot-P: 1.2 mg/l (tilstandskontrol)
Tot-N: 8 mg/l (tilstandskontrol - sommer)
(transportkontrol - vinter)

Driftsnøgletal anvendes dels til vurdering af driften (og dermed styringen), dels (indimellem) direkte i styringerne, hvorfor disse data er en ligeså vigtig del af datagrundlaget som styringsparametrene. For de enkelte processer angivet i tabel 8 er de tilhørende driftsnøgletal angivet i bilagets processkema.

Herudover skal tages hensyn til, at det ud fra datagrundlaget bør være muligt at foretage massebalanceberegninger og afløbskontrol, samt have data til gennemførelse af et vedligeholdelsesprogram.



Figur 5

Renseanlæg med forfældning og simultanfældning samt kvælstoffjernelse ved recirkulation.

STYRING AF	PARAMETER	MÅLE-STED	MÅLE-NIVEAU	STYRINGS-HYPPIGHED
<u>Forfældning</u>				
Kemikaliedosering (2)	Flow	1	3	10 min.
	pH	3	3	10 min.*
	Opløst fosfor	5	2	1 uge
	Turbiditet	5	3	10 min.*
	COD	5	2	2 uger
Slamudpumpning (6)	Flow	1	3	1 time
	Suspenderet stof	6	3	10 sek.*
	Slamspejl	4	3	1 time
Flow (31) (Nødoverløb)	Slamspejl	4	3	1 time
	Turbiditet	5	3	10 min.*
<u>Denitrifikation</u>				
Ekstern kulstofdos. (8)	Nitrat	9	2	1 døgn
	COD	5	2	1 uge
Recirkulering (11)	Nitrat	13	2	1 døgn
	Flow	11,1	3	10 min.
Returslampumpning (14)	Flow	14,1	3	10 min.*
	Suspenderet stof	9,14	3	1 time*
<u>Nitrifikation</u>				
Iltkoncentration (10)	Ammonium	13	2	1 døgn
	Iltkoncentration	10	3	3 min.
	Iltrespiration	10	3	10 min.*
Aerob slamalder (10)/ Overskudsslampump. (15)	Suspenderet stof	10,15	3	1 døgn*
	Flow	15	3	1 time*
	Temperatur	10	3	1 døgn*
Returslampumpning (14)	Suspenderet stof	10,14	3	1 time*
<u>Simultanfældning</u>				
Kemikaliedosering (7)	Flow	1	2	10 min.
	Total fosfor	1	2	1 uge
	Orthofosfat	13	2	1 uge*
<u>Sekundær bundfældning</u>				
Returslampumpning (14)	Flow	0,1,14	3	10 min.
	Slamspejl	12	3	10 min.
	Turbiditet	13	3	10 min.
Flow (32) (Nødoverløb)	Slamspejl	12	3	1 time
	Turbiditet	13	3	10 min.
<u>Aerob slamstab.</u>				
Slamalder (16)	Suspenderet stof	16	2	1 uge*
<u>Koncentrering</u> <u>(primær)</u>				
Indpumpning (17)	Turbiditet	19	3	1 time*
Udpumpning (20)	Slamspejl	18	3	10 min.

STYRING AF	PARAMETER	MÅLE-STED	MÅLE-NIVEAU	STYRINGS-HYPPIGHED
<u>Koncentrering (sekundær)</u>				
Indpumpning (15)	Turbiditet	22	3	1 time
Udpumpning (23)	Slamspejl	21	3	10 min.
<u>Slamafvanding</u>				
Kemikaliedosering (24)	Flow	20,23	3	10 min.*
	Suspenderet stof	20,23	3	10 min.*
	Turbiditet	26	3	10 min.*
Flow (20/23) (Blandeforholdet)	Suspenderet stof	20,23	3	10 min.*
<u>Kemisk slam- stabilisering</u>				
Kemikaliedosering (28)	Flow	27	2	1 døgn
	Suspenderet stof	27	2	1 døgn*
	pH	29	2	1 døgn*

Tabel 8 (fortsat fra side 25)

Anvendelse af processkemaer, eksempel 2. En *-markering betyder, at styringen baseres på en øjebliksværdi.

7. KONKLUSIONER

- Der er udarbejdet en begrebsmæssig ramme for opbygning af driftsdatabase til renseanlæg.
- Data af procesmæssig karakter kan opdeles i data, der umiddelbart kan bruges til styring samt i data, der kan bruges til driftsanalyse og dermed fastlæggelse af den langsigtede styrestrategi på anlægget.
- Der er redegjort for målemuligheder i forbindelse med en lang række enhedsprocesser.
- For de enkelte enhedsprocesser er angivet, hvad der kan styres, hvilke målinger der kan benyttes til styring, hvor målingerne skal foretages samt hvilken styringshyppighed, det vil være rimeligt at benytte.

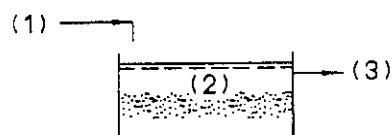
BILAG 1
PROCESSKEMAER

INDHOLDSFORTEGNELSE

BILAGSNR.	ENHEDSPROCES
B 1.1	Aerob slamstabilisering
B 1.2	Aktiv slam (uden nitrifikation)
B 1.3	Anaerob slamstabilisering
B 1.4	Biologisk filter
B 1.5	Biologisk fosforfjernelse
B 1.6	Biosorption
B 1.7	Denitrifikation i aktiv slam
B 1.8	Denitrifikation i filter
B 1.9	Efterfældning
B 1.10	Efterluftning
B 1.11	Filtrering
B 1.12	Flotation, sekundær
B 1.13	Forfældning
B 1.14	Hydrolyse
B 1.15	Kemisk slamstabilisering
B 1.16	Kontaktfiltrering
B 1.17	Nitrifikation i aktiv slam
B 1.18	Nitrifikation i filter/skiver
B 1.19	Primær bundfældning
B 1.20	Sekundær bundfældning
B 1.21	Simultanfældning
B 1.22	Slamafvanding (mekanisk)
B 1.23	Slamkoncentrering (gravitation)
B 1.24	Slamkoncentrering (mekanisk)

AEROB SLAMSTABILISERING

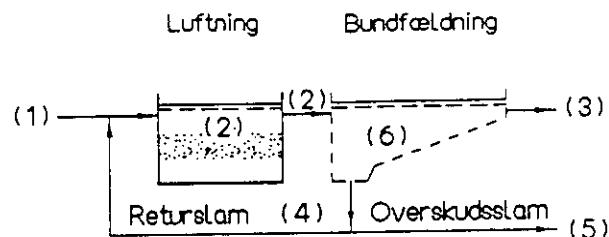
Luftning



STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- na- tiver	STYRHYPPIGHED		
				1	2	3
Slamalder (2)	Suspenderet stof Glødetab	(2) (3)			1 uge*	1 uge*
	Ammoniak	(2)			1 uge*	1 døgn*
Indpumpning (1)	Suspenderet stof Glødetab	(1) (3)			1 døgn*	1 døgn*
* Styring baseret på øjebliksværdi						

DRIFTSNØGLETAL:

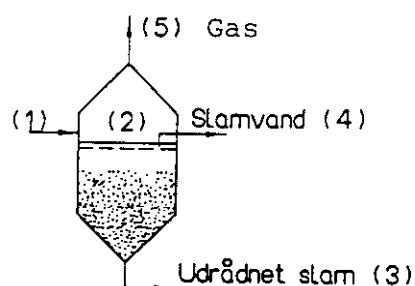
Slamalder
Specifikt iltforbrug
Stabiliseringsgrad
SVI
(temperatur)

AKTIV SLAM (uden nitrifikation)

STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- na- tiver	STYRINGSHYPPIGHED		
				1	2	3
Retur- slampumpning (4)	Suspenderet stof Enzymaktivitet Iltrespiration	(2) (2) (2)	a a	1 mdr. 1 mdr.	1 uge 1 døgn	10 min* 10 min* 10 min*
Overskudsslampumpning (5)	Suspenderet stof Slamvolumen	(2) (2)		1 mdr. 1 døgn	1 uge 1 døgn	1 time 1 døgn
Iltforbrug/ energiforbrug (2)	Iltkonzcentration Suspenderet stof	(2) (2)			1 døgn	3 min 1 døgn
Slamalder (2)	Suspenderet stof Flow	(5) (5)		1 mdr. 1 mdr.	1 uge 1 uge	1 time 1 time
Slamegenskaber (2)	Iltkonzcentration Slamvolumen	(2) (2)		1 døgn	1 døgn 1 døgn	
Flow (1)	Iltkonzcentration Iltrespiration Suspenderet stof Suspenderet stof Slamspejl	(2) (2) (2) (3) (6)			1 døgn 1 døgn	3 min 10 min* 1 time 1 time* 10 min
* Styring baseret på øjebliksværdi						

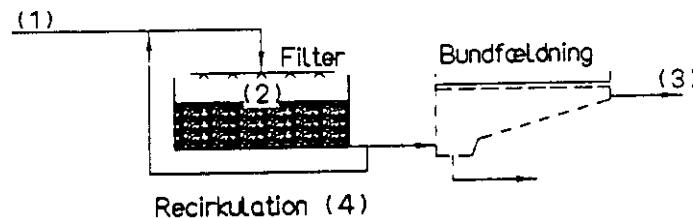
DRIFTSNØGLETAL: (Glødetab)
 Rensemodul
 Slamalder
 Slambelastning
 Specifikt iltforbrug
 Specifik slamproduktion
 Slamvolumenindex

ANAEROB SLAMSTABILISERING



STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted na- tiver	STYRINGSHYPPIGHED		
			Måleniveau		
			1	2	3
Slamalder (2)	Flow Glødetab pH Gasproduktion Flygtige syrer Alkalinitet	(1) (3) (2) (5) (2) (2)	a a a	1 uge 1 uge* 1 døgn* 1 døgn* 1 time* 1 døgn*	1 døgn
Temperatur (2)	Temperatur	(2)		1 døgn	1 time
Indpumpning (1)	Glødetab pH Gasproduktion Flygtige syrer Alkalinitet	(3) (2) (5) (2) (2)	b b b b	1 døgn* 1 døgn* 1 døgn* 1 døgn* 1 time*	1 time*
* Styring baseret på øjebliksværdi					

DRIFTSNØGLETAL: Flygtige syrer/alkalinitet
(gassammensætning)
Slamalder
Specifik gasproduktion
Udrådningsgrad

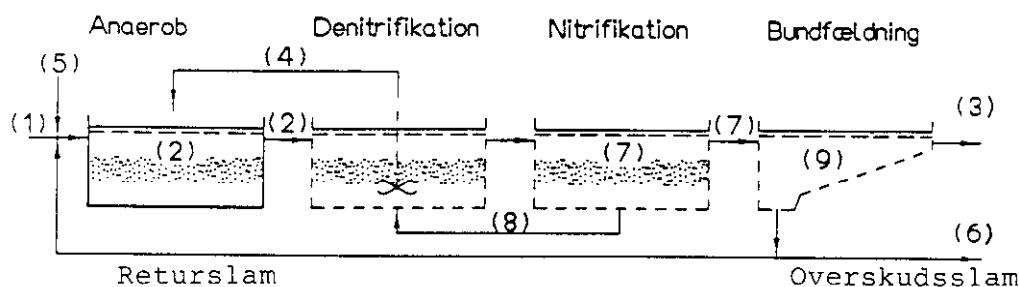
BIOLOGISK FILTER

STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- na- tiver	STYRINGSHYPPIGHED		
				1	2	3
Recirkulation (4)	Flow Tid	(1) (-)		1 time 1 time		
Belastning (2)	Flow Org. stof flux	(1) (1)		1 time	1 døgn	1 time
Flow (1)	Org. stof flux	(1)				1 time

DRIFTSNØGLETAL:

(Glødetab)
 Rensegrad
 Recirkulationsgrad
 Rumbelastning
 Specifik slamproduktion
 Fladebelastning

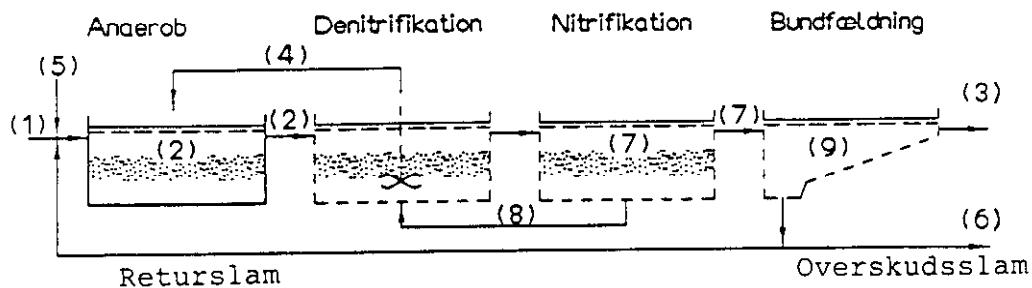
BIOLOGISK FOSFORFJERNELSE



STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted na- tiver	STYRINGSHYPPIGHED		
			1	2	3
Ekstern kulstofkilde (5)	Orthofosfat Orthofosfat Orthofosfat Org. stof Redoxpotentiale Temperatur Flow	(2) (3) (1) (1) (2) (2) (1)	a a a	1 døgn* 1 døgn	10 min* 1 time*
Behandlingstid/ recirkulation (8)	Orthofosfat Orthofosfat Orthofosfat Org. stof Redoxpotentiale Temperatur Flow	(3) (2) (1) (1) (2) (2) (1)	b b b b	1 døgn* 1 døgn 1 døgn 1 døgn 1 time	1 time* 10 min* 10 min* 10 min* 10 min
Recirkulation, intern (4)	Flow Nitrat Nitrat Redoxpotentiale	(1) (3) (7) (2)		1 time	1 time 10 min* 10 min* 10 min*
Retur- slampumpning (6)	Styres af NITRIFIKATION og DENITRIFIKATION (se disse)				
	* Styring baseret på øjebliksværdi		Fortsættes	næste side	

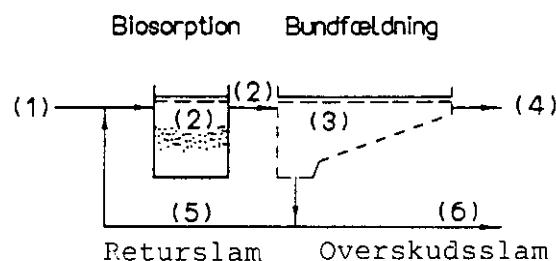
DRIFTSNØGLETAL:

Fosfor-procent
KG COD/KG P
Molforhold (Me:P)

BIOLOGISK FOSFORFJERNELSE

STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- nativer	STYRINGSHYPPIGHED		
				1	2	3
Flow (1)	Orthofosfat Orthofosfat Orthofosfat Org. stof Redoxpotentiale Nitrat Nitrat Suspenderet stof Slamspejl	(2) (3) (1) (1) (2) (3) (7) (3) (9)		1 døgn 1 døgn 1 døgn 1 døgn	10 min* 10 min* 10 min* 10 min*	1 time* 10 min* 10 min* 10 min*
<p>* Styring baseret på øjebliksværdi</p>						

DRIFTSNØGLETAL: Fosfor-procent
KG COD/KG P
Molforhold (Me:P)

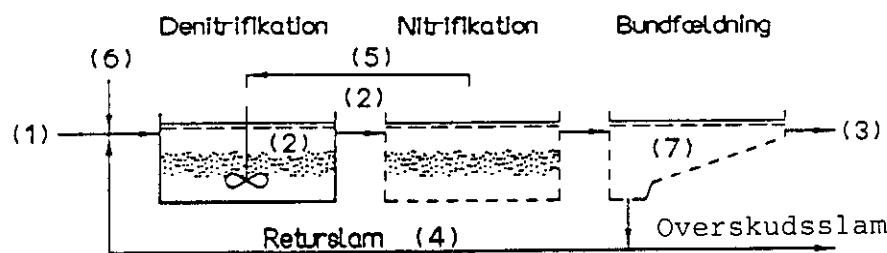
BIOSORPTION

STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- nati- ver	STYRHYPPIGHED		
				1	2	3
Retur- slampumpning (5)	Tid Flow Suspenderet stof Suspenderet stof Turbiditet Slamspejl	(-) (1) (5) (4) (4) (3)	a a b b	1 time 1 uge	10 min 10 min* 1 mdr.	10 min 10 min* 10 min*
Overskudsslam- pumpning (6)	Tid Slamspejl Slamvolumen Suspenderet stof	(-) (3) (2) (2)		1 uge	1 døgn 1 døgn 10 min	1 døgn 10 min
Iltsætpunkt (2)	Org. stof opløst	(4) (2)			1 mdr.	10 min
Ilttilførsel (2)	Iltkoncentration	(2)			3 min	3 min
Flow (1)	Slamspejl Suspenderet stof Suspenderet stof	(3) (4) (2)		1 uge	10 min* 10 min* 10 min*	10 min 10 min* 10 min*
* Styring baseret på øjebliksværdi						

DRIFTSNØGLETAL:

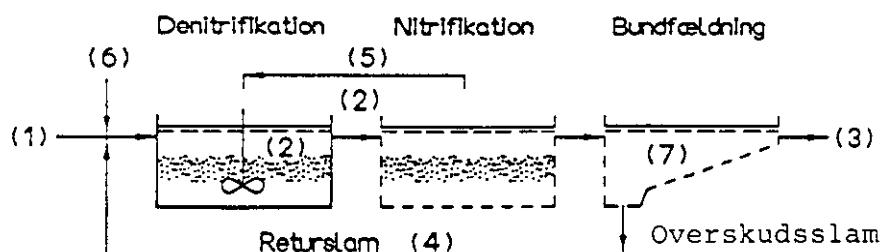
Rensemodul
Slamalder
Slambelastning
Specifikt iltforbrug
Specifik slamproduktion
Slamvolumenindex

DENITRIFIKATION I AKTIV SLAM



STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted na- tiver	STYRHYPPIGHED		
			1	2	3
Behandlingstid	Nitrat (3) Nitrat (2) Redoxpotentiale (2) Org. stof (1) Temperatur (2) Tid (-)	a a		1 døgn	1 time 1 time 1 time 1 time 1 døgn 10 min
Extern kulstof-dosering (6)	Nitrat (2) Redox (2) Specifik nitrat-respiration (2) Enzymaktivitet (2) Tid (-) COD (1)	b b c c		1 døgn	10 min* 10 min* 10 min*
Returslam-pumpning (4)	Flow (1) Nitrat (3) Nitrat (2) Redoxpotentiale (2) Suspenderet stof (2) Org. stof flux (1) Temperatur (2)	e d d	10min	10 min 1 uge	10 min 1 time* 1 time* 1 time* 10 min* 1 døgn
Recirkulation, intern (5)	Flow (1) Nitrat (3) Nitrat (2) Redox (2)	e e e	10 min	10 min 1 døgn	10 min 10 min* 10 min*
* Styring baseret på øjebliksværdi			Fortsættes næste side		

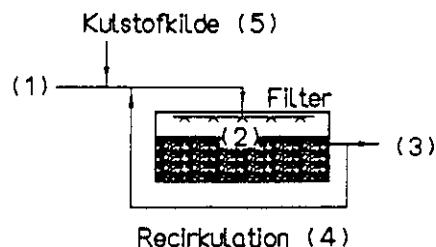
DRIFTSNØGLETAL: Kulstof / kvælstof (ind)
Nitrat-rensegrad
Specifik denitrifikationshastighed

DENITRIFIKATION I AKTIV SLAM

STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- na- tiver	STYRHYPPIGHED		
				1	2	3
(Model)	Suspenderet stof Temperatur pH Nitrat Specifik nitrat- respiration Org. stof Enzym aktivitet	(2) (2) (2) (2) (2) (1) (2)	f			1 time 1 døgn 10 min* 10 min 1 time 10 min* 1 time*
Flow (1)	Nitrat Redoxpotentiale Nitrat Org. stof Suspenderet stof Slamspejl	(2) (2) (3) (1) (3) (7)		1 døgn		1 time* 1 time* 1 time* 1 time 1 time* 10 min

* Styring baseret på øjebliksværdi

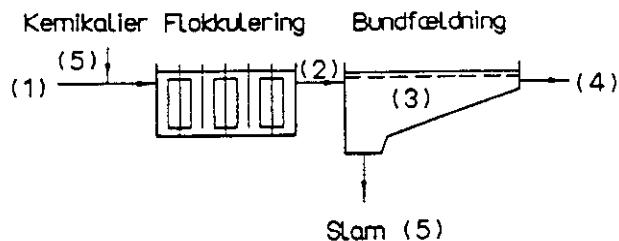
DRIFTSNØGLETAL: Kulstof / kvælstof (ind)
Nitrat-rensegrad
Specifik denitri. hastighed

DENITRIFIKATION I FILTER

STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- na- tiver	STYRINGSHYPPIGHED		
				1	2	3
Ekstern kulstofdosering (5)	Nitratkonc. Nitratkonc. Redox Tid	(1) (2) (2) (-)		1 time	1 døgn 1 time	10 min* 10 min* 10 min* 1 time
Recirkulation (4)	Nitratkonc.	(2)			1 døgn	10 min*
Flow (1)	Nitratkonc. Nitratkonc. Redox	(1) (3) (2)				10 min* 10 min* 10 min*
* Styring baseret på øjebliksværdi						

DRIFTSNØGLETAL: Kulstof / kvælstof
Nitratrensegrad
Recirkulationsforhold
Specifik slamproduktion

EFTERFÄLDNING

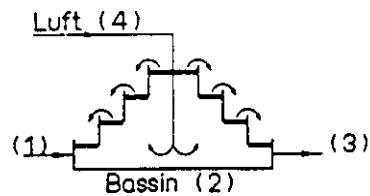


STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted na- tiver	STYRINGSHYPPIGHED		
			Måleniveau		
			1	2	3
Kemikaliedosering (5)	Tid Flow Orthofosfat Orthofosfat pH	(1) (1) (4) (2)	a a	1 time 1 time 1 uge 1 uge* 10 min 10 min*	10 min 10 min* 1 time* 10 min*
Omrørerhastighed (2)	Suspenderet stof Slamvolumen	(4) (2)		1 uge* 1 døgn	1 time* 1 døgn
Slamudpumpning (5)	Slamspejl Suspenderet stof Tid Flow	(3) (5) (-) (1)		1 døgn 1 min	1 time 10 sek* 1 min
Flow (1)	Orthofosfat Orthofosfat Slamspejl Suspenderet stof Turbiditet	(1) (4) (3) (4) (4)	b b	1 uge 1 døgn* 1 døgn 1 uge* 1 uge	10 min* 1 time* 1 time 1 time* 1 time
* Styring baseret på øjebliksværdi					

DRIFTSNØGLETAL:

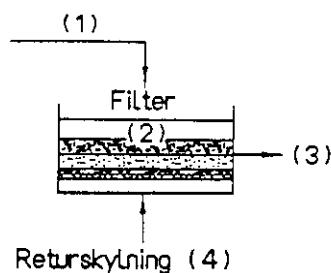
(Alkalinitet)
(Ledningsevne)
Molforhold (Me/P)

EFTERLUFTNING



STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- na- tiver	STYRINGSHYPPIGHED		
				1	2	3
Luftindblæsning (4)	Tid Flow Iltkoncentration	(-) (1) (2)		1 time 1 time*	1 time* 10 min* 3 min*	

* Styring baseret på øjebliksværdi

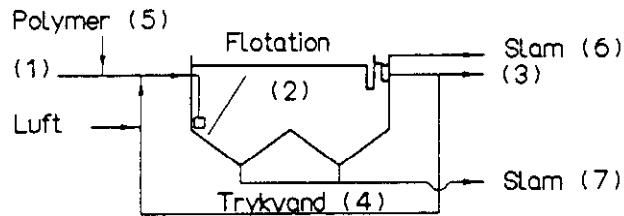
FILTRERING

STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- na- tiver	STYRINGSHYPPIGHED		
				1	2	3
Returskylining (4) (vand og luft)	Tid Flow Tryktab Suspenderet stof, flux Suspenderet stof Tryktabsprofil	(-) (1) (2) (1) (3)		1 time	1 time 1 time* 10 min*	10 min* 10 min* 10 min* 10 min*
Flow (1)	Tryktab Suspenderet stof Suspenderet stof	(2) (1) (3)			10 min*	10 min* 10 min* 10 min*

* Styring baseret på øjebliksværdi

DRIFTSNØGLETAL:

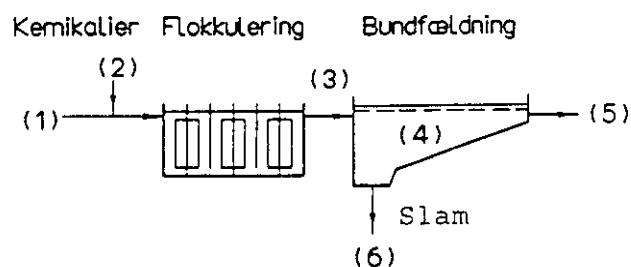
Kapacitet (flow / skyldning)
 Skyllefrekvens
 Skyldvand (% af flow)
 Stofakkumulering

FLOTATION, SEKUNDÆR

STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- nativer	NØDV. STYRINGSFREKVENS		
				1	2	3
Trykvand (4)	Flow Tid Suspenderet stof Turbiditet Suspenderet stof	(1) (-) (1) (1) (3)	a a	1 time 1 mdr.	1 døgn 1 døgn*	10 min 10 min* 10 min* 1 time*
Polymerflow (5)	Flow Tid Suspenderet stof Turbiditet Suspenderet stof	(1) (-) (1) (1) (3)	b b	1 time 1 mdr.	1 døgn 1 døgn*	10 min 10 min* 10 min* 1 time*
Slamfjernelse (6)	Tid Flow	(-) (1)		1 time		1 time
Slamfjernelse (7)	Tid	(-)		1 time		
Skraber- hastighed (2)	Suspenderet stof Suspenderet stof	(3) (6)		1 mdr. 1 mdr.	1 døgn* 1 uge*	10 min* 1 døgn*
Flow (1)	Suspenderet stof Turbiditet Suspenderet stof Turbiditet	(1) (1) (3) (3)	c c d d	1 mdr.	1 døgn 1 døgn*	10 min* 10 min* 10 min* 10 min*
* Styring baseret på øjebliksværdi						

DRIFTSNØGLETAL:

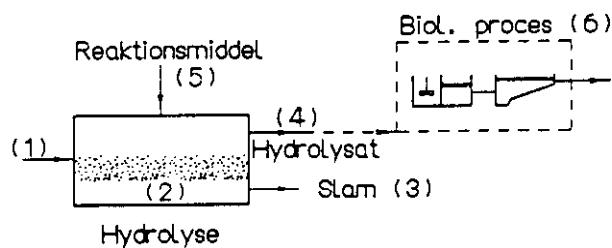
Luft / vand
Luft / slam
(mætrning af disp. vand)
Recirkulationsforhold

FORFAELDNING

STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- na- tiver	STYRHYPPIGHED		
				1	2	3
Kemikalie- dosering (2)	Tid	(-)		1 time	10 min	10 min
	Flow	(1)			10 min*	10 min*
	pH	(3)			1 uge	10 min*
	Opløst fosfor	(5)			2 dage	10 min*
	Opløst fosfor	(1)	a		10 min*	10 min*
	Suspenderet stof	(5)	b		10 min*	10 min*
	Turbiditet	(5)	b		10 min*	10 min*
	Ledningsevne	(1)			2 uger	10 min*
	Alkalinitet	(1)			2 uger	10 min*
	Alkalinitet	(3)				
Slamudpumpning (6)	COD	(1)		1 time*	1 time	1 time
	COD	(5)			1 uge	10 sek*
	Tid	(-)				1 time
	Flow	(1)				
	Suspenderet stof	(6)				
Flow (1)	Kemikaliedosering	(2)		1 time*		
	Slamspejl	(4)				
	Suspenderet stof	(5)	b		2 dage	10 min*
	Slamspejl	(4)	b		1 uge	1 time
	Opløst fosfor	(5)				10 min*
	Turbiditet	(5)				
* Styring baseret på øjebliksværdi						

DRIFTSNØGLETAL:

(Alkalinitet)
(Ledningsevne)
Molforhold (Me/P)

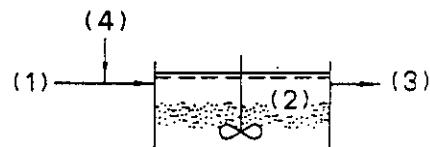
HYDROLYSE

STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- nativer	STYRINGSHYPPIGHED		
				1	2	3
Slamalder (2)	pH Flygtige syrer	(2) (2)	a a	1 døgn*	1 døgn* 1 døgn*	1 døgn* 1 time*
Udpumpning (4)	Eksterne kulstofbehov	(6)				1 time
Eksternt reaktions- middel (5)	pH Flygtige syrer	(2) (2)	b b	1 døgn*	1 døgn* 1 døgn*	1 døgn* 1 time*
Temperatur (2)	pH Flygtige syrer	(2) (2)	c c		1 uge	1 døgn* 1 døgn*
Indpumpning (1)	Flygtige syrer pH Suspenderet stof	(2) (2) (1)	d d	1 døgn*	1 døgn* 1 døgn* 1 døgn	1 time* 1 døgn* 1 time

* Styring baseret på øjebliksværdi

DRIFTSNØGLETAL:Slamalder
Specifik kulstofprod. (oms.)

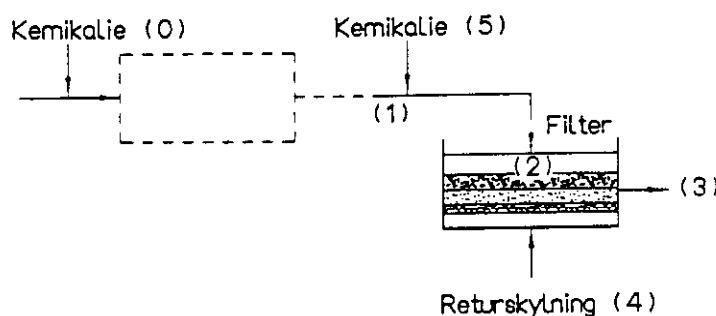
KEMISK SLAMSTABILISERING



STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- nativer	NØDV. STYRINGSFREKVENS		
				1	2	3
Kemikaliedosering (4)	Flow Suspenderet stof pH Kalk	(1) (1) (2) (4)		1 mdr. 1 mdr. 1 mdr. 1 mdr.*	1 døgn 1 døgn* 1 døgn* 1 mdr.*	1 time 1 time* 1 time* 1 døgn*
Indpumpning (1)	Suspenderet stof pH	(1) (2)		1 mdr. 1 mdr.	1 døgn* 1 døgn*	1 time* 1 time*

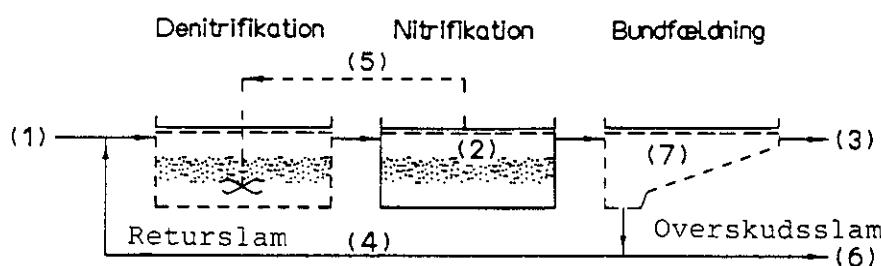
* Styring baseret på øjebliksværdi

DRIFTSNØGLETAL: Specifikt kemikalieforbrug

KONTAKTFILTERERING

STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- nati- ver	STYRINGSHYPPIGEHED		
				1	2	3
Returskylining (4) (vand og luft)	Tid Flow Tryktab Suspenderet stof Tryktabsprofil	(-) (1) (2) (3) (2)		1 time	1 time 1 time 10 min* 10 min* 10 min*	10 min*
Kemikaliedosering (5)	Tid Flow Orthofosfat Orthofosfat Totalforsor	(-) (1) (1) (3) (3)		1 time 1 uge*	1 time 1 time 1 uge 1 uge*	10 min* 10 min* 10 min* 10 min*
Kemikaliedosering (0)	Kemikaliedosering	(5)				1 døgn
Flow (1)	Tryktab Suspenderet stof Suspenderet stof Orthofosfat Orthofosfat	(2) (3) (1) (1) (3)			10 min* 1 time* 1 uge* 1 uge*	10 min* 10 min* 10 min* 10 min* 10 min*
* Styring baseret på øjebliksværdi						

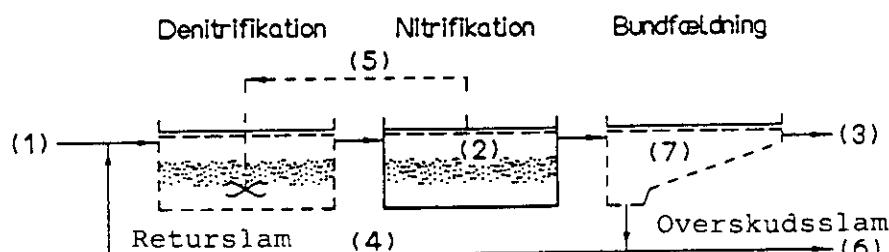
DRIFTSNØGLETAL: Kapacitet (flow / skyldning)
Molforhold (Me/P)
Skyllefrekvens
Skyllevand (% af flow)
Stofakkumulering

NITRIFIKATION I AKTIV SLAM

STYRING AF	PARAMETER	Målested	Alter- na- tiver	STYRINGSHYPPIGHED		
				1	2	3
Iltkoncen- tration (2)	Ammonium Ammonium Iltkoncentration Kvælstofflux Iltrespiration, specifik Nitrifikationshastighed specifik	(3) (2) (2) (1) (2) (2)	a a	1 døgn	10 min 3 min 1 time 10 min*	10 min*
Behandlingstid (2)	Ammonium Kvælstofflux Enzymaktivitet Nitrifikationshastighed specifik Tid	(2) (1) (2) (2) (-)	b b c c		10 min 1 time 10 min* 10 min*	10 min
Aerob slamalder (2) /overskuds- slampumpning (6)	Ammonium Suspenderet stof Flow Temperatur	(3) (2) (1) (2)		1 uge 1 uge	1 døgn* 1 døgn* 1 time 1 døgn*	
Returslam- slampumpning (4)	Suspenderet stof Ammonium	(2) (2)				1 time* 1 time
* Styring baseret på øjebliksværdi				Fortsættes næste side		

DRIFTSNØGLETAL:

Aerob slamalder
(Glødetab)
Rensemograd
Slambelastning (total)
Specifikt iltforbrug
Specifik nit.hastighed
Specifik slamproduktion
Slamvolumenindex

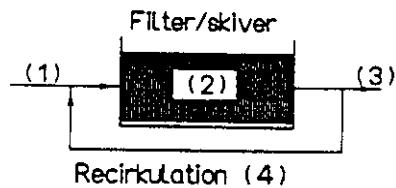
NITRIFIKATION I AKTIV SLAM

STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted na- tiver	STYRINGSHYPPIGHED		
			Måleniveau 1	2	3
(Model)	Suspenderet stof Temperatur pH Iltkoncentration Ammonium Nitrat	(2) (2) (2) (2) (2) (2)			1 time 1 døgn 10 min* 3 min 10 min 10 min
Flow (1)	Ammonium Ammonium Iltkoncentration Iltrespiration Suspenderet stof Slamspejl	(2) (3) (2) (2) (3) (7)		1 døgn	10 min* 1 time* 3 min 10 min* 1 time* 10 min

* Styring baseret på øjebliksværdi

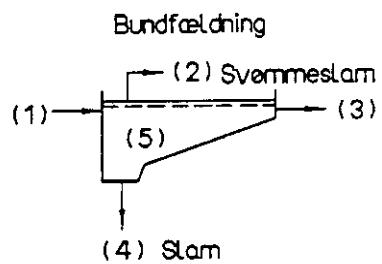
DRIFTSNØGLETAL:

- Aerob slamalder
- (Glødetab)
- Rensegrad
- Slambelastning (total)
- Specifikt iltforbrug
- Specifik nit.hastighed
- Specifik slamproduktion
- Slamvolumenindex

NITRIFIKATION I FILTER / SKIVER

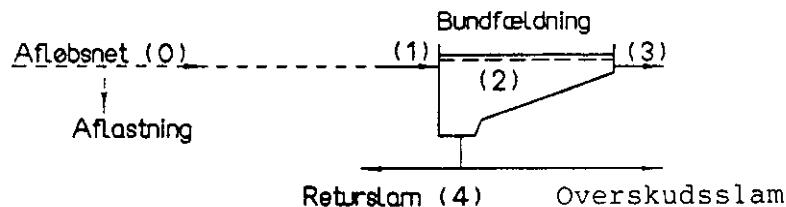
STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- nati- ver	STYRHYPPIGHED		
				1	2	3
Recirkulation (4)	Flow Ammonium	(1) (3)		1 time	10 min 1 døgn	
Belastning (2)	Flow Ammonium	(1) (3)		1 time	10 min 1 døgn	
Iltkoncentration (kun for skiver(2))	Ammonium	(3)			1 døgn	1 time
Flow (1)	Ammonium Ammonium	(1) (3)			1 døgn 1 døgn	
*						

DRIFTSNØGLETAL: Recirkulationsgrad
 Specifik belastning
 Specifik nit.hastighed
 Specifik slamproduktion

PRIMER BUNDFÆLDNING

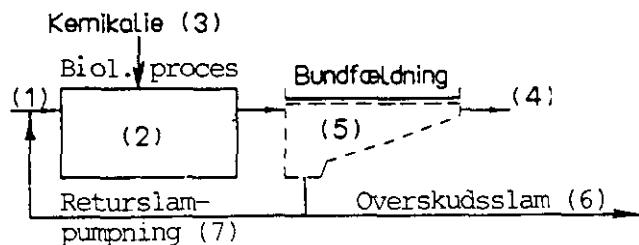
STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- na- tiver	STYRINGSHYPPIGHED		
				1	2	3
				Måleniveau		
Slamudpumping (4)	Tid Flow Slamspejl Suspenderet stof	(-) (1) (5) (4)		1 time	1 time 1 uge	10 min 10 min* 10 sek*
Svømmeslam (2)	Tid	(-)		1 uge		
Skraberdrift (2)	Tid	(-)			1 time	
Flow (1)	Slamspejl Suspenderet stof	(5) (3)				10 min* 1 time*
*						

DRIFTSNØGLETAL:	(Sigtdybde)
------------------------	-------------

SEKUNDÆR BUNDFÆLDNING

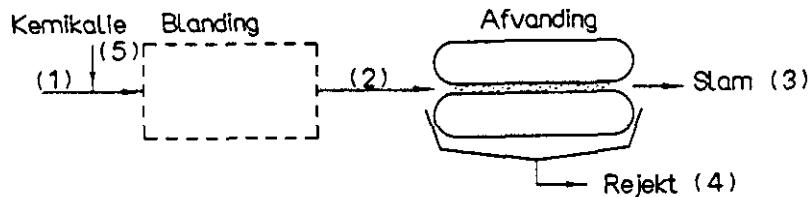
STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted (-)	Alter- na- tiver (3) (3) (4)	STYRINGSHYPPIGHED		
				1	2	Måleniveau
						1
Returslam-pumpning (4)	Flow Slamspejl Tid Suspenderet stof Turbiditet Suspenderet stof	(1) (2) (-) (3) (3) (4)	a a b b	1 time	10 min 1 uge 1 mdr. 1 mdr.	10 min 10 min 10 min* 10 min* 10 sek*
Tilløb til rensningsanlæg (0)	Suspenderet stof Slamvolumen	(1) (1)				10 min* 1 døgn
Flow (1)	Slamspejl Suspenderet stof Turbiditet	(2) (3) (3)	d d			10 min 1 time* 1 time*
* Styring baseret på øjeblikksværdi						

DRIFTSNØGLETAL: Recirkulationsforhold
(Sigtdybde)

SIMULTANFÆLDNING

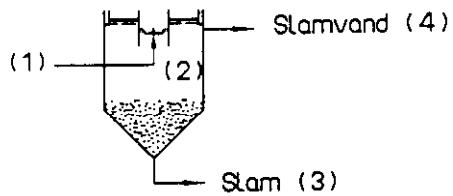
STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- na- tiver	STYRINGSHYPPIGHED		
				1	2	3
Kemikaliedosering (3)	Tid Flow Totalfosfor Orthofosfat pH Alkalinitet	(-) (1) (1) (4) (2) (4)		1 døgn	10 min 1 uge 1 uge* 1 døgn* 1 uge	10 min 1 time* 1 time* 1 time* 1 døgn*
Overskudsslampumping (6)	Se bundfældning					
Returslam-pumping (7)	Se bundfældning					
Flow (1)	Slamspejl Suspenderet stof	(5) (4)				10 min 1 time*
* Styring baseret på øjebliksværdi						

DRIFTSNØGLETAL: Fosforprocent i slam
 Molforhold (Me/P)
 Specifik slamproduktion
 Slamvolumenindex

SLAMAFVANDING (mekanisk)

STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted (1)	Alter- na- tiver (2)	STYRINGSHYPPIGHED		
				1	2	3
Kemikaliedosering (5)	Flow	(1)				10 min
	Suspenderet stof	(1)		1 mdr.	1 uge	10 min*
	CST	(2)	a		1 døgn	
	Spec. filtrerings- modstand	(2)	a			1 døgn*
	Turbiditet	(4)	b		1 mdr.	10 min*
	Suspenderet stof	(4)	b		1 mdr.	10 min*
Indpumpning (2)	Suspenderet stof	(3)		1 mdr.	1 uge	1 døgn*
	CST	(2)			1 døgn	10 min*
	Spec. filtrerings- modstand	(2)	c		1 døgn	1 døgn*
	Turbiditet	(4)	d		1 mdr.	10 min*
	Suspenderet stof	(4)	d		1 mdr.	10 min*
	Suspenderet stof	(3)		1 mdr.	1 uge	1 døgn*
* Styring baseret på øjebliksværdi						

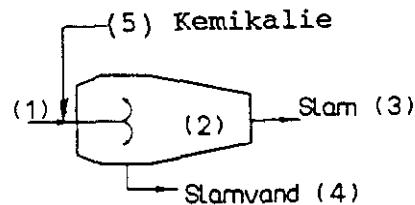
DRIFTSNØGLETAL: (Spæde / spulevand-%)
Specifikt kemikalieforbrug
Udskilningsgrad

SLAMKONCENTRERING (gravitation)

STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- na- tiver	STYRINGSHYPPIGHED (nødv. styringsfrekvens)		
				1	2	3
Indpumpning (1) (flow)	Tid Suspenderet stof Slamvolumen Suspenderet stof Turbiditet Slamvolumen	(-) (1) (1) (4) (4) (4)	a a b b	1 time		1 døgn 1 døgn 1 time* 1 time*
Udpumpning (3)	Suspenderet stof Slamspejl	(3) (2)			1 døgn 1 mdr. 1 min	1 min 10 min

* Styring baseret på øjebliksværdi

DRIFTSNØGLETAL: Udskilningsgrad

SLANKONCENTRERING (mekanisk)

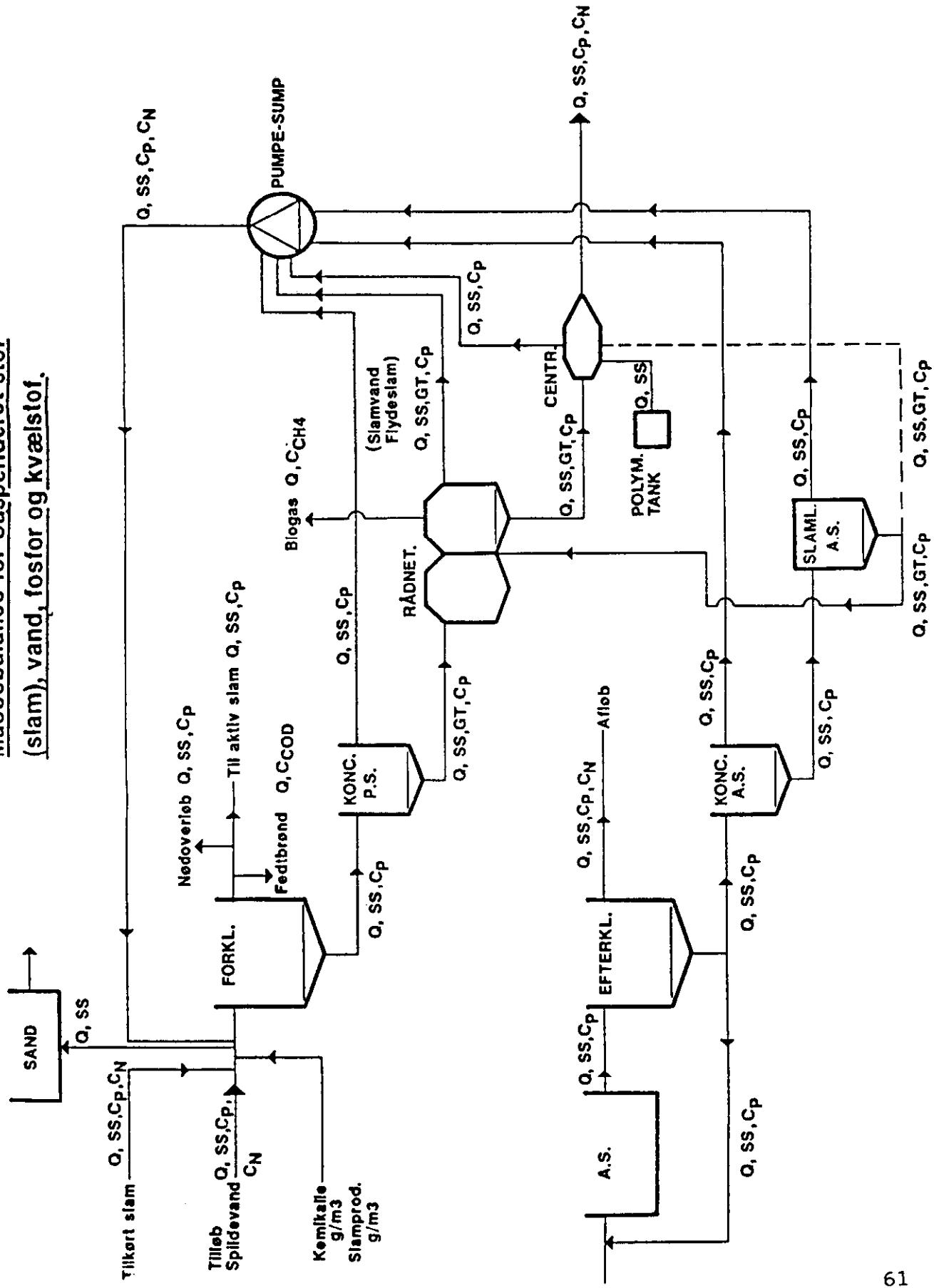
STYRING AF	PARAMETER	Måle- sted	Alter- na- tiver	STYRINGSHYPPIGHED (nødv. styringsfrekvens)		
				1	2	3
Indpumpning (1)	Suspenderet stof	(1)	a	1 uge*	1 uge	1 time*
	Suspenderet stof	(4)			1 uge	1 time*
	Turbiditet	(4)			1 uge	1 time*
	Slamvolumen	(4)			1 uge*	1 time*
	Suspenderet stof	(3)			1 uge	1 døgn*
Kemikaliedosering (5)	Suspenderet stof	(3)	b	1 uge	1 time*	1 time*
	Suspenderet stof	(4)			1 uge	1 time*
	Turbiditet	(4)			1 uge	1 time*
	Suspenderet stof	(1)			1 uge	1 time*

* Styring baseret på øjebliksværdi

DRIFTSNØGLETAL:Udskilningsgrad
Tørstof i slakkage

Massebalance for Suspenderet stof
(slam), vand, fosfor og kvælstof.

BILAG 2
MASSEBALANCER (eksempel)



Registreringsblad

Udgiver: Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K.

Serietitel, nr.:

Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen, nr. 2

Udgivelsesår: 1990

Titel: Fagligt indhold af renseanlæggets driftsdatabase

Undertitel:

Forfatter(e):

Andersen, Karsten Krogh; Bundgaard, Erik; Henze, Mogens; Jansen, Jes la Cour; Lynggaard-Jensen, Anders; Nielsen, Marinus K.; Terkelsen, Mogens

Udførende institution(er):

Komiteen for Vandmiljøteknologi under Dansk Ingeniørforening og Ingeniørsammenslutningen

Resumé:

Formålet med projektet er at fastlægge og definere de faglige elementer af procesmæssig karakter, der bør indgå i en driftsdatabase for renseanlæg. Det beskrives, hvilke størrelser/parametre der kan styres, og hvilke målinger/registreringer der kan benyttes som udgangspunkt for styring.

Herudover er angivet data til analyse af renseanlæggernes driftssituation, f.eks. til brug for massebalancer, afløbskontrol og driftsforhold i øvrigt. Ved hjælp af disse data kan en mere langsigtet strategi for anlæggets styring fastlægges.

Emneord:

renseanlæg; spildevand; driftsforhold; databaser; monitering; enhedsprocesser; driftsdata

ISBN: 87-503-8247-0

ISSN:

Pris (inkl. 22% moms): 85,- kr.

Format: A4

Sideantal: 64

Md./år for redaktionens afslutning: september 1989

Oplag: 500

Andre oplysninger:

Tryk: Scantryk, København

Trykt på miljøpapir

Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen

Nr. 1 : Proces- og funktionsgarantier samt rådgiveransvar

Nr. 2 : Fagligt indhold af renseanlæggets driftsdatabase

Fagligt indhold af renseanlæggets driftsdatabase

Formålet med projektet er at fastlægge og definere de faglige elementer af procesmæssig karakter, der bør indgå i en driftsdatabase for renseanlæg. Det beskrives, hvilke størrelser/parametre der kan styres, og hvilke målinger/registreringer der kan benyttes som udgangspunkt for styring. Herudover er angivet data til analyse af renseanlæggernes driftssituation, f.eks. til brug for massebalancer, afløbskontrol og driftsforhold i øvrigt. Ved hjælp af disse data kan en mere langsigtet strategi for anlæggets styring fastlægges.



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Strandgade 29, 1401 København K, tlf. 31 57 83 10

Pris kr. 85,- inkl. 22% moms

ISBN nr. 87-503-8247-0