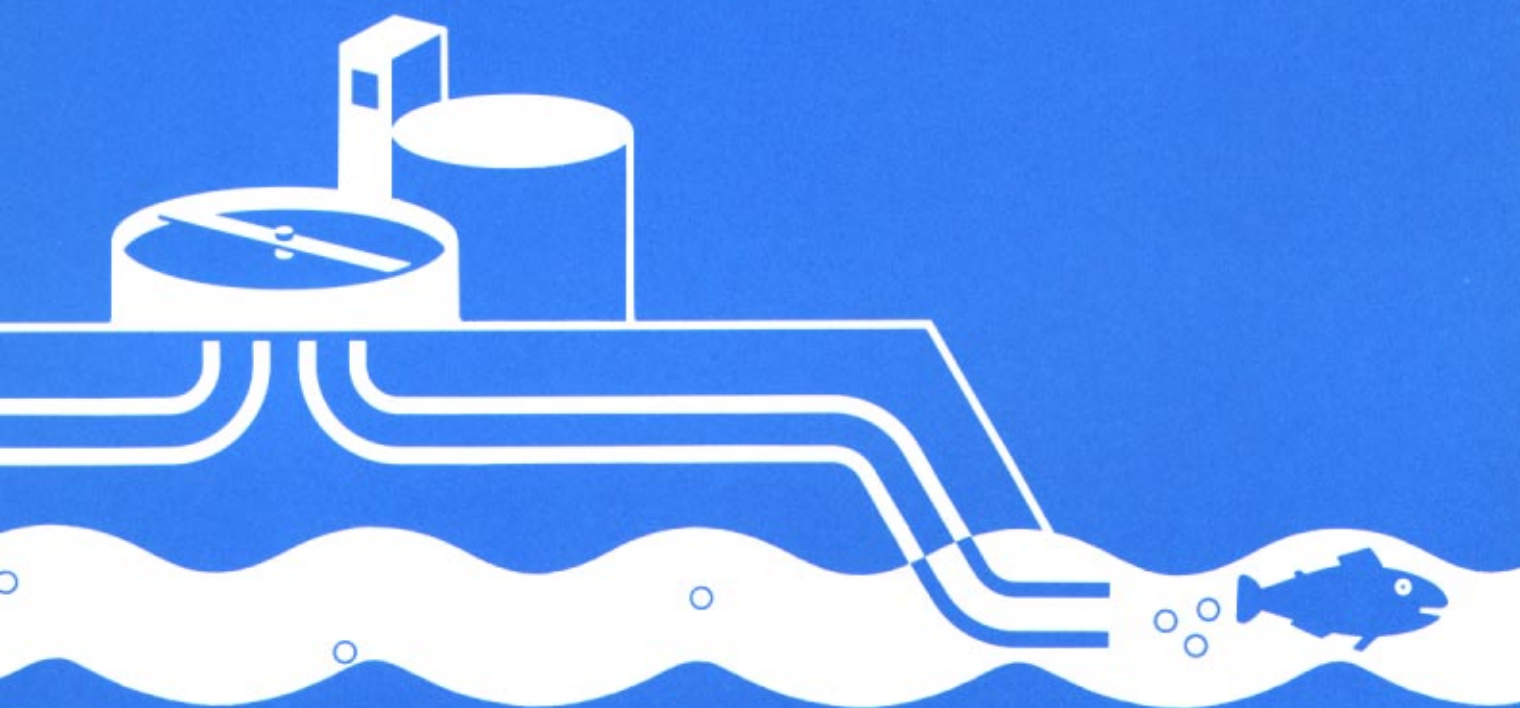


Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen

Nr. 15 1990

Økonomi ved rensning af industrispildevand i renseanlæg



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen

Nr. 15 1990

Økonomi ved rensning af industrispildevand i renseanlæg

Arne Bernt Hasling,
Ole Dalgaard,
Michael Munk Sørensen,
Dines E. Thornberg,
COWIconsult, Rådgivende Ingeniører A/S

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 offentliggjorte rapporter er anført på omslagets næstsidste side.

Det bemærkes, at offentliggørelse 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.

Indhold

<u>1.</u>	<u>Indledning</u>	5
<u>2.</u>	<u>Resumé og konklusion</u>	7
<u>3.</u>	<u>Betalingsvedtægter</u>	13
3.1	Gældende lov	13
3.2	Almindeligt anvendte fordelingsmetoder og bidragstyper	14
3.3	Takster	15
<u>4.</u>	<u>Anvendt metode</u>	17
4.1	Metoden i hovedtræk	17
4.2	Kloakforsyninger og deres økonomi	20
4.3	Kommunale renseanlæg	21
4.4	Industrityper og forrensemetoder	21
4.5	Betalingsregler og økonomiske sammenligninger	22
<u>5.</u>	<u>Kommunale kloakforsyninger</u>	25
5.1	Analyse af kloakforsyninger	25
5.2	Kloakforsyningernes økonomi	30
5.3	Kloakforsyningernes økonomi for 3 typiske kommuner	31
<u>6.</u>	<u>Industrityper</u>	33
6.1	Virksomheder med stor betydning for NPO-rensning	33
6.2	Tre typiske/repræsentative virksomheder	34
6.2.1	Slagteri	34
6.2.2	Mejeri	35
6.2.3	"Tungt spildevand"	35
<u>7.</u>	<u>Kommunale renseanlæg</u>	37
7.1	Udlederkrav/vandmiljøplan	37
7.2	Anlægsopbygning	37
7.2.1	Alternative udbygningsmuligheder	37
7.2.2	Valg af rensemetoder/afgrænsning	37
7.3	Valgte alternative udbygningsmuligheder	38
7.3.1	Alternativ 1 - Simultanfældning	38
7.3.2	Alternativ 2 - Forklaring	42
7.3.3	Alternativ 3 - Forfældning	45
7.4	Modelbeskrivelser	48

<u>8.</u>	<u>Forrensning på virksomheder</u>	57
8.1	Forrensemetoder	57
8.1.1	Alternative forrensemetoder	57
8.1.2	Valg af forrensemetoder/afgrænsning	57
8.2	Valgte alternative forrensemetoder	57
8.2.1	Alternativ 1 - Flotation	57
8.2.2	Alternativ 2 - Anaerob forrensning	60
8.2.3	Alternativ 3 - Aerob forrensning	62
8.3	Modelbeskrivelse	63
<u>9.</u>	<u>Undersøgte kombinationer og betalingsregler</u>	71
9.1	Betalingsregler	71
9.1.1	"Glostrup-formlen", formel 1	74
9.1.2	"Grenaa-formlen", formel 2	75
9.1.3	"Ny Holstebro-formel", formel 3	76
9.1.4	"COWI-formlen", formel 4	78
9.2	Undersøgte kombinationer	83
<u>10.</u>	<u>Økonomisk model og problemstilling</u>	85
10.1	Problemstilling	85
10.2	Beskrivelse af den økonomiske beregningsmodel	86
<u>11.</u>	<u>Resultater af analysen</u>	89
11.1	Resultater af grundberegningen	89
11.2	Følsomhedsanalyser og kommentarer til grundberegningerne	90
11.2.1	Kommentarer til grundberegningen	90
11.2.2	Varianter af grundberegningen	90
11.3	Eksempel på valg af løsning og den økonomiske spredning på de enkelte løsninger	94
11.4	Eksempel på beregnede enhedstakster	95
<u>12.</u>	<u>Sammenfatning af resultater</u>	97
12.1	Hovedresultater m.v.	97
12.2	Følsomhedsanalyser	98
12.3	Betydning af de enkelte belastningsparametre	100
12.4	Økonomiske sammenligningsmetoder	100
12.5	Hovedkonklusion	101

1. Indledning

Udbygningen af de kommunale renseanlæg, i overensstemmelse med vandmiljøplanen, vil få omkostningerne til spildevandsrensning til at stige betydeligt. Det er samtidig fastslået, i lov om betalingsregler, at kommunen skal opkræve særbidrag fra industrier med særligt forurennet spildevand.

Det vil derfor være aktuelt for mange industrier at overveje etablering af egen forrensning af virksomhedens spildevand. Har eller skal kommunen etableret et renseanlæg med fuld kapacitet, vil en efterfølgende beslutning om egen forrensning resultere i en samlet rensekapacitet, der er større end nødvendig. Denne situation vil fordyre vandmiljøplanens gennemførelse unødigt, men vil give kommunen en reservekapacitet som måske kan anvendes af nye virksomheder.

I denne rapport belyses mulighederne for at udforme særbidragsberegningerne på en sådan måde, at industrien- og kommunen tilskyndes til at vælge en samfundsøkonomisk optimal udbygning af industriens forrenseanlæg og de kommunale renseanlæg.

Rapporten er resultatet af projektet "Økonomi ved rensning af industrispildevand for BOD, N og P i kommunale renseanlæg" Miljøstyrelsen J.nr. M2046-0077.

Projektet er udført af COWIconsult.

Projektets gennemførelse har været fulgt af en styringsgruppe bestående af:

Arne Bernt Hasling, COWIconsult (projektleder)
Tage V. Andersen, Miljøstyrelsen
Thorkild Hoff Andersen, Industrirådet
Svend Krarup, I. Krüger AS
Søren Hjortsø Kristensen, Kommunernes
Landsforening.

2. Resumé og konklusion

Formål	Formålet med dette projekt har været at udarbejde et generelt teknisk og økonomisk grundlag for samarbejdet mellem industri og kommuner om en samlet betragtning for rensning af spildevand, så der sikres en økonomisk optimal opfyldelse af de stillede rensekrav.						
Omfang	I projektet redegøres for: 1) Udvalgte industri-branchers muligheder for forrensning. 2) Forrensningens indvirkning på de kommunale renseanlæg. 3) De samlede og de adskilte økonomiske konsekvenser for kloakforsyningen og industrien ved forskellige løsninger med hensyn til teknik og betalingsvedtægter.						
Målgruppe	Projektet henvender sig til industriledere og kommunale teknikere/politikere. Størst interesse vil projektet have i de kommuner, hvor et kommunalt renseanlæg modtager væsentlige belastningsbidrag (BI ₃ , N og P) fra få, store industritilslutninger.						
Betalingsregler	I lov nr. 863 af 23. december 1987 om betalingsregler for spildevandsanlæg er der fastsat rammer for hvordan betalingsvedtægterne for kloakforsyningerne kan udformes. Se de uddybende kommentarer i "Lovinformation fra Miljøstyrelsen, Nr. 1 1988, Betalingsvedtægter for spildevandsanlæg". Kloakforsyningens udgifter til anlæg og drift af spildevandsanlæg skal finansieres fuldt ud af brugerne. Udgifterne dækkes ved opkrævning af 3 typer bidrag: <table><tr><td>- Tilslutningsbidrag,</td><td>engangsbidrag</td></tr><tr><td>- Anlægsbidrag,</td><td>løbende bidrag</td></tr><tr><td>- Driftsbidrag,</td><td>løbende bidrag</td></tr></table> Der <u>kan</u> fastsættes regler om særbidrag ved beregning af tilslutningsbidrag og anlægsbidrag for virksomheder med særligt forurennet spildevand. Der <u>skal</u> fastsættes regler for opkrævning af særbidrag til driftsbidrag. I loven er der ikke fastsat nærmere regler for hvorledes særbidragsbestemmelserne skal udformes i betalingsvedtægterne.	- Tilslutningsbidrag,	engangsbidrag	- Anlægsbidrag,	løbende bidrag	- Driftsbidrag,	løbende bidrag
- Tilslutningsbidrag,	engangsbidrag						
- Anlægsbidrag,	løbende bidrag						
- Driftsbidrag,	løbende bidrag						

Metoden i hovedtræk Da det ikke er muligt umiddelbart at overskue problemkomplekset omkring industriens betingelsesforhold, er det valgt at gennemregne kombinationer af

- Kommunestørrelser	3 stk.
- Industrier	5 stk.
- Kommunale renseanlægstyper	3 stk.
- Industrielle forrensemetoder	4 stk.
- Kloaksaneringsomkostninger incl./excl.	2 stk.
- Afgiftsformler for særbidrag	4 stk.
- Særbidrag på alt/kun renseanlæg	2 stk.
- Økonomi (samfund, kloakforsyning, industri)	3 stk.

og herudfra se hvilke af de undersøgte afgiftsformler der bedst tilskynder industrien og kommunen til at vælge den samfundsøkonomisk billigste løsning. Det er forudsat at alle kombinationer skal give en afløbskvalitet fra det kommunale renseanlæg svarende til vandmiljøhandlingsplanens krav. Der er i alt undersøgt 3.888 kombinationer, samt gennemført forskellige følsomhedsanalyser.

Alle beregninger og dimensioneringer af renseanlæg er udført ved hjælp af COWIconsults specialprogrammer.

Resultatet af beregningerne er angivet i få meget koncentrerede skemaer i afsnit 11. I skemaerne angives for udvalgte kombinationer af kommunestørrelser og industrier hvilken kombination af forrensning og kommunal rensning der bør vælges samfundsøkonomisk, hvilken kombination kloakforsyningsregnskabet peger på og for hver industritype angives hvilke særbidragsformler, der virksomhedsøkonomisk tilskynder virksomheden til at vælge den samfundsøkonomiske bedste løsning.

I bilag 1 er indsat et lille udpluk af resultatudskrifterne fra en af de afsluttende økonomiske beregninger, og i de enkelte afsnit om dimensionering og prissætning af renseanlæg er vist eksempler på resultatudskrifter.

Kommunetyper

Der er udvalgt tre repræsentative kommunetyper med følgende karakteristika

Kommunetype	p.e.	Samlet industriandel	Store industriers andel af total belastning	Industri type	BI ₅ i tilløb til renseanlæg mg/l
Lille kommune	12.300	32%	-	Blandet	120
Mellemstor kommune	57.000	65%	29%	Fødevarer	232
Stor kommune	107.000	66%	42%	Fiske-industri	325

Der tages udgangspunkt i en kommunes planlagte spildevandsmængde- og sammensætning og det antages, at der for hele kommunen skal etableres ét nyt renseanlæg der opfylder vandmiljøplanens krav til BI₅, kvælstof og fosfor. Renseanlægget regnes etableret år 1 og antages at være fuldt belastet hele perioden. Omkostninger til sanering, renovering, drift og vedligeholdelse af kloakanlæg medregnes som en konstant størrelse.

Renseanlægstyper

Der undersøges følgende kommunale renseanlægstyper efter aktivslam-metoden:

- "Simultanfældning":
Mekanisk rensning med rist og sand- og fedtfang.
Biologisk kvælstoffjernelse med nitrifikation/denitrifikation.
Kemisk fosforfjernelse med simultanfældning.
- "Forklaring":
Mekanisk rensning med rist, sand- og fedtfang og forklaring.
Biologisk kvælstoffjernelse med nitrifikation/denitrifikation.
Kemisk fosforfjernelse med simultanfældning.
Anaerob udrådning af primærslam.
- "Forfældning":
Mekanisk rensning med rist, sand- og fedtfang og forklaring.
Biologisk kvælstoffjernelse med nitrifikation/denitrifikation.
Kemisk fosforfjernelse med forfældning suppleret med simultanfældning.
Anaerob udrådning af primærslam.

Industrityper

Spildevandet fra de udvalgte tre typer virksomheder adskiller sig fra husspildevand ved de

høje koncentrationer af bl.a. organisk stof og har følgende særlige karakteristika:

Slagteri: Meget partikulært organisk stof, fedt/olie

Mejeri: Let nedbrydeligt organisk stof

Tung industri: Tungt nedbrydeligt organisk stof f.eks. cellulose.

Herudover medtages de eksisterende store virksomheder i vurderingen af konsekvenserne ved forskellige former for forrensning.

Forrensemetoder

For hver virksomhedstype dimensioneres og prissættes alle hovedkomponenter for følgende forrensemetoder udfra COWIconsults specialprogrammer:

- Flotation
- Anaerob rensning
- Aerob rensning.

Det antages at virksomhederne ikke har mulighed for egen udledning til vandløb eller lignende.

Betydende parametre

I afsnit 6, 7 og 8 samt bilag 2 er beskrevet hvilke forureningsparametre der har betydning for dimension, pris og drift af renseanlæg. Det fremgår heraf at BI_5 , N og P er de mest betydelige parametre, udover naturligvis vandmængden. For kloaksystemet gælder at vandmængden er den afgørende parameter for omkostningerne.

Grundenheden er m^3

Afgiftsenheden for påligning af bidrag er her m^3 spildevand udledt til kloakken uanset grundstørrelsen.

De anvendte særbidragsformler kan karakteriseres som følger:

Formel 1

"Glostrup-formlen": - Kun BI_5 -koncentrationen indgår
- Anvendes på både anlægs- og driftsudgifter.

Formel 2

"Grenaa-formlen": - Koncentrationen af BI_5 , N og P indgår
- Forskellige formler for anlægs- og driftsbidrag
- Vægtning efter renseomkostning på Fornæs renseanlæg
- Rabat ved lave koncentrationer.

Formel 3

"Ny Holstebro-formel"

- Koncentrationen af BI_5 , N og P indgår
- Anvendes på både anlægs- og driftsbidrag
- Vægtning efter renseomkostninger på Holstebro renseanlæg.

Formel 4

"COWI-formlen":

- Koncentrationen af BI_5 , N og P indgår
- Forskellige formler for anlægs- og driftsbidrag
- Vægtning efter renseomkostninger, generelt.

Grænseværdierne for særbidrag er for organisk stof 400 mg BI₅/l, mens grænserne for kvælstof og fosfor svinger i intervallerne 80-100 mg N/l og 26-33 mg P/l.

Der er her anvendt særbidrag for både anlægsbidrag og driftsbidrag, selvom loven kun påbyder særbidrag på driftsbidraget.

Økonomiske
forudsætninger

De økonomiske sammenligninger foretages på grundlag af beregninger af årlige omkostninger udfra følgende forudsætninger.

Type	Real rente	Afskrivningsperiode/ tidshorisont
Samfundsøkonomi	7%	kommunale anlæg: 30 år* forrenseanlæg: 20 år*
Kloakforsyningen	7%	10 år
Virksomhed	7%	10 år

*) Svarer til den gennemsnitlige tekniske levetid af bygnings-, anlægs- og tekniske installationer på renseanlæggene.

Beregninger, udført på basis af foranstående forudsætninger, har resulteret i et meget omfattende talmateriale, udfra hvilket der kan drages følgende hovedkonklusioner:

Hovedkonklusion

- Det kan generelt ikke betale sig samfundsøkonomisk at forrense spildevandet fra typiske slagterier, mejerier og lignende virksomheder, hvor spildevandet har et højt indhold af organisk stof. Udledning af tungmetaller, toksiske stoffer eller ekstreme mængder fedt og olie m.v. bør dog undgås ved enten at forrense på virksomhederne og evt. genanvende disse stoffer eller ved at indføre en renere teknologi. Disse særlige forhold er ikke omfattet af dette projekt.
- Den samfundsøkonomiske forskel på de samlede renseløsninger er lille. Foretages et samlet koordineret valg af kommunal rensning og industriel forrensning, kan der højst begås en fejlinvestering på ca. 15% i forhold til den optimale løsning. Koordinerer kommunen og industrien ikke deres valg af renseløsning, bliver der mulighed for en væsentlig større fejlinvestering.
- Særbidrag efter "Glostrup-formlen", der alene er baseret på spildevandets indhold af organisk stof (BI₅) vil i ca. halvdelen af tilfældene give industrien et økonomisk incitament til at vælge en løsning der ikke

er samfundsøkonomisk fordelagtig. (Giver for høje særbidrag så industrien selv kan forrense billigere).

- Af de undersøgte fire formler for særbidrag er det kun formel 4 der i alle tilfælde giver industrien et økonomisk incitament til at vælge den samfundsøkonomisk bedste løsning. Denne formel er baseret på en generel vægtning efter anlægs- og driftsomkostninger til rensning for organisk stof, kvælstof og fosfor.
- Særbidrag bør kun anvendes på den del af bidraget, der går til dækning af renseomkostninger, og der bør anvendes forskellige formler for anlægs- og driftsbidrag. Ved denne opdeling giver alle formler industrien det rette incitament. Grundenheden for bidragspåligning er vandmængden, som er direkte bestemmende for kloakerings- og transportomkostningerne.
- Ved tilledning af spildevand med ekstrem sammensætning bør bidrag fastsættes ud fra forhandlinger, baseret på spildevandets negative eller positive effekt for funktion og pris for anlæg og drift af det kommunale renseanlæg. F.eks. kan tilledning af kølevand give en besparelse i såvel anlægs- som driftsomkostninger på renseanlægget, hvis kølevandet kan sikre at minimumstemperaturen af det spildevand der tilledes anlægget øges nogle grader.
- Der skal anvendes korrekte økonomiske metoder ved sammenligning af forskellige samlede renseløsninger. Ikke en sammenblanding af kommunalpolitiske takstberegninger (finansiering) og virksomheders afskrivningspolitik, hvor der anvendes forskellige tidshorisonter der ofte ikke harmonerer med anlæggenes tekniske levetid og nytteværdi.
- Der bør, i alle tilfælde gennemføres et nært samarbejde mellem den kommunale kloakforsyning og de store virksomheder for at sikre, at der findes en samfundsøkonomisk god samlet løsning, der bliver økonomisk tilfredsstillende for begge parter.

3. Betalingsvedtægter

I dette kapitel gives en oversigt over gældende regler for opkrævning af bidrag til finansiering af de kommunale kloakforsyningers udgifter. Der gives dels en kort beskrivelse af gældende lovbestemmelser og dels ved beskrivelse af almindeligt anvendte fordelingsmetoder, bidragstyper og takster. Kun bestemmelser af betydning for nærværende rapport omtales.

3.1 Gældende lov

I lov nr. 863 af 23. december 1987 om betalingsregler for spildevandsanlæg er der fastsat rammer for hvordan betalingsvedtægterne for kloakforsyningerne kan udformes.

Kloakforsyningens udgifter til anlæg og drift af spildevandsanlæg skal finansieres fuldt ud af brugerne. Udgifterne dækkes ved opkrævning af 3 typer bidrag:

- Tilslutningsbidrag
- Anlægsbidrag
- Driftsbidrag.

Tilslutningsbidrag Tilslutningsbidraget er et engangsbeløb og fastsættes på grundlag af den afledningsret, som tillægges ejendommen. Afledningsretten for erhvervsejendomme fastsættes som det maksimale årlige vandforbrug - eventuelt med fradrag for vand som ikke afledes til kloak.

For ejendomme med lille vandforbrug fastsættes afledningsretten på grundlag af ejendommens grundareal. For en ejendom, der en gang har betalt tilslutningsbidrag kan der kun opkræves nyt tilslutningsbidrag hvis ejendommens anvendelse ændres så afledningsretten må øges.

Der kan fastsættes regler om særbidrag ved beregning af tilslutningsbidrag for virksomheder med særligt forurenede spildevand.

Anlægsbidrag De årlige anlægsbidrag opkræves på grundlag af målt eller skønnet vandforbrug. For erhvervsejendomme opkræves anlægsbidraget dog på grundlag af afledningsretten, medmindre vandforbruget overstiger afledningsretten.

Afledningsretten udgør mindst $0,25 \text{ m}^3$ pr. m^2 grundareal i h.t. §2, Stk. 1 i lov nr. 863 af 23. december 1987.

Der kan opkræves særbidrag til anlæg for særligt forurennet spildevand.

Tilslutningsbidrag og de årlige anlægsbidrag finansierer de anlægsarbejder der optages i kloakforsynings anlægsregnskab. Bidrag for veje indgår også til finansiering af anlægsudgifter, men disse behandles ikke i denne rapport, da de vurderes at være uden betydning for rapporten. Der skal ikke nødvendigvis være balance hvert år men blot over en vis periode.

Driftsbidrag

De årlige driftsbidrag opkræves på grundlag af målt eller skønnet vandforbrug. For erhvervsjendomme kan der ske fradrag for vandforbrug, som ikke tilledes kloaksystemet.

For virksomheder med særligt forurennet spildevand skal der fastsættes regler for opkrævning af særbidrag til drift.

Der er ikke i loven fastsat nærmere regler for hvorledes særbidragsbestemmelserne skal udformes i betalingsvedtægterne.

Driftsbidragene skal dække kloakforsynings driftsomkostninger.

Ikrafttræden

Alle kommuner skal senest 1. januar 1993 have udarbejdet en vedtægt, der er i overensstemmelse med loven.

Indtil 1. januar 1988 var kommunerne forpligtiget til at yde tilskud til eller henstand med udgifterne ved spildevandsanlæggenes etablering og drift. Jvf. §27, stk. 4 i lov om miljøbeskyttelse (bek. nr. 85 af 8. marts 1985). Efter 1. januar 1989 må ingen kommuner yde tilskud til kloakforsyningen.

3.2 Almindeligt anvendte fordelingsmetoder og bidragstyper

Betalingsvedtægter udformet før vedtagelsen af lov om betalingsregler har været meget forskellige.

Udover det lovbefalede tilskud, som har været af meget forskellig størrelse fra kommune til kommune, har der oftest været benyttet 2 bidragstyper:

- Tilslutningsbidrag
- Et årligt bidrag baseret på et skønnet eller målt vandforbrug.

I mange tilfælde har der været fastsat regler om særbidragsbetaling for særligt forurennet spildevand fra virksomheder. Særbidraget har

ofte været beregnet efter den såkaldte Glostrupformel, hvor særbidraget beregnes på grundlag af spildevandets indhold af organisk stof (BI_5).

Der findes dog også særbidragsformler, som tager hensyn til andre forureningskomponenter. Som eksempel kan nævnes "Grenaa-formlen", hvor særbidraget beregnes på grundlag af BI_5 -, kvælstof- og fosforindholdet.

Ved Grenaa-formlen er der i modsætning til Glostrup-formlen mulighed for rabat ved særligt tyndt spildevand.

3.3 Takster

Taksterne fastsættes af kommunalbestyrelsen. Der er ikke generelle regler for fordelingen af anlægsomkostningerne på tilslutningsbidrag og årlige anlægsbidrag.

Kommunernes Landsforening indhenter oplysninger om taksterne fra kommunerne.

Af en oversigt for 1990 fremgår taksterne for de kommuner, der har en betalingsvedtægt i overensstemmelse med lov om betalingsregler. Ifølge denne udgør tilslutningsbidraget for en boligenhed gennemsnitligt 27.412 kr. Laveste og højeste takst er 6.222 kr. og 67.710 kr.

Af samme oversigt fremgår, at summen af årlige anlægs- og driftsbidrag gennemsnitligt udgør 8,90 kr./m³. Laveste og højeste takst er 0,90 kr./m³ og 17,83 kr./m³. Alle nævnte beløb er incl. moms.

Det kan således konstateres, at taksterne varierer stærkt fra kommune til kommune.

4. Anvendt metode

4.1 Metoden i hovedtræk

Da det ikke er muligt at overskue problemkomplekset, er det valgt at gennemregne en mængde kombinationer af

- Kommunestørrelser	3 stk.
- Industrier	5 stk.
- Kommunale renseanlægstyper	3 stk.
- Industrielle forrensemetoder	4 stk.
- Kloaksaneringsomkostninger incl./ excl.	2 stk.
- Afgiftsformler for særbidrag	4 stk.
- Særbidrag på alt/kun renseanlæg	2 stk.
- Økonomi (samfund, kloakforsyning, industri)	3 stk.

og herudfra se hvilke af de undersøgte afgiftsformler der bedst tilskynder industrien og kommunen til at vælge den samfundsøkonomisk billigste løsning. Det er forudsat at alle kombinationer skal give en afløbskvalitet fra det kommunale renseanlæg svarende til vandmiljøhandlingsplanens krav, og at industrien ikke har mulighed for egen udledning.

Ovenstående giver mulighed for 8.640 kombinationer. Ved løsningen af denne opgave er antallet af kombinationer begrænset, ved anvendelse af følsomhedsanalyser, som kan vise, om variationer i en parameter har afgørende betydning eller ikke. Der er således gennemført en totalberegning for en mellemstor kommune og derefter udvalgt nogle kombinationer der konsekvensberegnes for en lille og en stor kommune, så man kan se om tendenserne er de samme.

Alle beregninger og dimensioneringer af renseanlæg er udført ved hjælp af COWiconsults specialprogrammer.

Resultatet af beregningerne angives i få meget koncentrerede skemaer i afsnit 11. I skemaerne angives for udvalgte kombinationer af kommunestørrelser og industrier hvilken kombination af forrensning og kommunal rensning der bør vælges samfundsøkonomisk, hvilken kombination kloakforsyningsregnskabet peger på og for hver industritype angives hvilke særbidragsformler der virksomhedsøkonomisk tilskynder virksomheden til at vælge den samfundsøkonomiske bedste løsning. I bilag 1 er indsat et lille udpluk af resultatudskrifterne fra en af de afsluttende

økonomiske beregninger, og i de enkelte afsnit om dimensionering og prissætning af renseanlæg er vist eksempler på resultatudskrifter.

Beregningsforløbet er oversigtsmæssigt vist i fig. 4.1.

Beregningsforløbet og metoder kan i hovedtræk beskrives som følger:

Grundforudsætninger

Kommunetyper:

Tre repræsentative kommunestørrelser udvælges og beskrives med hensyn til

- Mængde, sammensætning af og oprindelse af spildevand tilledt renseanlægget
- Mængde og sammensætning af spildevand fra husholdning, småerhverv m.v.
- Mængde, sammensætning og oprindelse af spildevand produceret på eksisterende virksomheder
- Kloakforsyningens regnskab og budget excl. omkostninger til renseanlæg.

Industri typer:

Udover de eksisterende virksomheder beskrives mængde og sammensætning af spildevand fra tre repræsentative virksomheder:

- Slagteri
- Mejeri
- Industri med "tungt spildevand".

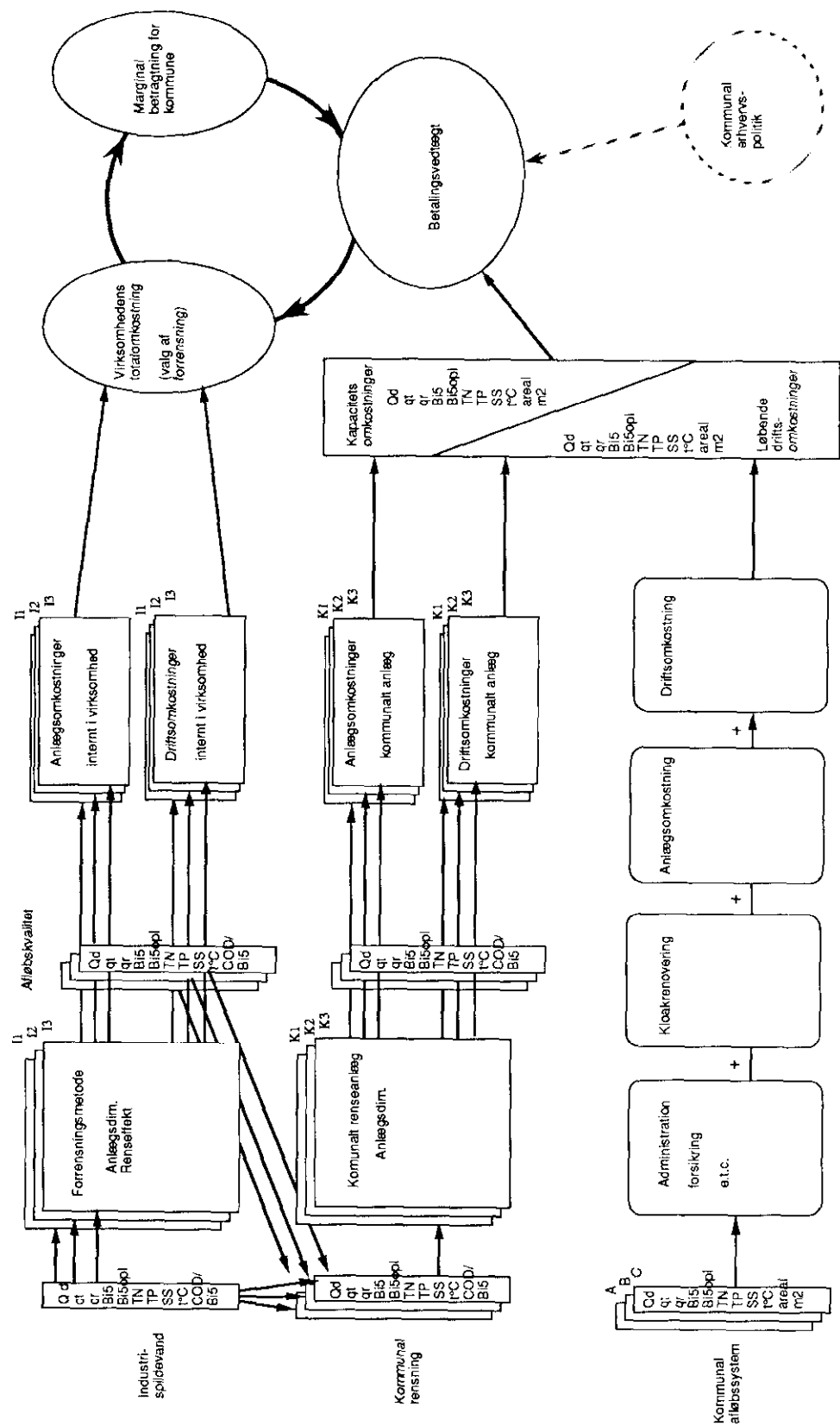
Beregningsforløb/-metode for én kombination

Vælg kombination af:

- Kommunetype
- Rensemethode
- Industri type
- Forrensemethode
- Særbidragsformel.

Virksomheder:

- V1 Dimensionering af forrenseanlæg
- V2 Bestemme mængde og sammensætning af afløbet fra renseanlægget
- V3 Anlægs- og driftsomkostninger for forrenseanlæg
- V4 Beregning af antal afgiftsenheder udfra afgiftsformlen og pkt. V2
- V5 Beregning af årlig afgift til kloakforsyningen udfra pkt. V4 og pkt. K6
- V6 Beregning af samlet årlig omkostning udfra virksomhedsøkonomi.



Figur 4.1 - Principskitse for middelberegninger

Kommunalt renseanlæg:	R1	Belastningsgrundlag fra husholdning, infiltration m.v.
	R2	Belastning fra industriens forrenseanlæg (pkt. V2)
	R3	Dimensionering af renselanlæg
	R44	Anlægs-/driftsomkostninger.
Kloakforsyningens regnskab/enheds- takster:	K1	Anlægsomkostninger til renselanlæg
	K2	Driftsomkostninger til renselanlæg
	K3	Øvrige anlægsomkostninger
	K4	Øvrige driftsomkostninger
	K5	Beregning af antal afgiftsenheder udfra afgiftsformlen, pkt. V2 samt vandforbruget til husholdninger m.v.
	K6	Beregning af enhedstakster pr. m ³ for pkt. K1, K2, K3 og K4 udfra en balanceperiode på 10 år
	K7	Beregning af samlet m ³ -afgift samt afgift til løbende anlægsbidrag og til løbende driftsbidrag.
Samfundsøkonomi	S1	Beregning af årlig omkostning til industriel spildevandsrensning udfra forrenseanlæggets tekniske levetid
	S2	Beregning af årlig omkostning til kommunalrensning udfra renselanlæggets tekniske levetid
	S3	Samlet årlig omkostning til spildevandsrensning.

I afsnit 5-10 beskrives forudsætninger og metoder detaljeret. Her gives en oversigt over hovedtrækkene i de anvendte forudsætninger og metoder.

4.2 Kloakforsyninger og deres økonomi

Der er udvalgt tre repræsentative kommunetyper med følgende karakteristika

Kommunetype	p.e.	Samlet industriandel	Store industriers andel af total belastning	Industri type	BI ₅ i tilløb til renselanlæg mg/l
Lille kommune	12.300	32%	-	Blandet	120
Mellemstor kommune	57.000	65%	29%	Fødevarer	232
Stor kommune	107.000	66%	42%	Fiskeindustri	325

Der tages udgangspunkt i en kommunes planlagte spildevandsmængde- og sammensætning og det an-

tages, at der for hele kommunen skal etableres ét nyt renseanlæg der opfylder vandmiljøplanens krav til BI_5 , kvælstof og fosfor. Omkostninger til sanering, renovering, drift og vedligeholdelse af kloakanlæg medregnes som en konstant størrelse.

Derimod ses bort fra kommunernes omkostninger til etablering af nye detailkloakker, idet disse antages dækket af tilslutningsafgiften.

Se endvidere afsnit 5.

4.3 Kommunale renseanlæg

Omkostningerne til etablering og drift af renseanlæg er afhængig af

- Spildevandsmængde og -sammensætning
- Valg af renseanlægstype.

Spildevandsmængden og -sammensætningen kan påvirkes stærkt af eventuel nyetablering af industri og om denne og eventuelt eksisterende virksomheder udfører forrensning.

Spildevandsmængden og -sammensætningen bestemmes udfra den valgte kommunetype, forrensemetode og omfang af tilsluttede industrier.

Der undersøges følgende kommunale renseanlægstyper:

- Simultanfældning uden forklaring
- Simultanfældning med forklaring
- Forfældning.

Alle renseanlægsdele incl. slambehandling dimensioneres og prissættes særskilt ved hjælp af COWiconsults specialprogrammer.

Se endvidere afsnit 7.

4.4 Industri typer og forrensemetoder

Industriens omkostninger til spildevandsrensning består af bidrag til kloakforsyningen og omkostninger til anlæg og drift af et eventuelt forrenseanlæg. Industriens omkostninger er afhængig af:

- Spildevandsmængde- og sammensætning
- Valg af evt. forrensemetode
- Udformning af særbidragsberegninger
- Takster for spildevandsafledningen.

Spildevandet fra de udvalgte tre typer virksomheder har følgende særlige karakteristika:

Slagteri: Meget partikulært organisk stof, fedt/olie
Mejeri: Let nedbrydeligt organisk stof
Tung industri: Tungt nedbrydeligt organisk stof f.eks. cellulose.

Herudover medtages de eksisterende store virksomheder i vurderingen af konsekvenserne ved forskellige former for forrensning.

Forrensemetoder For hver virksomhedstype dimensioneres og prissættes alle hovedkomponenter for følgende forrensemetoder udfra COWIconsults specialprogrammer:

- Flotation
- Anaerob rensning
- Aerob rensning.

Forrensemetoderne renses spildevandet forskelligt og ned til forskellige niveauer, hvorfor en virksomhed evt. kan komme til at rense spildevandet bedre end hvad der er nødvendigt for at undgå særbidrag. At styre de biologiske processer så de renses præcist til afgiftsgrænsen er svært og kan evt. blive dyrere end at rense et godt stykke på den sikre side.

Se endvidere afsnit 8.

4.5 Betalingsregler og økonomiske sammenligninger

Der gennemføres en række beregningseksempler med henblik på at finde den løsning der giver de mindste samlede (samfundsøkonomiske) omkostninger til rensning af spildevand. Ved anvendelse af forskellige formler for beregning af industriens særbidrag undersøges det, hvilke formler der gør det økonomisk fordelagtigt for industrien at etablere den samfundsøkonomiske optimale grad af forrensning.

De anvendte særbidragsformler kan karakteriseres som følger:

- "Glostrup-formlen"
- "Grenaa-formlen"
- "Ny Holstebro-formel"
- "COWI-formlen"

Glostrup-formlen indeholder kun BI_5 koncentrationen, mens de øvrige formler er baseret på koncentrationerne af BI_5 , N og P.

Grænseværdierne for særbidrag er for organisk stof 400 mg BI₅/l, mens grænserne for kvælstof og fosfor svinger i intervallerne 80-100 mg N/l og 26-33 mg P/l.

De økonomiske sammenligninger foretages på grundlag af beregninger af årlige omkostninger udfra følgende forudsætninger.

Type	Real rente	Afskrivningsperiode/ tidshorisont
Samfundsøkonomi	7%	kommunale anlæg: 30 år* forrenseanlæg: 20 år*
Kloakforsyningen	7%	10 år
Virksomhed	7%	10 år

*) Svarer til den gennemsnitlige tekniske levetid af bygnings-, anlægs- og tekniske installationer på renseanlæggene.

5. Kommunale kloakforsyninger

I dette kapitel beskrives kloakforsyningerne i 3 udvalgte kommuner - Frederikshavn, Nyborg og Ringe. Spildevandsmængder og -sammensætning opgøres og de foreliggende budgetter gennemgås med henblik på opstilling af data for tre repræsentative kommuner i forskellig størrelse. Budgetter opstilles excl. renseanlæg.

5.1 Analyse af kloakforsyninger

Til beskrivelse af de 3 udvalgte kloakforsyninger er der i tabel 5.1 givet oplysninger om befolkning, erhverv og størrelse af kloakerede arealer, som de forventes at være på spildevandsplanernes plantidspunkt.

Tabel 5.1

Kommuner	Frederikshavn	Nyborg	Ringe
Antal indbyggere	35.245 *	17.100 *	11.200
Erhvervsarealer	556	368	187
Større industrier	flere fiskeindustrier	flere fødevarerindustrier	1 mosteri
Fælleskloakeret areal (ha)	600	817	166
Separatkloakeret areal (ha)	600	706	696

* indbyggere i kloakerede oplande

I Frederikshavn føres spildevandet fra næsten alle omegnsbyerne til et centralt renseanlæg med udledning til Kattegat. Der foreligger planer om udbygning af det eksisterende anlæg med kvælstof- og fosforfjernelse og evt. etablering af et nyt anlæg på grund af pladsproblemerne ved det eksisterende renseanlæg.

I Nyborg føres spildevandet fra en del omegnsbyer til et centralt anlæg med udledning til Store Bælt. I perioden frem til 1992 afskæres spildevandet fra flere omegnsbyer til det centrale anlæg, der udbygges til overholdelse af vandmiljøplanens krav.

I Ringe kommune samles spildevandet fra flere oplande i 2 centrale anlæg med udledning til vandløb. I planperioden frem til 1995 afskæres

spildevand fra flere landsbyer til de 2 anlæg, der udbygges med kvælstof- og fosforfjernelse samt eventuelt efterpolering.

Spildevand

Spildevandsmængderne og -sammensætningerne på plantidspunktet er anført i tabel 5.2, 5.3 og 5.4. En række af de anførte parametre er skønnede værdier, da de foreliggende oplysninger ikke er tilstrækkelige. Der er anført de samlede spildevandsmængder for kommunerne, selvom disse eventuelt er fordelt på flere renseanlæg.

Tabel 5.2 - Spildevandsmængde og -sammensætning (Frederikshavn kommune)

STOR KOMMUNE

		STORE VIRKSOMHEDER	ALM. INDUSTRI	INDUSTRI IALT	HUSHOLDNING	INFILTRATION	TOTALT	TOTAL EXCL. STORE VIRKSOMHEDER
Driftsdøgn pr. år	dg/år	223	325	305	365	365	-	-
Årsvandsmængde	m ³ /år	316.000	1.819.000	2.135.000	2.263.000	2.409.000	6.807.000	6.491.000
Døgnvandsmængde	m ³ /d	1.400	5.600	7.000	6.200	6.600	19.800	18.400
Max. time tørvejår	m ³ /time	175	645	820	420	275	1.515	1.340
Max. time regnvejår	m ³ /time	260	970	1.230	630	440	2.300	2.040
Organisk stof BI ₅	mg/l	1.930	280	610	350	-	325	203
Op1. organisk stof Op1 BI ₅	mg/l	1.000	138	310	140	-	153	88
Total kvælstof Tot-N	mg/l	150	63	80	70	-	50	42
Total fosfor Tot-P	mg/l	34	12	16	20	-	12	10
Suspenderede stoffer SS	mg/l	1.050	400	530	450	-	330	275
Fedt/Olie	mg/l	850	100	250	100	-	120	64
Kemisk iltforbrug COD	mg/l	2.400	700	1.040	740	-	600	463
Temperatur minimum t _{min}	t°C	7	7	7	6	6	6	6
C-N forhold BI ₅ /tot-N	-	16,00	4,44	7,63	5,00	-	6,50	4,83
COD-BI ₅ forhold	-	1,24	2,50	1,70	2,11	-	1,85	2,28
Op1 løselighedsindex Op1 BI ₅ /BI ₅	-	0,52	0,49	0,51	0,40	-	0,47	0,43

Tabel 5.3 - Spildevandsmængde og -sammensætning (Nyborg kommune)

MELLEMSTOR KOMMUNE

	STORE VIRKSOMHEDER	ALM. INDUSTRI	INDUSTRI I ALT	HUSHOLDNING	INFILTRATION	TOTAL T	TOTAL EXCL. STORE VIRKSOMHEDER
Driftsdøgn pr. år	275	275	275	365	365	-	-
Årsvandsmængde	360.000	1.620.000	1.980.000	1.387.000	1.361.500	4.728.500	4.368.500
Døgnvandsmængde	1.300	5.900	7.200	3.800	3.730	14.730	13.430
Max. time tørvejr	140	510	650	250	155	1.055	915
Max. time regnvejr	210	770	975	380	240	1.600	1.390
Organisk stof	750	213	310	310	-	232	182
Op1. organisk stof	305	68	111	100	-	80	58
Total kvælstof	75	50	55	82	-	48	45
Total fosfor	20	16	17	26	-	15	15
Suspenderede stoffer	500	306	341	400	-	270	248
Fedt/olie	23	23	23	100	-	37	38
Kemisk iltforbrug	1.500	590	775	660	-	550	458
Temperatur minimum	7	7	7	6	6	6	6
C-N forhold	10,00	4,26	5,64	3,78	-	4,83	4,04
COD-BI ₅ forhold	2,00	2,77	2,50	2,13	-	2,37	2,52
Opløselighedsindex	0,41	0,32	0,36	0,32	-	0,34	0,32

Tabel 5.4 - Spildevandsmængde og -sammensætning (Ringe kommune)
LILLE KOMMUNE

			INDUSTRI	HUSHOLDNING	INFILTRATION	TOTALT
Driftsdøgn pr. år		dg/år	250	365	365	-
Årsvandmængde		m ³ /år	375.000	912.500	788.400	2.075.900
Døgnvandmængde		m ³ /d	1.500	2.500	2.160	6.160
Max. time tørvejr		m ³ /time	160	250	90	500
Max. time regnvejr		m ³ /time	-	-	-	1.000
Organisk stof	BI ₅	mg/l	160	200	-	120
Opl. organisk stof	Opl BI ₅	mg/l	72	90	-	54
Total kvælstof	Tot-N	mg/l	40	60	-	34
Total fosfor	Tot-P	mg/l	14	20	-	12
Suspenderede stoffer	SS	mg/l	240	300	-	180
Fedt/Olie		mg/l	50	70	-	41
Kemisk iltforbrug	COD	mg/l	400	480	-	292
Temperatur minimum	t _{min}	t°C	7	6	6	6
C-N forhold	BI ₅ /tot-N	-	4,00	3,33	-	3,53
COD-BI ₅ forhold	COD/BI ₅	-	2,50	2,40	-	2,43
Opløselighedsindex	Opl BI ₅ /BI ₅	-	0,45	0,45	-	0,45

5.2 Kloakforsyningernes økonomi

De tre kommuners 4-års budgetter for anlæg og drift er gennemgået og hovedtallene fremgår af tabel 5.5.

Ved beregningerne forudsættes, at udgifterne til detailkloak dækkes af tilslutningsafgifter og omkostninger til anlæg og drift af renseanlæg beregnes særskilt. Der er derfor anført omkostninger excl. disse udgifter. I tabellen er der tillige anført de budgetterede indtægter (excl. tilslutningsbidrag) samt taksterne for vandafledningsbidrag.

Af tabellen kan det bl.a. konstateres:

- at 58-72% af de samlede omkostninger i de kommende 4-5 år vedrører renseanlæg, idet disse udbygges i denne periode.
- at der for Frederikshavn og Ringe kommuner stort set er balance imellem udgifter excl. detailkloakering og indtægter excl. tilslutningsbidrag. For Nyborg kommune dækkes tilsvarende kun ca. 75% af udgifterne.
- at spildevandstaksterne er lidt mindre end landsgennemsnittet (7,30 kr./m³ excl. moms).

Tabel 5.5 - Gennemsnitlige budgetter i mio. kr. pr. år excl. moms

Kommune	Frederikshavn		Nyborg		Ringe	
	Anlæg	Drift	Anlæg	Drift	Anlæg	Drift
Detailkloaker	2,67	0,45	1,86	0,5	0,27	0,25
Hovedkloaker	2,45	2,33	3,06	2,5	2,25	0,25
Kloakreovering/sanering	0,45	-	1,6	-	-	-
Regnvand	-	-	0,4	-	-	-
Renseanlæg	17,74	4,85	11,25	3,3	3,50	1,73
Administration	-	-	-	0,6	-	0,18
Ialt	23,31	7,63	18,17	6,9	6,02	2,41
Ialt excl. renseanlæg og detailkloak	2,90	2,78	5,06	3,6	2,25	0,68
Indtægter (1990) *	28,08		16,56		6,65	
Takster (1990) (kr./m ³)	5,74		6,0		6,64	

* excl. tilslutningsbidrag

5.3 Kloakforsyningernes økonomi for 3 typiske kommuner

Budgetterne for de 3 kommuner som anført i afsnit 5.2 må antages at være opstillet på grundlag af kommunernes aktuelle vurdering af behov og økonomiske muligheder.

På grundlag af foreliggende oplysninger er opstillet et skøn for omkostningerne over en længere tidshorisont. Der ses bort fra udgifter til etablering af detailkloakker, som forudsættes opkrævet som tilslutningsbidrag. Omkostningerne til anlæg og drift af renseanlæg beregnes i den opstillede økonomiske model afhængig af spildevandsmængde- og sammensætning, jvf. kapitel 7.

Anlæg

Anlægsomkostninger til hovedkloakker overføres fra tabel 5.5. For Frederikshavn øges budgettallet dog, idet der forventes store omkostninger som ligger senere end 4-årsbudgettet.

Renovering/saneringsomkostningerne må forventes at stige betydeligt i de kommende år. De langsigtede omkostninger må forventes at svare til anlæggenes nyværdi fordelt på anlæggenes levetid. Nyværdien af kloakanlæg skønnes at udgøre 500.000 kr./ha for fælleskloakerede arealer og 800.000 kr./ha for separatkloakerede arealer. Levetiden må antages at være 50-100 år, men hvis nyværdien fordeles over denne periode fås omkostninger, der langt overstiger de faktiske budgetter.

Det er valgt at regne "levetiden" til 200 år i de opstillede budgetter som et kompromis.

Til begrænsning af forureninger fra regnvandsbetingede udløb forventes indført krav om etablering af bassiner for både fælles- og separatkloakerede arealer. Det antages, at der som gennemsnit skal etableres bassiner for 145.000 kr./ha for fælleskloakerede arealer og 45.000 kr./ha for separatkloakerede arealer. Det antages endvidere at halvdelen af bassinerne er etableret og at resten etableres over 20 år.

Drift

For driftsomkostningerne er adskillelsen mellem de enkelte poster ikke særlig klar. Eksempelvis kan omkostninger til en slamsuger, der primært benyttes på kloaknettet blive bogført under drift af renseanlæg.

Det antages at de årlige driftsomkostninger til detailkloakker kan sættes til 0,2% af nyværdi-

en. For hovedkloakker sættes de årlige driftsomkostninger til 1% af skønnede nyværdier med tillæg af skøn for elforbrug i pumpestationer.

Til administration afsættes 500-600.000 kr./år.

I tabel 5.6 er anført de skønnede årlige omkostninger til anlæg og drift for stor, mellemstor og lille kommune, som benyttes i beregningerne.

Tabel 5.6 - Anvendte årlige omkostninger excl. renseanlæg og anlæg af detailkloakker. Beløb i mio. kr. pr. år excl. moms

Kommune	Stor kommune		Mellemstor kommune		Lille kommune	
	Anlæg	Drift	Anlæg	Drift	Anlæg	Drift
Detailkloakker	-	1,6	-	1,7	-	0,9
Hovedkloakker	6,0	2,8	2,5	2,5	2,5	0,4
Kloakrenovering/sanering	4,0	-	4,0	-	2,4	-
Regnvand	3,0	-	3,5	-	1,0	0,1
Administration	-	0,6	-	0,6	-	0,5
I alt	13,0	5,0	10,0	4,8	5,9	1,9

De samlede skønnede omkostninger til anlæg og drift excl. renseanlæg og anlæg af detailkloakker er omtrent dobbelt så store som budgetterne for Frederikshavn, Nyborg og Ringe kommuner.

Denne store forskel kan skyldes:

- at kommunerne i de nærmeste år har nedprioriteret disse omkostninger til fordel for renseanlægsinvesteringer
- at visse driftsomkostninger er indeholdt i renseanlægsdriften
- at det opstillede skøn er for stort (sanering, renovering, regnvand).

6. Industryper

6.1 Virksomheder med stor betydning for NPO-rensning

Ved etablering af renseanlæg til overholdelse af vandmiljøplanens afløbskrav med N- og P-fjernelse, er det væsentligt for design og afløbsresultater at vide hvordan spildevandet er sammensat med hensyn til bl.a. BI_5 , SS, N og P.

Det er således nødvendigt for den biologiske kvælstoffjernelse, at forholdet mellem BI_5 og N (C/N-forhold) er på minimum 3,5-5. Et stort indhold af letnedbrydeligt organisk stof vil betyde, at hastighederne for kvælstoffjernelse forøges. Tilledning af letnedbrydeligt organisk stof vil derfor alt andet lige betyde, at det nødvendige procesvolumen mindskes.

Med de store nybygninger af de kommunale renseanlæg til N- og P-fjernelse, følger en stigning i afledningsafgift og særbidrag for de tilsluttede udledere udfra de nuværende betalingsvedtægter. Med denne stigning vil de væsentlige BI_5 -udledere (f.eks. mejerier, slagterier, bryggerier, fiskeindustrier m.fl.) have en økonomisk tilskyndelse til at begrænse udledningen af BI_5 , hvorimod udledningen af N og P oftest ikke vil begrænses tilsvarende. Dette forhold kan give den modsatte effekt af det, der er ønskeligt for tilledningen til et kommunalt renseanlæg, der skal fjerne N og P.

Virksomheder, der etablerer forrensning, vil p.g.a. udformningen af betalingsvedtægterne, der primært er baseret på udledningen af organisk stof, ofte have en interesse i alene at fjerne store mængder af letnedbrydeligt organisk stof, men ikke N og P.

Haves store enkelttilledninger fra primært levnedsmiddelindustrier med forrensning vil dette kunne mindske det ønskede C/N-forhold og spildevandets nedbrydelighed. På det kommunale renseanlæg kan det derfor blive nødvendigt med tilsætning af letnedbrydeligt organisk kulstof, f.eks. methanol, for at sikre tilstrækkelig god kvælstoffjernelse. Resultatet kan således blive, at industrien investerer i et forrenseanlæg, der fjerner letnedbrydeligt organisk stof, samtidig med at det kommunale renseanlæg fordyres og der må indkøbes og tilsættes letnedbrydeligt organisk stof.

6.2 Tre typiske/repræsentative virksomheder

Der er udvalgt 3 typer virksomheder, der har det tilfælles, at de har spildevand med et højt indhold af organisk materiale:

- Slagteri
- Mejeri
- "Tungt spildevand".

Spildevand fra slagterier er kendetegnet ved, at der er et højt indhold af specielt partikulært organisk materiale, primært i form af proteiner. Desuden er der et rimeligt højt indhold af fedt/olie.

Spildevand fra mejerier er karakteristisk ved et højt indhold af specielt opløst, letnedbrydeligt organisk stof, som f.eks. kulhydrater og lactose.

"Tungt spildevand" dækker over industrier, hvorfra spildevandet har et højt indhold af tungt omsætteligt organiske forbindelser. Der kan eksempelvis være tale om en cellulosefabrik.

For sammenlignelighedens skyld er for alle tre typer industrier valgt en spildevandsmængde på 1400 m³/d, hvilket svarer til en middelstor industri.

6.2.1

Slagteri (29.200 p.e.)

Af tabel 6.1 fremgår en typisk spildevandssammensætning for slagterier.

Tabel 6.1 Spildevandets typiske sammensætning for slagterier

	Slagteri	Husholdning
BI ₅	1250 mg/l	200-350
BI ₅ , opløst	600 mg/l	90-140
COD	2500 mg/l	450-750
Tot-N	150 mg/l	50-80
Tot-P	25 mg/l	15-26
SS	700 mg/l	300-450
Fedt	150 mg/l	70-100
Min. temperatur	12 °C	
C/N	8,3	3,3-5,0
COD/BI ₅	2,0	2,1-2,4
Opl. BI ₅ /BI ₅	0,48	0,3-0,45

Som det fremgår er indholdet af organisk stof stort målt som BI₅ og COD. Ligeledes er totalkvælstof højt set i relation til husspildevand.

COD/B_I₅-forholdet samt B_I₅,opløst/B_I₅ udtrykker spildevandets nedbrydelighed. Cirka halvdelen af det organiske stof er letnedbrydeligt i slagterispildevand. COD/B_I₅-forholdet svarer iøvrigt nogenlunde til forholdet for almindeligt husspildevand.

B_I₅/tot-N-forholdet (også kaldet C/N-forholdet) på ca. 8,3 er rimeligt højt set i relation til det et ønsket C/N-forhold på et kvælstoffjernende anlæg på minimum 3,5-5.

Indholdet af fedt og suspenderet stof er ca. 2-3 gange så stort som i husspildevand.

6.2.2

Mejeri (35.000 p.e.)

Af tabel 6.2 fremgår en typisk spildevandssammensætning for mejerier.

Tabel 6.2 Spildevandets typiske sammensætning for mejerier

	Mejeri	Husholdning
B _I ₅	1500 mg/l	200-350
B _I ₅ , opløst	1350 mg/l	90-140
COD	2500 mg/l	450-750
Tot-N	150 mg/l	50-80
Tot-P	50 mg/l	15-26
SS	100 mg/l	300-450
Fedt	30 mg/l	70-100
Min. temperatur	12 °C	
C/N	10,0	3,3-5,0
COD/B _I ₅	1,67	2,1-2,4
Opl. B _I ₅ /B _I ₅	0,90	0,3-0,45

Der er et højt indhold af organisk stof, som for den største dels vedkommende er letnedbrydeligt (fremgår af et højt B_I₅,opløst/B_I₅-forhold).

Indholdet af tot-N og tot-P er ligeledes rimeligt stort i forhold til almindeligt husspildevand.

P.g.a. det høje B_I₅,opløst/tot-N-forhold vil spildevandet være gunstigt at tillade renseanlæg med biologisk kvælstoffjernelse.

Indholdet af SS og fedt er lavt i forhold til husspildevand.

6.2.3

"Tungt spildevand" (10.500 p.e.)

Af tabel 6.3 fremgår en typisk spildevandssammensætning for industrier med "tungt spildevand".

Tabel 6.3 Spildevandets typiske sammensætning
for industrier med "tungt spildevand"

	"Tung industri"	Husholdning
BI ₅	450 mg/l	200-350
BI ₅ , opløst	50 mg/l	90-140
COD	2500 mg/l	450-750
Tot-N	20 mg/l	50-80
Tot-P	25 mg/l	15-26
SS	700 mg/l	300-450
Fedt	10 mg/l	70-100
Min. temperatur	12 °C	
C/N	22,5	3,3-5,0
COD/BI ₅	5,56	2,1-2,4
Opl. BI ₅ /BI ₅	0,11	0,3-0,45

Som det fremgår er indholdet af organisk stof målt som COD stort, hvorimod det forholdsmæssigt er lavt målt som BI₅ og BI₅, opløst. Dette indikerer, at der er tale om svært nedbrydeligt organisk materiale.

Indholdet af tot-N er lavt i relation til almindeligt husspildevand.

Der er et højt indhold af suspenderet stof, så det organiske stof findes primært på partikulært form.

7. Kommunale renseanlæg

7.1 Udlederkrav/vandmiljøplanen

Folketinget vedtog i 1987 en Vandmiljøplan, der bl.a. indebærer, at renseanlæg med en kapacitet på mere end 15.000 p.e. (personækvivalenter) inden udgangen af 1992 skal opfylde følgende generelle afløbskrav:

BI₅ (modificeret): < 15 mg/l
Total-N: < 8 mg/l
Total-P: < 1,5 mg/l

For anlæg med en godkendt kapacitet på mellem 5.000-15.000 p.e. er kravene følgende:

BI₅ (modificeret): < 15 mg/l
Total-P: < 1,5 mg/l

Afløbskravene kontrolleres ved skærpet transportkontrol efter Miljøstyrelsens regler baseret på DIF's anvisning for vandforureningskontrol.

7.2 Anlægsopbygning

7.2.1

Alternative udbygningsmuligheder

Der findes en række mekaniske, biologiske og kemiske metoder til rensning af spildevand. Eksempelvis kan nævnes:

- Aktiv-slam anlæg
 - biologisk nitrifikation/denitrifikation
 - biologisk fosforfjernelse
 - kemisk fosforfjernelse
- Forskellige typer biologiske filtre
 - rislefiltre
 - roterende filtre
 - flydende filtre
- Stripningsanlæg
- Filtrering
- M.v.

7.2.2

Valg af rensemetoder/afgrænsning

Langt de fleste renseanlæg, der udbygges i henhold til den danske vandmiljøplan, vil blive etableret efter aktiv-slam princippet, d.v.s. at kvælstoffjernelsen sker ved biologiske nitrifikation og denitrifikation. Fjernelse af organisk stof sker ligeledes ved biologisk nedbrydning af bakterierne i det aktive-slam.

Fjernelse af fosfor vil typisk ske ved kemisk fældning. Afhængig af, hvor fældningskemikalierne tilsættes opereres med forfældning, simultanfældning eller efterfældning.

For at afgrænse projektet er valgt 3 forskellige anlægsopbygninger for de kommunale renseanlæg. Disse vurderes at repræsentere størsteparten af de anlægsopbygninger, der finder sted i forbindelse med gennemførelsen af vandmiljøplanen:

- Alternativ 1 - "Simultanfældning":
Mekanisk rensning med rist og sand- og fedtfang.
Biologisk kvælstoffjernelse med nitrifikation/denitrifikation.
Kemisk fosforfjernelse med simultanfældning.
- Alternativ 2 - "Forklaring":
Mekanisk rensning med rist, sand- og fedtfang og forklaring.
Biologisk kvælstoffjernelse med nitrifikation/denitrifikation.
Kemisk fosforfjernelse med simultanfældning.
Anaerob udrådning af primærslam.
- Alternativ 3 - "Forfældning":
Mekanisk rensning med rist, sand- og fedtfang og forklaring.
Biologisk kvælstoffjernelse med nitrifikation/denitrifikation.
Kemisk fosforfjernelse med forfældning suppleret med simultanfældning.
Anaerob udrådning af primærslam.

I det efterfølgende afsnit er de valgte anlægsopbygninger nærmere beskrevet.

7.3 Valgte alternative udbygningsmuligheder

I dette afsnit gives en kort beskrivelse af opbygningen af de valgte alternative anlægsudformninger samt en angivelse af dimensionskrakterier og en vurdering af, hvilke parametre, der er mest betydende for anlæggets størrelse, drift og økonomi.

7.3.1

Alternativ 1 - Simultanfældning

7.3.1.1

Beskrivelse Af fig. 7.1 fremgår et principdiagram for opbygningen af et renseanlæg med simultanfældning.

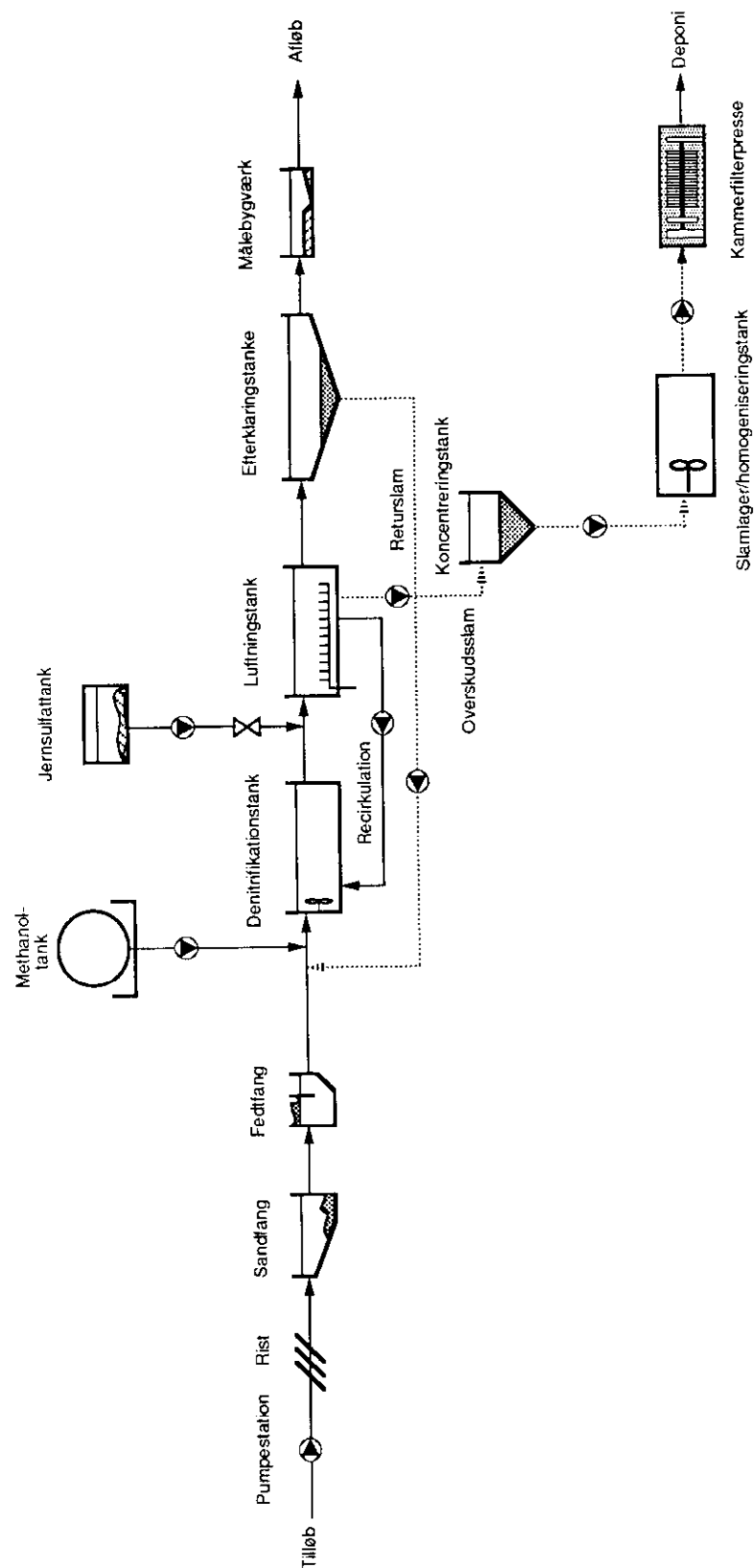


Fig. 7.1 - Principdiagram for opbygning af et renseanlæg med simultanfældning

Spildevandet pumpes ved hjælp af tilløbspumper til et ristebygværk, hvor en automatisk rist fjerner større emner fra spildevandet.

Spildevandet løber videre til et beluftet sand- og fedtfang, hvor grus, sand og fedtstoffer fjernes fra spildevandet. Det bundfældede grus og sand pumpes til en container. Fedtstoffer fjernes fra overfladen og ledes ligeledes til container. Grus og sand transporteres til losseplads eller en anden deponering. Fedtstoffer køres til forbrænding.

Fra sand- og fedtfanget ledes spildevandet til procestankene, hvor den egentlige rensning for organisk stof, kvælstof og fosfor foregår. Procestankene er opdelt i beluftede og ubeluftede tanke. I procestankene findes aktivt slam, som væsentligst består af mikroorganismer. Det aktive slam holdes hele tiden opblandet ved mekanisk omrøring. Mikroorganismene omsætter det organiske stof til kuldioxid, vand og nye mikroorganismer. Herved dannes hele tiden nyt slam, overskudsslam, som løbende fjernes fra procestankene.

Kvælstof omdannes ved biologisk nitrifikation og denitrifikation hovedsageligt til frit atmosfærisk kvælstof. Energien til denne omsætning fås ved nedbrydning af det organiske stof. Hvis der ikke er tilstrækkeligt med organisk stof i spildevandet kan det være nødvendigt at tilsætte eksternt kulstof, eksempelvis i form af methanol.

Fosforfjernelsen sker ved kemisk fældning og foregår simultant med de biologiske processer i procestankene. Der tilsættes et fældningskemikalie, typisk jernsulfat, enten i det beluftede sandfang eller umiddelbart før den beluftede del af procestanken. Dermed udfældes fosforet som kemisk slam i form af jernfosfatforbindelser.

Fra procestankene løber spildevandet til efterklaringstankene. Her bundfældes det aktive samt det kemiske slam og pumpes retur til procestankene via returslumpumper. Det rensede vand ledes via overløbskanter gennem et målebygværk og derfra videre til recipienten.

Overskudsslam udtages fra luftningstankene (eller alternativt fra bunden af efterklaringstankene) og pumpes til en koncentreringsstank, hvor det opkoncentreres til ca. 4% TS.

Fra koncentreringsstanken pumpes slammet til en slamlager/homogeniseringsstank.

Endelig sker der en afvanding af slammet, så tørstofindholdet kommer op på ca. 30% TS, før det kan slutdeponeres. Slamafvandingen er for-

udsat at foregå v.h.a. en kammerfilterpresse. Der sker en tilsætning af polymerer for at forbedre afvandingsegenskaberne.

Sammenlagt består anlægget af følgende anlægsdele:

- Tilløbspumpestation
- Ristebygværk
- Sand- og fedtfang
- Procestanke
- Evt. methanoldoseringsanlæg
- Jernsulfattank
- Efterklaringstanke
- Målebygværk
- Retur- og overskudsslampumpestation
- Koncentreringstank
- Slamlager/homogeniseringstank
- Slamaftvandsanlæg
- Diverse ledningsforbindelser
- Styrings- og overvågningsanlæg
- Mandskabsbygning
- Maskinbygninger
- Diverse udenomforanstaltninger, såsom veje, hegn, belysning m.v.

7.3.1.2

Dimensioneringskriterier. Følgende anlægsdele er primært bestemt ud fra den hydrauliske belastning af anlægget:

- Tilløbspumpestation
- Ristebygværk
- Sand- og fedtfang
- Efterklaringstanke
- Målebygværk
- Returslampumpestation
- Diverse ledningsforbindelser

For ovennævnte bygværker er det den maksimale hydrauliske belastning under regn, der er dimensionsgivende.

Dog kontrolleres dimensioneringen af efterklaringstanke også ud fra den maksimale hydrauliske belastning i tørvejr, og der beregnes et slamvolumenindeks til beskrivelse af slammets bundfældningsegenskaber.

Dimensioneringen af procestankene sker primært ud fra den stofmæssige belastning. Følgende parametre er primært bestemmende for dimensioneringen af procestankene:

- | | |
|----------------------------|------------------|
| - BI ₅ | kg/d |
| - BI ₅ , opløst | kg/d |
| - COD | kg/d |
| - Total-N | kg/d |
| - Total-P | kg/d |
| - Temperatur | (Årsvariationer) |

Dimensioneringen af den beluftede del af procestanken sker primært ud fra beregning af den

nødvendige aerobe slamalder til nitrifikation, som igen beregnes ud fra BI_5 -belastning, tot-P-belastning, kemikaliedosering og minimum temperatur.

Den ubeluftede del af procestanken dimensioneres ud fra tot-N-belastningen og en denitrifikationshastighed. Denitrifikationshastigheden bestemmes ud fra temperaturvariationer, sammensætningen af det organiske stof (BI_5 , opløst/ BI_5 og COD/ BI_5) samt evt. methanoltilsætning.

Dimensioneringen af slambehandlingsanlægget, d.v.s. overskudsslampumper, koncentreringsstank, slamlager/homogeniseringstank og kammerfilterpresse sker ud fra en beregning af slamproduktionen. Slamproduktionen er primært bestemt ud fra den organiske stof belastning samt fosforbelastningen (og dermed fældningskemikaliedoseringen).

Dimensioneringen af methanol- og jernsulfattanke sker ud fra en beregning af den krævede dosering samt ud fra en vurdering af hvilke mængder, der normalt skal leveres, for at det er økonomisk optimalt.

7.3.2

Alternativ 2 - Forklaring

7.3.2.1

Beskrivelse. Af fig. 7.2 fremgår et principdiagram for opbygningen af et renseanlæg med forklaring.

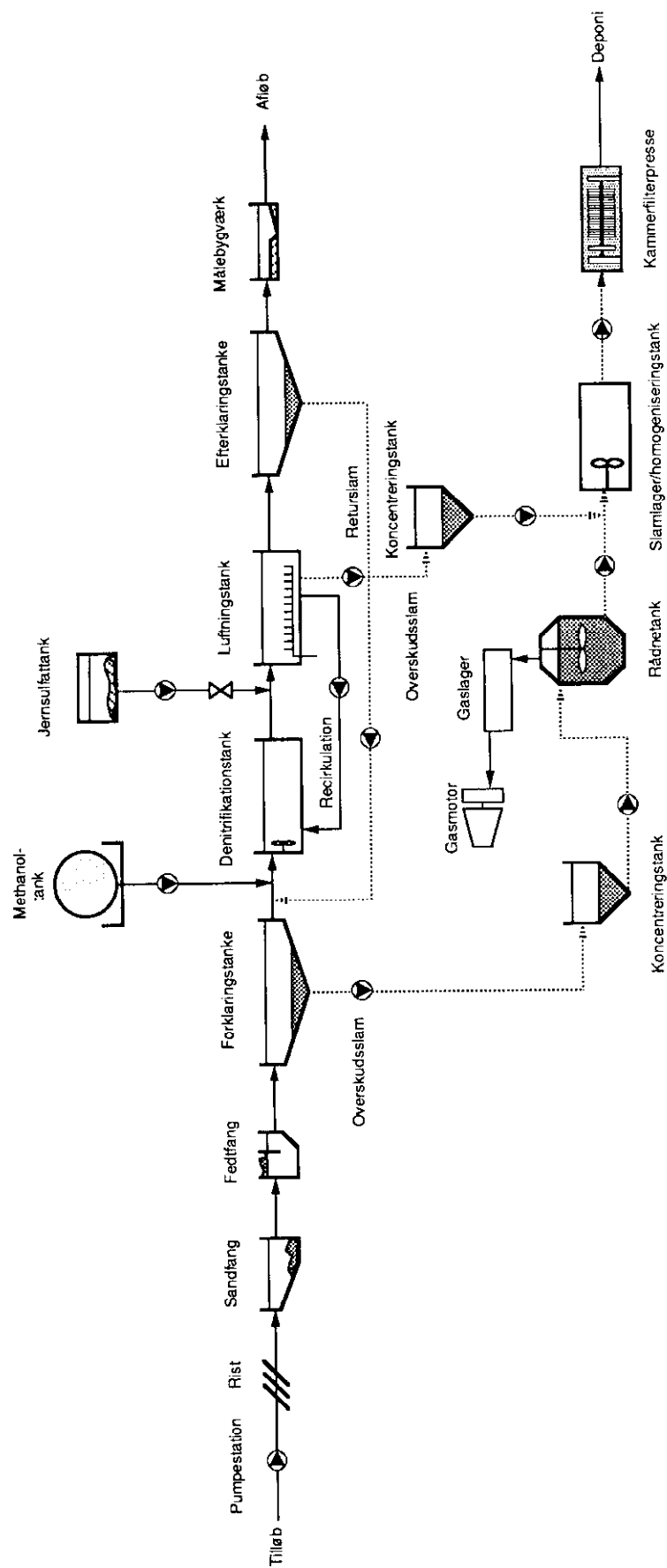


Fig. 7.2 - Principdiagram for opbygning af et renseanlæg med forklæring

M.h.t. tilløbspumper, rist, sand- og fedtfang er beskrivelsen tilsvarende som for anlæg med simultanfældning, jvf. afsnit 7.3.1.1.

Efter sand- og fedtfang ledes spildevandet til forklaringstankene. Her bundfældes det i råspildevandet værende primærslam, som består af partikulært organisk stof. Ved forklaring opnås en rensningsgrad for organisk stof (målt som BI_5) på ca. 30% og for total-kvælstof og totalfosfor på ca. 10%, hvilket reducerer det efterfølgende behov for procesvolumen.

Det forklarede spildevand ledes herefter til procestankene, hvor der tilsvarende beskrivelsen af simultanfældningsanlæg, se afsnit 7.3.1.1, foregår biologisk nitrifikation og denitrifikation samt kemisk fosforfjernelse. Behovet for methanoltilsætning vil alt andet lige være større end ved simultanfældning, idet der fjernes relativt mere organisk stof end kvælstof ved forklaringen (C/N-forholdet formindskes).

Fra procestankene løber spildevandet videre til efterklaringstankene, målebygværket og recipienten jvf. beskrivelsen af simultanfældningsanlæg.

Det bundfældede slam fra forklaringstankene er ikke stabilt og skal derfor behandles yderligere før det kan slutdeponeres. Primærslammet pumpes fra bunden af forklaringstankene til en koncentreringstank, hvor det opkoncentreres til ca. 6-8% TS. Herefter ledes det til en fuldt omrørt, opvarmet rådnetank, hvor slammet stabiliseres anaerobt.

Ved udrådningsprocessen produceres gas, som opsamles i en gaslagertank. Gassen bruges til at drive en gasmotor, som dels producerer el, som bidrager til at nedbringe anlæggets elforbrug og dels leverer spildevarme, som benyttes til opvarmning af rådnetanken.

Det udrådnede slam pumpes til en slamlager/homogeniseringstank.

Overskudsslam fra den biologiske proces udtages fra luftningstankene og pumpes til en koncentreringstank, hvor det opkoncentreres til ca. 4% TS.

Fra koncentreringstanken pumpes slammet til slamlageret/homogeniseringstanken, hvor det blandes med det udrådnede slam fra rådnetanken.

Slamafvandingen er forudsat at foregå v.h.a. en kammerfilterpresse jvf. beskrivelsen af simultanfældningsanlægget.

Sammenlagt består anlægget af følgende anlægsdele:

- Tilløbspumpestation
- Ristebygværk
- Sand- og fedtfang
- Forklaringstanke
- Procestanke
- Evt. methanoldoseringsanlæg
- Jernsulfattank
- Efterklaringstanke
- Målebygværk
- Retur- og overskudsslampumpestation
- Koncentreringstank 1
- Rådnettank
- Gaslager
- Gasmotor
- Koncentreringstank 2
- Slamlager/homogeniseringstank
- Slamaftvædningsanlæg
- Diverse ledningsforbindelser
- Styrings- og overvågningsanlæg
- Mandskabsbygning
- Maskinbygninger
- Diverse udenomforanstaltninger, såsom veje, hegn, belysning m.v.

7.3.2.2

Dimensioneringskriterier. Dimensioneringskriterier for de enkelte bygværker er for de fleste vedkommende tilsvarende som beskrevet under simultanfældningsanlægget, jvf. afsnit 7.3.1.2. Dimensioneringen af procestankene sker naturligvis ud fra den reducerede belastning efter forklaringstankene.

I dette afsnit beskrives kun dimensioneringskriterier for nye anlægsdele, som ikke er beskrevet i afsnit 7.3.1.2.

Forklaringstankene dimensioneres ud fra den maksimale hydrauliske belastning af anlægget.

Dimensioneringen af koncentreringstank 1 og rådnetank sker ud fra en beregning af primærslamproduktionen, og er derfor primært bestemt ud fra belastningen med suspenderet stof (SS (kg/d)) samt en effektivitet af forklaringstankene.

Dimensioneringen af gaslager og gasmotor sker ud fra en beregning af gasproduktionen, som igen er bestemt ud fra primærslamproduktionen.

7.3.3

Alternativ 3 - Forfældning

7.3.3.1

Beskrivelse. Af fig. 7.3 fremgår et principdiagram for opbygningen af et renseanlæg med forfældning.

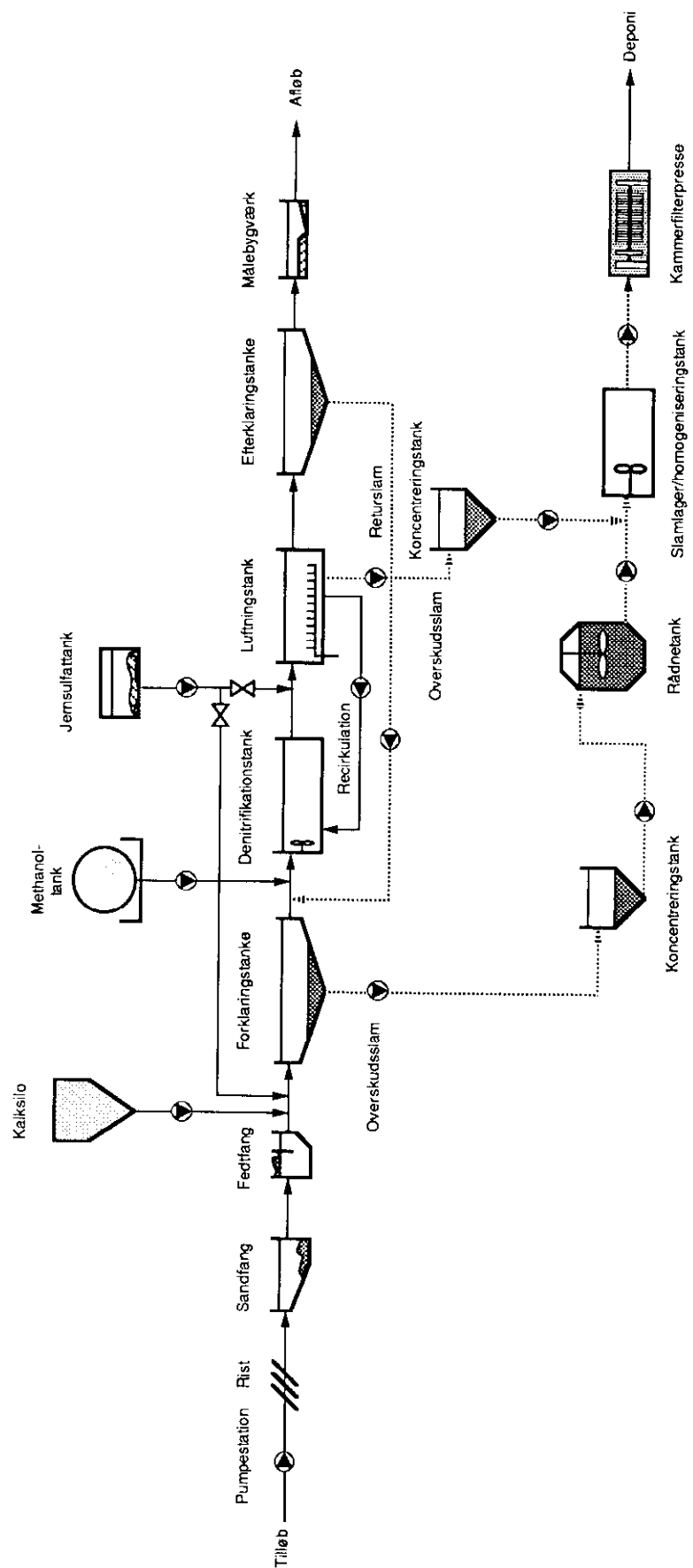


Fig. 7.3 - Principdiagram for opbygning af et renselanlæg med forfældning

M.h.t. tilløbspumper, rist, sand- og fedtfang er beskrivelsen tilsvarende som for anlæg med simultanfældning, jvf. afsnit 7.3.1.1.

Efter sand- og fedtfang ledes spildevandet til forklaringstankene. Før spildevandet ledes ind i forklaringstanke tilsættes et eller flere fældningskemikalier. Der kan være tale om en lang række forskellige fældningskemikalier. Det er forudsat, at fældningskemikalierne er kalk og jernsulfat. Ved forfældningen reduceres spildevandets indhold af fosfor med ca. 80% ned til en koncentration på 2-3 mg P/l. Derudover sker der en reduktion af indholdet af det partikulære organisk stof (ca. 60% målt som BI₅), total-kvælstof (ca. 20%) og partikulært stof (ca. 90%).

Det forklarede spildevand ledes herefter til procestankene, hvor der tilsvarende beskrivelsen af simultanfældningsanlæg, se afsnit 7.3.1.1, foregår biologisk nitrifikation og denitrifikation. For at kunne overholde kravet til fosforudledningen er det nødvendigt med en mindre tilsætning af fældningskemikalier i procestankene. Der vil ofte være behov for methanoltilsætning p.g.a. den relative store fjernelse af organisk stof (C/N-forholdet formindskes).

Fra procestankene løber spildevandet videre til efterklaringstankene, målebygværket og recipienten jvf. beskrivelsen af simultanfældningsanlæg.

Det bundfældede primære og kemiske slam fra forklaringstankene er ikke stabilt og skal derfor behandles yderligere før det kan slutdeponeres.

Slambehandlingen er tilsvarende som beskrevet under forklaringsanlæg, jvf. afsnit 7.3.2.1.

Sammenlagt består anlægget af følgende anlægsdele:

- Tilløbspumpestation
- Ristebygværk
- Sand- og fedtfang
- Kalksilo
- Forklaringstanke
- Procestanke
- Evt. methanoldoseringsanlæg
- Jernsulfattank
- Efterklaringstanke
- Målebygværk
- Retur- og overskudsslampumpestation
- Koncentreringsstank 1
- Rådnetank
- Gaslager
- Gasmotor
- Koncentreringsstank 2

- Slamlager/homogeniseringstank
- Slamaftvædningsanlæg
- Diverse ledningsforbindelser
- Styrings- og overvågningsanlæg
- Mandskabsbygning
- Maskinbygninger
- Diverse udenomforanstaltninger, såsom veje, hegn, belysning m.v.

7.3.3.2

Dimensioneringskriterier. Dimensioneringskriterier for de enkelte bygværker er for de fleste vedkommende tilsvarende som beskrevet under simultanfældningsanlæg, jvf. afsnit 7.3.1.2 eller som beskrevet under forklaringsanlægget, jvf. afsnit 7.3.2.2.

I dette afsnit beskrives kun dimensioneringskriterier for nye anlægsdele, som ikke er beskrevet i afsnit 7.3.1.2 eller 7.3.2.2.

Dimensioneringen af kalksiloen sker ud fra en beregning af kalkdoseringsbehovet samt en vurdering af, hvor stor kalksiloen skal være for at kunne modtage et passende læs.

Dimensioneringen af koncentreringsstank 1 og rådnetank sker ud fra en beregning af primærslamproduktionen inklusiv det udfældede kemiske slam, og er derfor primært bestemt ud fra belastningen med suspenderet stof (SS (kg/d)), fosforindholdet (tot-P (kg/d)) samt en effektivitet af forklaringsstankene.

Dimensioneringen af gaslager og gasmotor sker ud fra en beregning af gasproduktionen, som igen er bestemt ud fra primærslamproduktionen. Det kemiske slam giver ikke anledning til gasproduktion.

7.4 Modelbeskrivelse

I det følgende gives en overordnet beskrivelse af den model, der er opbygget til beregning af anlægs- og driftsomkostninger for kommunale renseanlæg.

Modellen er opbygget i regnearksprogrammet "Microsoft Excel" og består af 8 delprogrammer eller "spreadsheets". Af fig. 7.4 fremgår den principielle opbygning og indbyrdes afhængighed af de 8 delprogrammer:

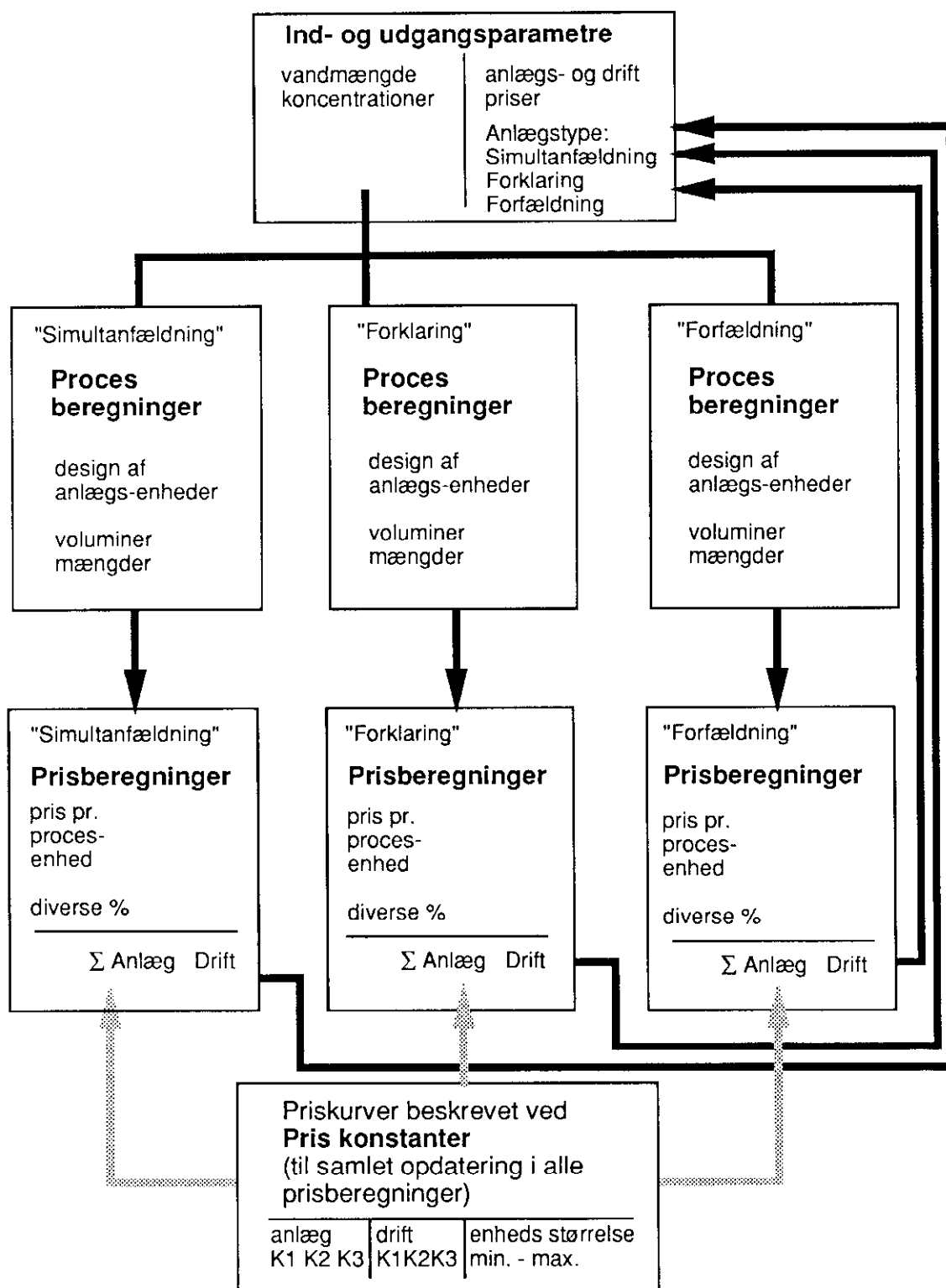


Fig. 7.4 - Principdiagram for opbygning af model til beregning af anlægs- og driftsomkostninger for kommunale renseanlæg

Delprogram 1:

Delprogram 1 er et ind- og uddataprogram.

Der indlæses følgende data:

- Flow (Q , middel (m^3/d))
- Flow (q , max tørvejr og regn (m^3/h))
- Forureningsparametre (BI_5 , $\text{BI}_{5,\text{opløst}}$, COD, tot-N, tot-P, SS m.v. (kg/d))
- Dimensionsgivende temperatur.

Følgende beregnes i de øvrige delprogrammer og overføres til delprogram 1:

- Total anlægsomkostninger (kr.)
- Årlige driftsudgifter (kr./år)

På fig. 7.5 er vist et eksempel på en udskrift af delprogram 1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	IDENTIFIKATION:	S(SKF) AL		DATE:	4/maj/90					
2										
3	Belastning på anlæg		ca.	139950 PE			Pristorslag for anlæg (N og P fjernelse)			
4	Parameter	betegnelse	enhed	værdi	min. - maks. værdi		Type S - Simultanfældning og evt. methanoldosering			
5							bemærk evt.: NB i methanol-tilsætning ikke nødvendigt			
6										
7	døgnvandmængde	Qm	m ³ /d	24000						
8	timevandmængde	Qt+i	m ³ /t	1815			Anlægssum	98.435.410 kr		
9	regnvandmængde	Qr	m ³ /t	2515			årlig drift	9.442.048 kr		
10	organisk stof	Bi5	kg/d	8397						
11	opløst org. stof	opl. Bi5	kg/d	2459			Type K - Forklaring og evt. methanoldosering			
12	Total kvælstof	Tot-N	kg/d	1431			bemærk evt.: NB i methanol-tilsætning ikke nødvendigt			
13	Total fosfor	Tot-P	kg/d	372						
14	suspenderede stoffer	SS	kg/d	10310			Anlægssum	101.583.286 kr		
15	kemisk iltforbrug	OOD	kg/d	18599			årlig drift	9.678.099 kr		
16	min. temperatur (NB i kurve)	temp.	° C	6,9						
17	C-N forhold	Bi5/Tot-N		5,87			Type F - Forfældning og evt. methanoldosering			
18	COD-Bi5 forhold	COD/Bi5		2,21			bemærk evt.: NB i methanol-tilsætning nødvendigt			
19	opløseligheds-index	opl. Bi5/Bi5		0,29	>0,05					
20							Anlægssum	83.330.451 kr		
21							årlig drift	10.437.639 kr		
22	Udløbskvalitet til grund for beregningerne									
23										
24	Organisk stof	Bi5	mg/l	15						
25	Total kvælstof	Tot-N	mg/l	8						
26	Total fosfor	Tot-P	mg/l	1,5						
27	Suspenderede stoffer									
28	max. time tørvejr	SS	mg/l	30						
29	max. time regnvejr	SS	mg/l	60						
30										
31	Ekstern kulstofkilde									
32	Der tilsættes automatisk methanol hvis Bi5/tot-N <			4,5	simultanfældning					
33				4,0	forklaring					
34				3,5	forfældning					
35	Alternativt kan man selv bestemme methanoldosering									
36	ved at indsætte værdi >0 i celle "D36"			0						
37	(sættes til 0, hvis der ønskes "automatisk" beregning									

Fig. 7.5 - Eksempel på udskrift af delprogram 1

Delprogram 2-4: I delprogrammerne 2-4 sker en beregning af følgende for henholdsvis:

Alternativ 1: Simultanfældning

Alternativ 2: Forklaring

Alternativ 3: Forfældning

- Volumener af sand- og fedtfang, procestanke, klaringstanke, koncentreringsstanke, rådnetanke, slamlagre, kemikalietanke m.v.
- Kapacitet af de væsentligste pumper, rist, slamafvanding, gasgeneratorer m.v.
- Slammægnder
- Gasproduktion
- Kemikalieforbrug
- M.v.

Beregningerne er baseret på inddata fra delprogram 1.

I program 2-4 foregår en række iterative beregninger, hvor dimensioneringsparametre såsom omsætningshastigheder, udbyttekonstanter, slamaldrer, slamvolumenindex m.v. udregnes.

Af fig. 7.6 fremgår et eksempel på en udskrift af delprogram 2 for alternativ 1 med simultanfældning. Delprogram 3 og 4 er tilsvarende, dog indgår forskellige andre bygværker m.v., jf. principdiagrammerne på fig. 7.1-7.2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	S(SKF) AL		Version:	4/maj/80						
2										
3	Type S - Simultanfældning og evt. methanoldosering									
4	Anlæg beskrevet ved ca.	138950	PE	(udfæ 60 g B15/PE/d)						
5										
6	Pumpestation									
7	5 m. løftehøjde	699	l/s							
8										
9	Rist + sandfang	699	l/s							
10	oph.tid (t) 0,1	252	m3							
11										
12										
13	Procestanke N, DN og efterklarings tank									
14										
15	Procestalt	SIM	NB ! methanol-blæsning ikke nødvendigt							
16										
17	BELASTNINGSPARAMETRE									
18	Parameter	Enhed		Parameter	Enhed					
19	Om	m3/d	24000	Temp.ud	grader	6,9				
20	Qit	m3/t	1815	Tot.N.ud	mg/l	13,0				
21	Or	m3/t	2515	Tot.P.ud	mg/l	1,5				
22	Middel:				Ind DN-tank	"Udløb"				
23	B15	kg/d			8397	360				
24	B15,opl	kg/d			2459					
25	TotN	kg/d			1431	313				
26	TotP	kg/d			372	36				
27	SS	kg/d			10310	360				
28				C/N-forhold	5,9					
29				B15,opl/N	1,7					
30	BEREGNING AF PROCESTANK									
31										
32	Udbyt faktor Y	kg SS/kg B15 Metanol	0,35	Bioslam	0,68					
33	FeSO4.7H2O	kg/d	4613	Assimilation	kg/d	227,8				
34	Kemslam	kg/d	2537	At denit. TOT	kg/d	890				
35	Total slamlr	kg/d	8233	At denit. MET	kg/d	0				
36	Til afvanding	kg/d	7873	Metanol	kg/d	0				
37	Methanol-dosering (automatisk/manual)									
38	SS tot	kg/m3	6	SS bio	kg/m3	4,15				
39	Slam	GT		Metanolslam	kg/d	0				
40	rispildev	0,65		Spildev.slam	kg/d	5698				
41	forklaret av	0,7		Bioslamprod	kg/d	5698				
42	metanol	0,8		Assimilation	kg/d	227,9				
43	Vol.den MET	m3	0	Spildevand	gNO3-N/gTsd	0,0167				
44	Vol.den SPV	m3	19707	Metanol	gNO3-N/gTsd	0,0531				
45				Blandslam ber	gNO3-N/gTsd	0,0167				
46	Vol.denitr.	m3	19707	Aerob slamaid		17				
47	Total vol. pro	m3	43202	Vol.nitrif.	m3	23509				
48	Slambelastning	kgB15/kgSSd	0,047	Vol.efterkla.	m3	15185				
49				(se nedenstående beregning)						
50	BEREGNING AF EFTERKLARINGSTANK									
51	Tærvøj			Regnvøj						
52	SS-afleeb	mg/l	30	SS-afleeb	mg/l	60				
53	Slamvol	m/h	720	Slamvol	m/h	720				
54	Slamindeks	g/ml	120	Slamindeks	g/ml	120				
55	Hydr.overfl.b.	m/h	0,38	Hydr.overfl.b.	m/h	0,66				
56	Areal ielt	m2	5062	Areal ielt	m2	3801				
57	Areal eksist	m2	0	Areal eksist	m2	0				
58	Areal nyt	m2	5062	Areal nyt	m2	3801				
59	Antal eft.klt.		1	Antal eft.klt.		1				
60	Diameter	m	80,3	Diameter	m	69,6				
61	Dybde	m	3	Dybde	m	3				
62	Volumen	m3	15185	Volumen	m3	11404				
63										
64	ITERATION AF ANOXISK SLAMMÆNGDE									
65	Måned	Temperatur	Den.hast. MET	At denit. MET	In-as-om met	Tot.N.ud	0,00	liter.start		
66		grader celcius	gN/GTd	gN/GTd	kgN	mg/l				
67	Jan	8,1	0,0610	0,0198	0	1203	6,4	0	53166	53166
68	Feb	7	0,0537	0,0170	0	1203	12,5	0	53166	53166
69	Mar	6,9	0,0531	0,0167	0	1203	12,9	0	53359	53359
70	Apr	7	0,0537	0,0170	0	1203	12,4	0	53359	53359
71	Maj	10,1	0,0768	0,0260	0	1203	6,0	0	40670	40670
72	Jun	13	0,1072	0,0389	0	1203	6,0	0	27244	27244
73	Jul	13,7	0,1162	0,0428	0	1203	6,0	0	24733	24733
74	Aug	14	0,1203	0,0446	0	1203	6,0	0	23729	23729
75	Sep	14,6	0,1289	0,0485	0	1203	6,0	0	21841	21841
76	Okt	12,3	0,0989	0,0353	0	1203	6,0	0	30010	30010
77	Nov	11,3	0,0881	0,0307	0	1203	6,0	0	34457	34457
78	Dec	10	0,0759	0,0257	0	1203	6,0	0	41236	41236
79	Middelværdi						7,7			
80	Spredning						3,0			
81	Kontrolværdi	(Transport, skærpet, 12-14 prøver)					7,0			
82										
83	Koncentreringstank									
84										
85										
86		slam til koncentrering pr. d	1312	m3						
87		opholdstid i konc.tank	1,5	d						
88		volumen koncentreringstank	1968	m3						
89										
90	Slamafvanding									
91		slam til afvanding pr. dag	7873	kg/d						
92		Antal presn. pr. uge	10							
93		slamafv.kap. (kammerfilt)	22,04	m3 pres.vol.						
94										
95	Bygninger									
96		bygningens areal ielt	100	m2						
97										
98										
99										
100										
101										
102										
103										
104										
105										

Fig. 7.6 - Eksempel på udskrift af delprogram 2

Delprogram 5-7

I delprogram 5-7 sker en beregning af anlægs- og driftsomkostninger for førnævnte alternativer.

Beregningerne af anlægsomkostninger er primært baseret på volumener og kapaciteter beregnet i delprogrammer 2-4.

Der er indlagt erfaringsmæssige sammenhænge mellem volumener/kapaciteter og priser for de pågældende bygværker.

Ud over ovennævnte beregninger for de enkelte bygværker beregnes omkostninger til projektering, tilsyn, uforudseelige omkostninger m.v. Disse beregnes som erfaringsmæssige procentvise andele af de samlede entreprenørudgifter.

Driftsudgifter beregnes som basisudgifter ud fra en "vægtet p.e.-belastning".

Den vægtede p.e.-belastning beregnes ud fra en erfaringsmæssig sammenvægtning af p.e.-belastningen beregnet på basis af renseanlæggets døgnbelastning og følgende 4 enhedsbelastninger pr. p.e.:

Q p.e.	0,300 m ³ vand/p.e.døgn
BI ₅	0,060 kg BI ₅ /p.e./døgn
N p.e.	0,012 kg N/p.e./døgn
P p.e.	0,004 kg P/p.e./døgn

Ud over basisudgifter, som dækker udgifter til mandskab, el, slambehandling, kemikalieforbrug, vedligeholdelse m.v. regnes med ekstraomkostninger i forbindelse med tilsætning af ekstern kulstofkilde, dvs. methanol.

Af fig. 7.7 fremgår et eksempel på en udskrift af delprogram 5 for alternativ 1 med simultan-fældning. Delprogram 6 og 7 er tilsvarende, dog indgår forskellige andre bygværker m.v., jf. principdiagrammerne på fig. 7.1-7.3.

	A	B	C	D	E
1	S(SKF) AL		version:	4/maj/90	
2	Type S - Simultanfældning og evt. methanoldosering				
3					ANLÆG
4	anlægs-del	enhed	værdi	antal	kr.
5	pumpestation	l/s	699	1	
6	rist	l/s	699	1	
7	sandfang	l/s	252	1	
8	procestank,N	m3	23495	1	
9	procestank,DN	m3	19771	1	
10	efterklaringstank	m3	15185	1	
11	målebygværk	l/s		1	
12	kem.tank jern	m3	120	1	
13	kem,tank methanol	m3	40	1	
14	koncentreringstank	m3	1969	1	
15	slamafv. (kammerfilt.m3 pres.		22,05	1	
16	bygninger	m2	100	1	
17					
18	anlægspris ved licitation				
19	uforudseelige	}			
20	rådgivning		35 %		
21	administration				
22					
23	anlægspris TOTAL				98.435.410
24					
25	Til driftsberegning	PE	139950		
26	Vægtet P.E.		105380		
27					DRIFT
28		enhed	værdi	enhedspris	kr./år
29	Basisudgift	p.e.	105380	90	9.442.048
30	(MBNDK-simultan)				
31	+ methanoldosering	kg/d	0	2,00	0
32	SUM				9.442.048

Delpriser udeladt

Fig. 7.7. - Eksempel på udskrift af delprogram 5

Delprogram 8

I delprogram 8 er samlet samtlige sammenhænge mellem volumener/kapaciteter og priser for de bygværker, pumper m.v., der indgår i delprogrammerne 5-7.

8. Forrensning på virksomheder

8.1 Forrensemetoder

8.1.1

Alternative forrensemetoder

Forrensning på virksomheder kan i princippet variere lige fra en simpel mekanisk rensning med eksempelvis grovrist til en vidtgående rensning for såvel organisk stof, kvælstof og fosfor. Der findes således en lang række metoder til forrensning af industrispildevand, som afhængig af spildevandets sammensætning og det ønskede rensniveau kan være relevante.

For spildevand med stort indhold af organiske stoffer vil følgende forrensemetoder primært være relevante:

- forklaring
- forfældning
- biosorption
- flotation
- anaerob rensning
- aerob rensning

8.1.2

Valg af forrensemetoder/afgrænsning

For at afgrænse opgaven er der valgt følgende forrensemetoder, som vurderes at være de mest anvendte i forbindelse med organisk holdigt spildevand:

Alternativ 1 - Flotation
Alternativ 2 - Anaerob forrensning
Alternativ 3 - Aerob forrensning

I det efterfølgende afsnit er de 3 valgte forrensemetoder nærmere beskrevet.

8.2 Valgte alternative forrensemetoder

I dette afsnit gives en kort beskrivelse af anlægsopbygningen af de valgte alternative forrensemetoder. Desuden beskrives og vurderes de væsentligste dimensioneringskriterier for de enkelte anlæg.

8.2.1

Alternativ 1 - Flotation

8.2.1.1

Beskrivelse. Ved behandling af spildevand med et stort indhold af fedt og andet vanskeligt bundfældeligt materiale kan det være hensigts-

mæssigt at benytte flotation til udskillelse af suspenderet stof.

Ved flotation gøres massefylden af slampartiklerne mindre end vandets, således at det partikulære materiale stiger til vandoverfladen, hvorfra det sammen med fedt og andre flydestoffer fjernes v.h.a. en skraber.

Slampartiklernes massefylde reduceres ved, at luftbobler hæftes på partiklerne. Luftboblerne opstår ved sammenblanding af indløbsvand med recirkuleret vand, der i et trykkammer er blevet overmættet med luft. Ved sammenblanding frigøres luftbobler som følge af trykfaldet gennem en afspærringsventil umiddelbart før blandingsstedet.

Ved tilsætning af kemikalier bliver kolloider samt en vis del opløst stof bragt på partikulært form. De herved dannede partikler fjernes ved flotationsprocessen.

Følgende rensegrader forudsættes at kunne opnås ved et flotationsanlæg:

Suspenderet stof (dimensionsgivende)	ca. 90%
Total-P (dimensionsgivende)	ca. 85%
Fedt (dimensionsgivende)	ca. 98%
BI ₅ , opløst (dimensionsgivende)	ca. 20%
BI ₅ (beregnes ud fra ovenstående)	ca. 60%
Total-N (beregnes ud fra ovenstående)	ca. 45%
COD (beregnes ud fra ovenstående)	ca. 70%

Af figur 8.1 fremgår et principdiagram for opbygningen af et forrenseanlæg med flotation.

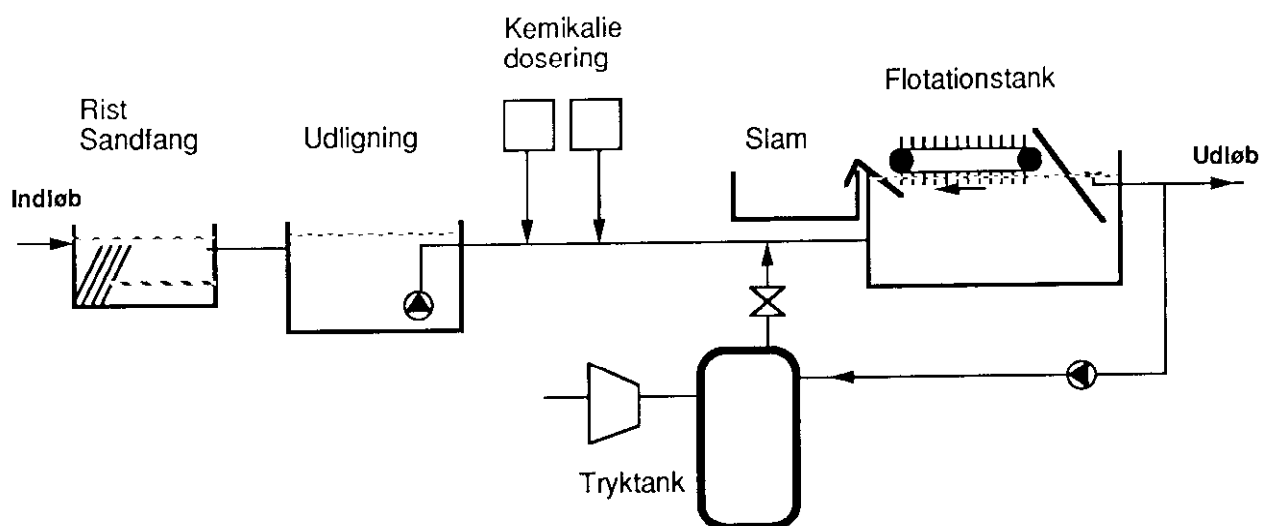


Fig. 8.1 - Principdiagram for opbygningen af et forrenseanlæg med flotation

Spildevandet ledes først gennem en mekanisk rist samt et beluftet sandfang. Herved fjernes de største elementer fra spildevandet, der afhængig af virksomhedens art kan være forskellige større restprodukter fra produktionen. Desuden fjernes eventuelt grus og sand for at ned sætte sliddet på de efterfølgende maskinelle installationer.

Derefter ledes spildevandet til en udlignings-tank, idet et flotationsanlæg helst skal være nogenlunde jævnt belastet over døgnet.

Fra udligningstanken pumpes spildevandet til selve flotationsanlægget. Før spildevandet le-des ind i flotationsanlægget tilsættes kemika-lier, som er forudsat at bestå af jernchlorid (FeCl_3) og polymerer. Desuden tilsættes fra en trykbeholder recirkuleret vand, som v.h.a. en expansionsventil fyldes med små luftbobler, jf. tidligere beskrivelse.

Fra overfladen af flotationstanken skræbes slam til en slambeholder. Det forrensede vand ledes til kloaksystemet.

Sammenlagt består et forrenseanlæg med flotation af følgende anlægsdele:

- Ristebygværk
- Sandfang
- Udligningstank
- Pumpestation
- Kemikaliebeholdere og -doseringssystem
- Flotationsanlæg, incl.:
 - flotationstank
 - slambeholder
 - trykbeholder
 - kompressor
 - diverse ledningsforbindelser
 - styrings- og overvågningsanlæg
- Bygning
- Diverse udenomsforanstaltninger, såsom vej, hegn, belysning m.v.

8.2.1.2

Dimensioneringskriterier. Et flotationsanlæg dimensioneres primært ud fra den hydrauliske belastning af anlægget.

Rist, sandfang, pumper og ledningsanlæg dimensioneres ud fra den maksimale hydrauliske belastning af anlægget.

De øvrige anlægsdele dimensioneres primært ud fra en kombination af middelflow og max. flow.

8.2.2

Alternativ 2 - Anaerob forrensning

8.2.2.1

Beskrivelse. Anaerob forrensning er specielt velegnet i forbindelse med koncentreret spildevand med et højt indhold af organisk stof, hvor en aerob iltning af det organiske stof, ellers ville medføre en betydelig el-udgift og dermed store driftsudgifter. Desuden er det en fordel, hvis spildevandet, der skal renses, er varmt, idet det nødvendige tankvolumen derved bliver mindre.

Den anaerobe proces eller rådneprocessen foregår kort beskrevet i to delprocesser. Dels en proces, hvor spildevandets indhold af organisk stof (kulhydrater, proteiner m.v.) nedbrydes til organiske syrer (foregår i flere trin). De syredannende bakterier, der forårsager omdannelsen, findes i rigelige mængder i spildevandet.

Under anden del af rådneprocessen nedbrydes de syrer, der er dannet under det tidligere trin, til gasserne methan og kuldioxid. Det er de methandannende bakterier, der er hastighedsbegrænsende, idet de er langsomtvoksende og derfor kræver en høj slamalder.

Følgende rensgrader forudsættes at kunne opnås ved et anaerobt forrensningsanlæg:

BI ₅ (dimensionsgivende)	ca. 80%
BI _{5, opløst} (dimensionsgivende)	ca. 90%
Fedt (dimensionsgivende)	ca. 90%
COD (beregnes ud fra ovenstående)	ca. 60%
Total-N (beregnes ud fra ovenstående)	ca. 45%
Total-P (beregnes ud fra ovenstående)	ca. 20%
Suspenderet stof (beregnes ud fra ovenstående)	ca. 90%

Af figur 8.2 fremgår et principdiagram for opbygningen af et anaerobt forrensningsanlæg.

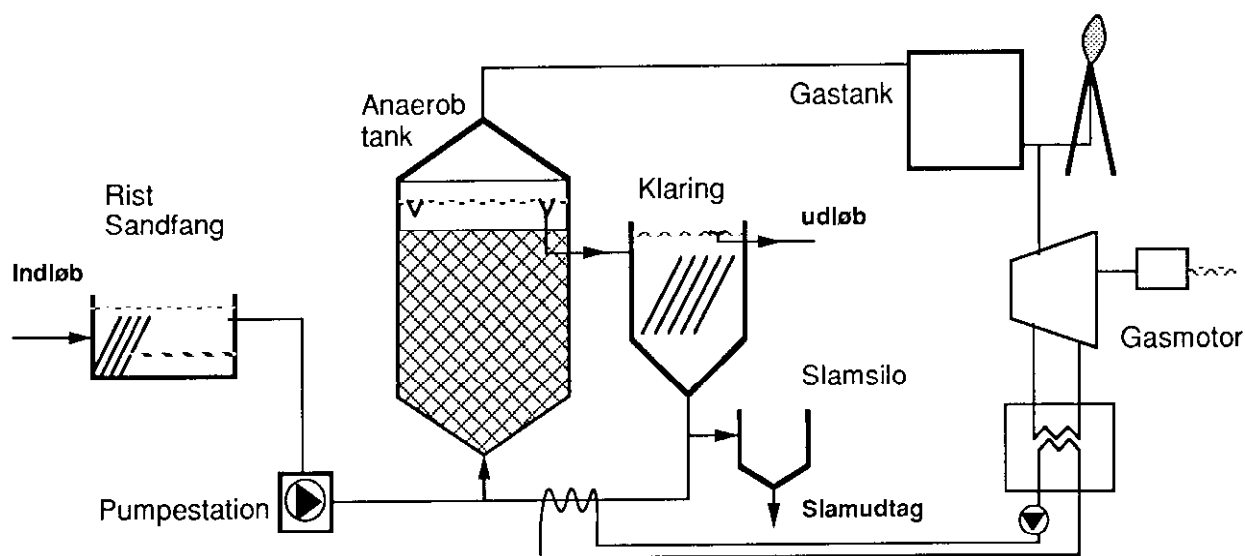


Fig. 8.2 - Principdiagram for opbygningen af et anaerobt forrensningsanlæg

Sammenlagt består et anaerobt forrensningsanlæg af følgende anlægsdele:

- Pumpestation
- Ristebygværk
- Sandfang
- Rådnetank
- Klaringstank
- Gastank
- Gasfakkel
- Gasgenerator
- Koncentreringstank
- Slamsilo
- Bygning
- Diverse udenomsforanstaltninger, såsom veje, hegn, belysning m.v.

8.2.2.2

Dimensioneringskriterier. Rist, sandfang, pumper, efterklaringstanke og ledningsanlæg dimensioneres ud fra den maksimale hydrauliske belastning af anlægget. Rådnetanken dimensioneres

ud fra den organiske belastning (BI_5 (kg/d) af anlægget. Der forudsættes en procestemperatur på 30°C.

Dimensioneringen af koncentreringskøle og slam-silo sker ud fra en beregning af slamproduktionen, som igen er beregnet ud fra den organiske belastning.

Gastank, -fakkel og -generator dimensioneres ud fra slamproduktionen.

8.2.3

Alternativ 3 - Aerob forrensning

8.2.3.1

Beskrivelse. Ved aerob forrensning forstås i denne forbindelse i princippet, at spildevandet ledes til en tank, hvor der beluftes. Der sker ikke et udtag af overskudsslam fra anlægget, men det føres videre med spildevandet til kloaksystemet.

Ved den aerobe forrensning vil der primært ske en omsætning af det letomsættelige organiske stof.

Følgende rensningsgrader forudsættes at kunne opnås ved et aerobt forrensningsanlæg:

BI_5 , opløst (dimensionsgivende)	ca. 80%
Fedt (dimensionsgivende)	ca. 0%
Total-N (dimensionsgivende)	ca. 0%
Total-P (dimensionsgivende)	ca. 0%
BI_5 (beregnes ud fra ovenstående)	ca. 25%
COD (beregnes ud fra ovenstående)	ca. 20%

På grund af slamproduktionen sker der en forøgelse af suspenderet stof, som beregnes ud fra reduktionen i organisk stof.

Af figur 8.3 fremgår et principdiagram for opbygningen af et anaerobt forrensningsanlæg.

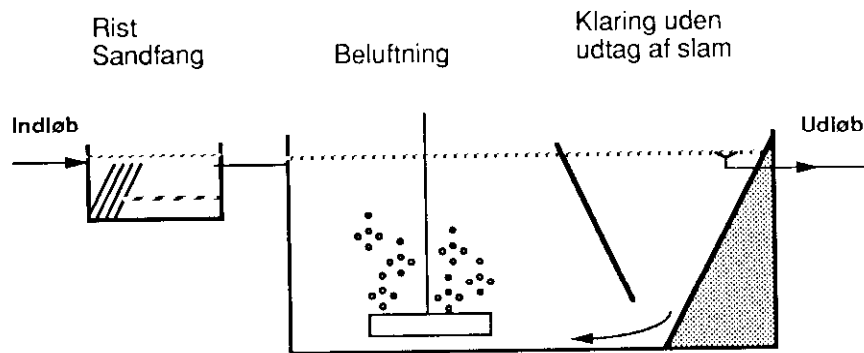


Fig. 8.3 - Principdiagram for opbygningen af et aerobt forrensningsanlæg

Sammenlagt består et aerobt forrensningsanlæg af følgende anlægsdele:

- Pumpestation
- Ristebygværk
- Sandfang
- Luftningstank
- Bygning
- Diverse udenomsforanstaltninger, såsom vej, hegn, belysning m.v.

8.2.3.2

Dimensioneringskriterier. Pumpestation, rist, sandfang og efterklaringstank dimensioneres ud fra den maksimale hydrauliske belastning af anlægget.

Luftningstanken dimensioneres ud fra en slambelastning og er dermed primært bestemt ud fra den organiske stofbelastning.

8.3 Modelbeskrivelse

I det følgende gives en overordnet beskrivelse af den model, der er opbygget til beregning af anlægs- og driftsomkostninger for de tre typer forrensningsmetoder.

Modellen er opbygget i regnearksprogrammet "Microsoft Excel" og består i princippet af 5 delprogrammer eller "spreadsheets". Af fig. 8.4 fremgår den principielle opbygning og indbyrdes afhængighed af de 5 delprogrammer.

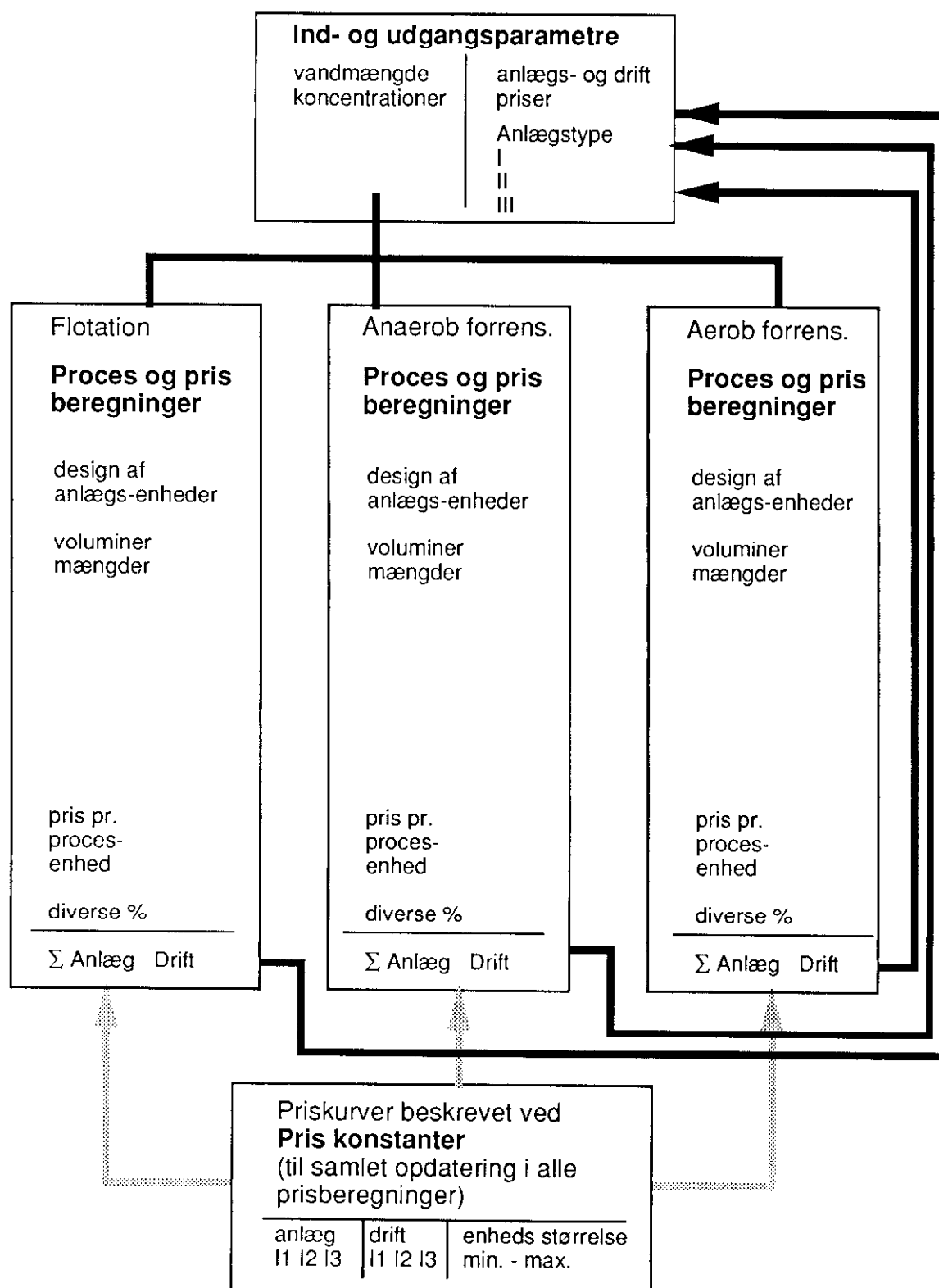


Fig. 8.4 - Principdiagram for opbygning af model til beregning af anlægs- og driftsomkostninger for industrielle for-
renseanlæg

Delprogram 1

Delprogram 1 er et ind- og uddataprogram.

Der indlæses følgende data:

- Flow (Q, middel (m^3/d))
- Flow (q, max. (m^3/d))
- Forureningsparametre (BI_5 , BI_5 , opløst, COD, tot-N, tot-P, SS, fedt m.v. (kg/d))
- Dimensionsgivende temperatur

Følgende beregnes i de øvrige delprogrammer for de tre typer forrensemetoder og overføres til delprogram 1:

- Total anlægsomkostninger (kr.)
- Årlige driftsudgifter (kr./år)
- Spildevandets sammensætning efter forrensning opgjort med samme forureningsparametre som for indtadadelen.

på fig. 8.5 er vist et eksempel på en udskrift af delprogram 1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	EKSIST. STORE VIRKSOMHEDER									
2										
3	Indløb til forrensning							Prisoverslag for industrielle for-renselanlæg		
4	Parameter	betegnelse	enhed	værdi						
5		driftsdøgn/år	døgn	275						
6	døgnvandmængde	Qm	m ³ /d	1300				Type F - Udligning og flotation		
7	maks timevandmængde	qt	m ³ /t	140				bemærk evt.:		
8	organisk stof	BI ₅	mg/l	750						
9	opløst org. stof	opl. BI ₅	mg/l	305				Anlægssur	6.656.359 kr	
10	Total kvælstof	Tot-N	mg/l	75				Årlig drift	772.748 kr	
11	Total fosfor	Tot-P	mg/l	20						
12	suspenderede stoffer	SS	mg/l	500				Type R - Anaerob forbehandling		
13	fedt		mg/l	23				bemærk evt.:		
14	kemisk iltforbrug	COD	mg/l	1500						
15	temperatur	temp.	°C	7				Anlægssur	7.211.152 kr	
16	C-N forhold	BI ₅ /Tot-N		10,00				Årlig drift	476.605 kr	
17	COD-BI ₅ forhold	COD/BI ₅		2,00						
18	opløseligheds-index	opl. BI ₅ /BI ₅		0,41				Type L - Aerob, højbelastet		
19								bemærk evt.:		
20	Udløb fra forrensning, type (F,R,L):									
21	Parameter	betegnelse	enhed	Type F	Type R	Type L		Anlægssur	4.272.498 kr	
22								Årlig drift	361.723 kr	
23	døgnvandmængde	Qm	m ³ /d	1300	1300	1300				
24	maks timevandmængde	qt	m ³ /t	65	140	140				
25	organisk stof	BI ₅	mg/l	288,5	150	567				
26	opløst org. stof	opl. BI ₅	mg/l	244	30,5	61				
27	Total kvælstof	Tot-N	mg/l	39	65,4	75				
28	Total fosfor	Tot-P	mg/l	3	16,4	20				
29	suspenderede stoffer	SS	mg/l	50	50	622				
30	fedt		mg/l	0,46	2,3	23				
31	kemisk iltforbrug	COD	mg/l	484,7	600	1225,5				
32	temperatur	temp.	°C	7	31	6				
33	C-N forhold	BI ₅ /Tot-N		7,32	2,29	7,56				
34	COD-BI ₅ forhold	COD/BI ₅		1,68	4,00	2,16				
35	opløseligheds-index	opl. BI ₅ /BI ₅		0,85	0,20	0,11				
36										
37										
38										

Fig. 8.5 - Eksempel på udskrift af delprogram 1

Delprogram 2

I delprogram 2 sker en beregning af følgende for alternativ 1 - Flotation:

- Volumener af sandfang og udligningstank
- Kapacitet af pumpestation, rist, flotationssystem
- Arealbehov for bygning.

Ud fra ovennævnte beregninger beregnes priser for de enkelte anlægsdele, idet der er indlagt erfaringsmæssige sammenhænge mellem volumener-/kapaciteter og priser for de pågældende anlægsdele.

Ud over ovennævnte beregninger for de enkelte bygværker beregnes omkostninger til projektering, tilsyn, uforudseelige omkostninger m.v. Disse beregnes som erfaringsmæssige procentvise andele af de samlede entreprenørudgifter.

Driftsudgifter beregnes som basisudgifter ud fra en "vægtet p.e.-belastning".

Den vægtede p.e.-belastning beregnes ud fra en erfaringsmæssig vægtning af følgende 4 beregnede tal:

Q p.e.	0,300 m ³ spv./p.e./døgn
BI ₅ p.e	0,060 kg BI ₅ /p.e./døgn
N p.e.	0,012 kg N/p.e./døgn
P p.e.	0,004 kg P/p.e./døgn

Basisudgifter dækker udgifter til mandskab, el, slambehandling, kemikalieforbrug, vedligeholdelse m.v.

Af fig. 8.6 fremgår et eksempel på en udskrift af delprogram 2 for alternativ 1 med flotation.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	FLOTATIONSANLÆG							
2								
3		kontinuert drift		20	t/d	275	d/år	
4		design-timevandmængde		65	m ³ /t			
5					ind	reduktion	ud	
6		døgnvandmængde	Qm	m ³ /d	1300		1300	
7		maks timevandmængde	qt	m ³ /t	140		65	
8		organisk stof	Bi5	mg/l	750	0,615333	288,5	
9		opløst org. stof	opl. Bi5	mg/l	305	0,2	244	
10		Total kvælstof	Tot-N	mg/l	75	0,47	39	
11		Total fosfor	Tot-P	mg/l	20	0,85	3,0	
12		suspenderede stoffer	SS	mg/l	500	0,9	50	
13		fedt		mg/l	23	0,98	0,46	
14		kemisk iltforbrug	OOD	mg/l	1500		484,7	
15		temperatur	temp.	°C	7		7	
16								
17								
18								
19					ANLÆG			
20	anlægsdel	enhed	værdi	antal	kr.			
21	pumpestation	l/s	39	1				
22	rist	l/s	39	1				
23	sandfang	m ³	14	1				
24	bygninger	m ²	95	1				
25	udligningstank	m ³	826	1				
26	flotationssyste	m ³ /h	65	1				
27	alt							
28	Uforuseelige	}						
29	Rådgivning		35 %					
30	Diverse							
31	SUM				6.656.359			
32								
33	Drift		p.e.-fjernet	kr/p.e./år	kr/år			
34	Basisudgift (som MK) ud fra "p.e.-fjernet"		9999	77	772.748			

Fig. 8.6 - Eksempel på udskrift af delprogram 2

Delprogram 3

I delprogram 3 sker en beregning af følgende for alternativ 2 - Anaerob forrensning:

- Volumener af sandfang, rådnetank, efterklaringsstank, gasbeholder, koncentreringsstank og slamsilo
- Kapacitet af pumpestation, rist og gasgenerator
- Arealbehov for bygning

Ud fra ovennævnte beregninger beregnes priser for de enkelte anlægsdele, idet der er indlagt erfaringsmæssige sammenhænge mellem volumener/kapaciteter og priser for de pågældende anlægsdele.

Ud over ovennævnte beregninger for de enkelte bygværker beregnes omkostninger til projektering, tilsyn, uforudseelige omkostninger m.v. Disse beregnes som erfaringsmæssige procentvise andele af de samlede entreprenørudgifter.

Vedr. driftsudgifter se beskrivelse af delprogram 2.

Basisudgifter dækker udgifter til mandskab, el, slambehandling, vedligeholdelse m.v.

Af fig. 8.7 fremgår et eksempel på en udskrift af delprogram 3 for alternativ 2 med anaerob forrensning.

	A	B	C	D	E	F	G
1	ANAEROB ANLÆG						
2							
3				20 h/d		275 d/år	
4							
5				ind		reduktion	ud
6		døgnvandmængde	Qm	m3/d	1300		1300
7		maks timevandmængde	qt	m3/t	140		140
8		organisk stof	Bi5	mg/l	750	0,80	150
9		opløst org. stof	opl. Bi5	mg/l	305	0,90	30,5
10		Total kvælstof	Tot-N	mg/l	75	0,13	65,4
11		Total fosfor	Tot-P	mg/l	20	0,18	16,4
12		suspenderede stoffer	SS	mg/l	500	0,90	50
13		fedt		mg/l	23	0,90	2,3
14		kemisk iltforbrug	COD	mg/l	1500	0,60	600
15		temperatur	temp.	° C	7		31
16							
17							
18	driftdata			forbrugsberegn.	forbrug pr. d	enhed	
19		pumpning	m3/d	13000	260	kWh/d	
20		strømproduktion	m3 gas/d	234	374,4	kWh/d	
21		slamproduktion	kg/d	312	80	kg/m3	
22		slamdeponi	m3/d	3,9	3,9	m3/d	
23		udligning					
24		reaktor	325	m3			
25		klaring	560	m3			
26		gastank	70,2	m3			
27							
28							
29	anlægs-del	enhed	værdi	antal	ANLÆG		
30	rist	l/s	39	1	Delpriser udeladt		
31	sandfang	m3	14	1			
32	pump.st	l/s	156	1			
33	rådnetank	m3	325	1			
34	klaring	m3	560	1			
35	gastank+fakkel	m3	70	1			
36	gasgenerator	KW	19	1			
37	konc.tank	m3	27,3	1			
38	mask.hus	m2	50	1			
39	slamsilo	m3	156	1			
40	Ialt						
41	Uforudseelige	}					
42	Rådgivning		35 %				
43	Diverse						
44	SUM				7.211.152		
45							
46							
47	Drift		p.e.-fjernet	kr/p.e./år	kr/år		
48	Basisudgift (som M) ud fra "p.e.-fjerne		13000	37	476.605		

Fig. 8.7 - Eksempel på udskrift af delprogram 3

Delprogram 4

I delprogram 4 sker en beregning af følgende for alternativ 3 - Aerob forrensning:

- Volumener af sandfang, procestank og efterklaringstank
- Kapacitet af pumpestation og rist.

Ud fra ovennævnte beregninger beregnes priser for de enkelte anlægsdele, idet der er indlagt erfaringsmæssige sammenhænge mellem volumener-/kapaciteter og priser for de pågældende anlægsdele.

Ud over ovennævnte beregninger for de enkelte bygværker beregnes omkostninger til projektering, tilsyn, uforudseelige omkostninger m.v. Disse beregnes som erfaringsmæssige procentvise andele af de samlede entreprenørudgifter.

Vedr. driftsudgifter se beskrivelse af delprogram 2.

Basisudgifter dækker udgifter til mandskab, el, slambehandling, kemikalieforbrug, vedligeholdelse m.v.

Af fig. 8.8 fremgår et eksempel på en udskrift af delprogram 4 for alternativ 3 med aerob forrensning.

	A	B	C	D	E	F	G
1	AEROB ANLÆG						
2						275 d/år	
3							
4					ind	reduktion	ud
5		døgnvandmængde	Qm	m3/d	1300		1300
6		maks timevandmængde	qt	m3/t	140		140
7		organisk stof	Bi5	mg/l	750	0,24	567
8		opløst org. stof	opl. Bi5	mg/l	305	0,80	61
9		Total kvælstof	Tot-N	mg/l	75	0,00	75
10		Total fosfor	Tot-P	mg/l	20	0,00	20
11		suspenderede stoffer	SS	mg/l	500	-0,24	622
12		fedt		mg/l	23	0,00	23
13		kemisk iltforbrug	COO	mg/l	1500	0,18	1225,5
14		temperatur	temp.	° C	7		6
15							
16							
17					ANLÆG		
18	anlægs-del	enhed	værdi	antal	kr.		
19	pumpestation	l/s	140	1			
20	rist	l/s	140	1			
21	sandfang	m3	14	1			
22	procestank,N	m3	406	1			
23	efterklaringstank	m3	280	1			
24	Ialt						
25	Uforudseelig						
26	Rådgivning		35 %				
27	Diverse						
28	SUM				4.272.498		
29							
30							
31	Drift		p.e.-fjernet	kr/p.e./år	kr/år		
32	Basisudgift (som MBN) ud fra "p.e.-fjernet"		3965	91	361.723		

Fig. 8.8 - Eksempel på udskrift af delprogram 4

Delprogram 5

I delprogram 5 er samlet samtlige sammenhænge mellem volumener/kapaciteter og priser for de bygværker, der indgår i delprogrammerne 2-4.

9. Undersøgte kombinationer og betalingsregler

9.1 Betalingsregler

Grundenheden er m³ Grundenheden for påligning af afgifter er m³ spildvand tilledt kloaksystemet fra den enkelte ejendom.

Vandmængden afledt til kloaksystemet antages at svare til vandforbruget. Betalingen for afledning af regnvand antages således at være indeholdt i afgiften, der betales for afledning af spildevand.

Det antages at der er balance mellem afledningsretten og faktisk afledt vandmængde.

Afledningsretten er her alene fastsat ud fra vandmængden uafhængigt af grundstørrelsen og befæstede arealer.

Tre typer bidrag Der regnes som hovedregel med tre typer bidrag:

- tilslutningsbidrag
- løbende anlægsbidrag
- løbende driftsbidrag.

Tilslutningsbidraget er ikke medtaget i denne undersøgelse idet:

- det antages at undersøgelsens målgruppe primært er eksisterende virksomheder
- en del af det løbende anlægsbidrag i princippet kan betragtes som en afdragsordning for tilslutningsbidraget, så den økonomiske konsekvens for virksomheden bliver næsten den samme om man behandler de to bidrag hver for sig eller samlet
- tilslutningsbidraget ofte svarer til detailkloakeringsomkostningen.

Særbidrag Påligning af særbidrag for afledning af spildevand med særligt højt indhold af forurenende stoffer, sker ved at omregne den faktisk afledte vandmængde til en afgiftspligtig vandmængde. Omregningen kan ske udfra forskellige formler, der tager hensyn til spildevandets afvigelse fra normalt husspildevand og de deraf afledte øgede omkostninger.

Særbidrag skal anvendes ved løbende driftsbidrag og kan anvendes ved løbende anlægsbidrag og tilslutningsbidrag.

Almindeligt husholdningsspildevand indeholder normalt nedenstående koncentrationer af forurenede stoffer. Endvidere angives forslag til grænseværdier for særbidrag.

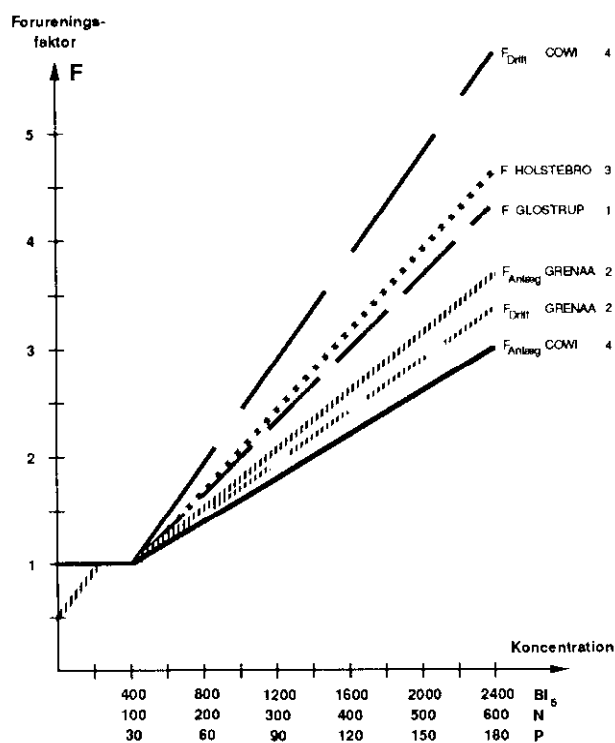
	Almindeligt husholdningsspildevand	Forslag til grænseværdi for særbidrag
BI ₅	200-350 mg/l	400 mg/l
COD	450-750 mg/l	870 mg/l
Tot-N	50-80 mg/l	100 mg/l
Tot-P	15-26 mg/l	30 mg/l

I afsnit 6, 7 og 8 er beskrevet hvilke forureningsparametre der har betydning for dimension, pris og drift af renseanlæg. Det fremgår heraf at BI₅, N og P er de mest betydende parametre, udover naturligvis vandmængden. For kloaksystemet gælder at vandmængden er den afgørende parametre for omkostningerne.

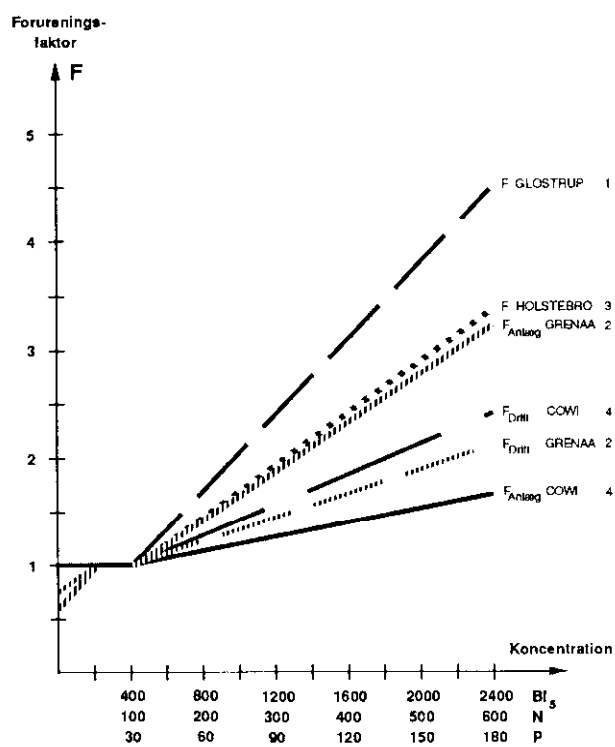
Ved denne undersøgelse er der anvendt fire formler for påligning af særbidrag:

- "Glostrup-formlen": - Kun BI₅-koncentrationen indgår
 - Anvendes på både anlægs- og driftsudgifter.
- "Grenaa-formlen": - Koncentrationen af BI₅, N og P indgår
 - Forskellige formler for anlægs- og driftsbidrag
 - Vægtning efter renseomkostning
 - Rabat ved lave koncentrationer.
- "Ny Holstebro-formel": - Koncentration af BI₅, N og P indgår
 - Anvendes på både anlægs- og driftsbidrag
 - Vægtning efter renseomkostninger.
- "COWI-formlen": - Koncentrationen af BI₅, N og P indgår
 - Forskellige formler for anlægs- og driftsbidrag
 - Vægtning efter renseomkostninger generelt.

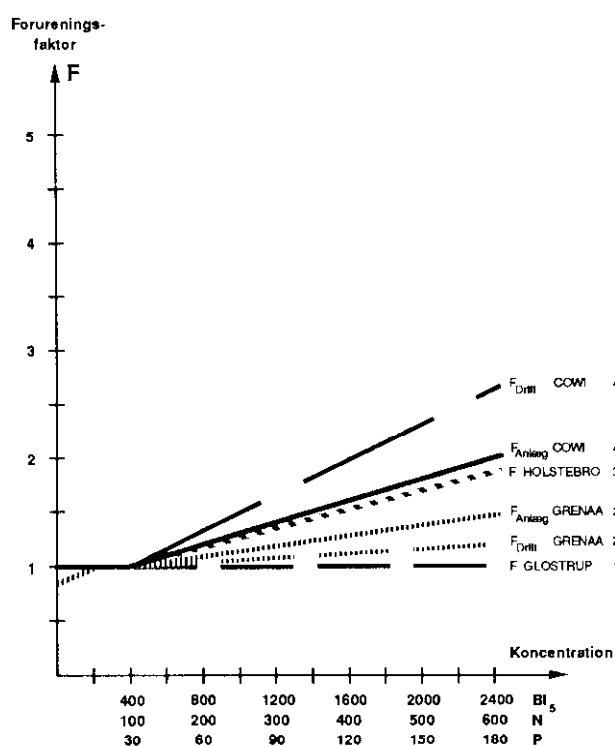
I figur 9.1 er graferne for de fire særbidragsformler vist.



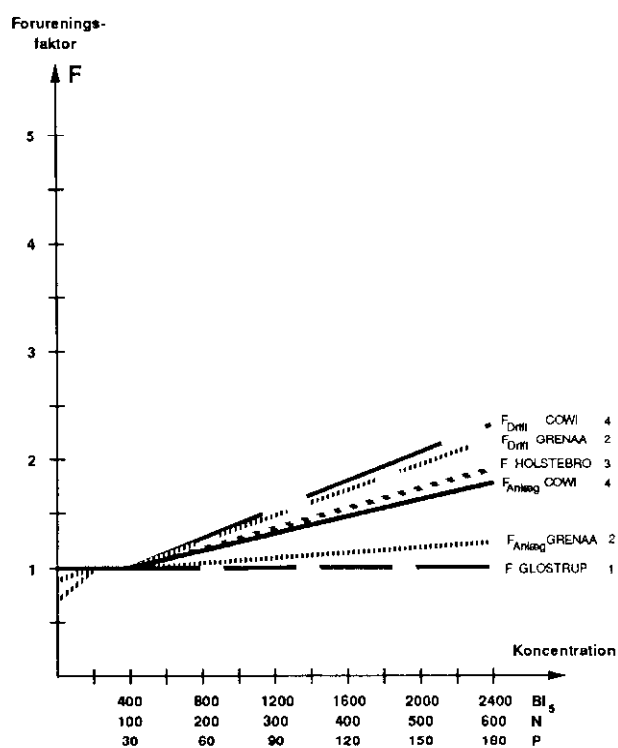
BI₅, N og P stiger proportionalt



BI₅ alene, N og P er under særbidragsgrænser



N alene, BI₅ og P er under særbidragsgrænsen



P alene, BI₅ og N er under særbidragsgrænsen

Fig. 9.1 - Sammenligning af de fire særbidragsformer

9.1.1

"Glostrup-formlen", formel 1

Denne formel har været anvendt i mange forskellige udformninger, der alle har haft det tilfælles at der alene tages hensyn til spildevandets indhold af BI_5 . Grænsen for særbidraget er oftest 400 mg BI_5/l , hvilket ligger lidt over niveauet for husholdningsspildevand.

Den oprindelige og oftest anvendte "Glostrup-formel" er følgende:

$$F = \frac{200 + BI_5}{600} \quad \text{for } BI_5 \geq 400 \text{ mg } BI_5/l$$

$$F = 1 \quad \text{for } BI_5 < 400 \text{ mg } BI_5/l$$

På figur 9.2 er grafen for "Glostrup-formlen" vist.

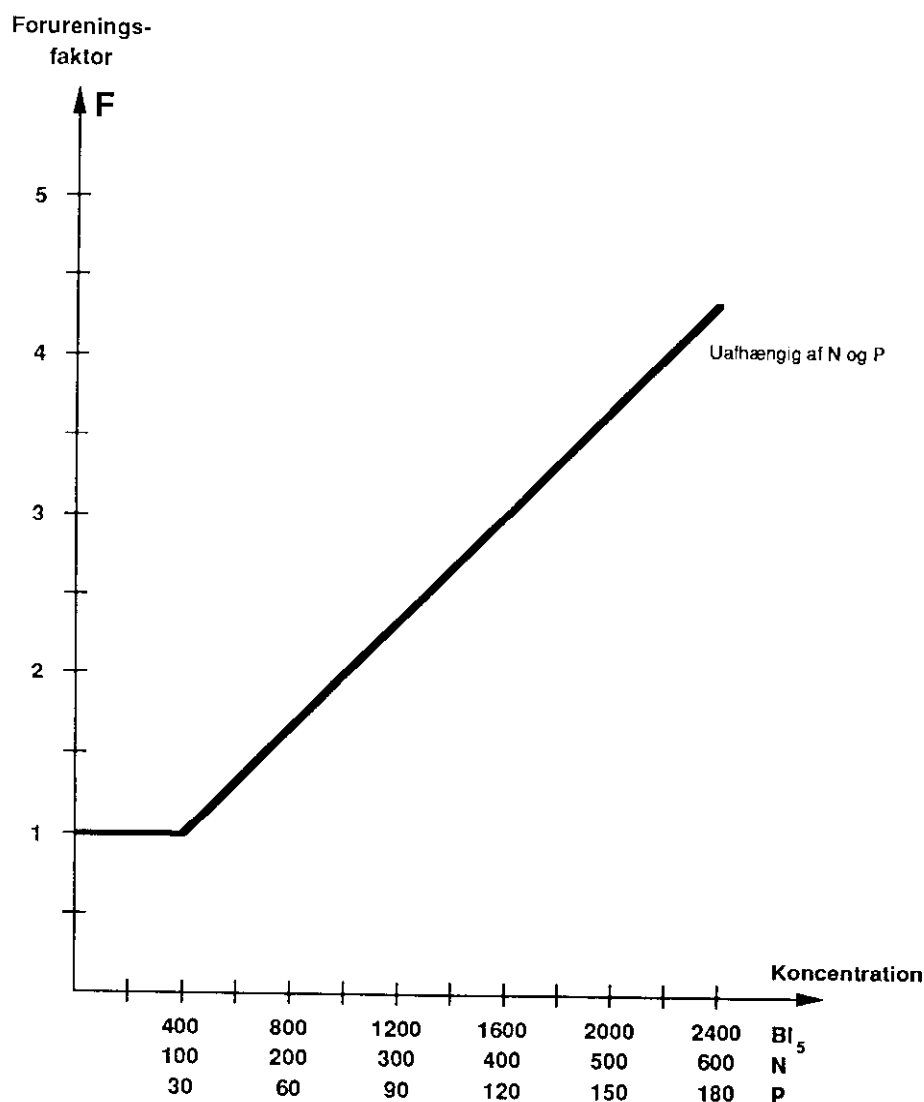


Fig. 9.2 - "Glostrup", Formel 1

Denne formel blev opstillet i forbindelse med forberedelserne til etablering af Fornæs renseanlæg. Dette renseanlæg renser ned til vandmiljøplanens krav og modtager en meget stor andel industrispildevand. Flere af de store virksomheder har en meget atypisk sammensætning af spildevandet, hvorfor det var nødvendigt at inddrage andre parametre end BI_5 ved beregningen af særbidrag.

Hovedprincippet i "Grenaa-formlen" er:

- at der tages hensyn til spildevandets indhold af BI_5 , N og P
- at der vægtes i forhold til de faktiske renseomkostninger til anlæg og drift
- at anlægsbidrag og driftsbidrag beregnes efter hver sin formel
- at der ydes rabat ved særligt lavt indhold af BI_5 , N og P.

Formeludtrykket for "Grenaa-formlen" er følgende:

$$F_{\text{anlæg}} = F_o \times 0,80 + F_N \times 0,13 + F_P \times 0,07$$

$$F_{\text{drift}} = F_o \times 0,50 + F_N \times 0,05 + F_P \times 0,45$$

$$F_o = \frac{350 + BI_5}{750} \quad \text{for } BI_5 \geq 400 \text{ mg } BI_5/l$$

$$= 1 \quad \text{for } 200 < BI_5 < 400 \text{ mg } BI_5/l$$

$$= \frac{200 + BI_5}{400} \quad \text{for } BI_5 \leq 200 \text{ mg } BI_5/l$$

$$F_N = \frac{88 + N}{188} \quad \text{for } N \geq 100 \text{ mg N/l}$$

$$= 1 \quad \text{for } 50 < N < 100 \text{ mg N/l}$$

$$= \frac{50 + N}{100} \quad \text{for } N \leq 50 \text{ mg N/l}$$

$$F_P = \frac{29 + P}{62} \quad \text{for } P \geq 33 \text{ mg P/l}$$

$$= 1 \quad \text{for } 17 < P < 33 \text{ mg P/l}$$

$$= \frac{17 + P}{33} \quad \text{for } P \leq 17 \text{ mg P/l}$$

På fig. 9.3 er graferne for "Grenaa-formlen" vist.

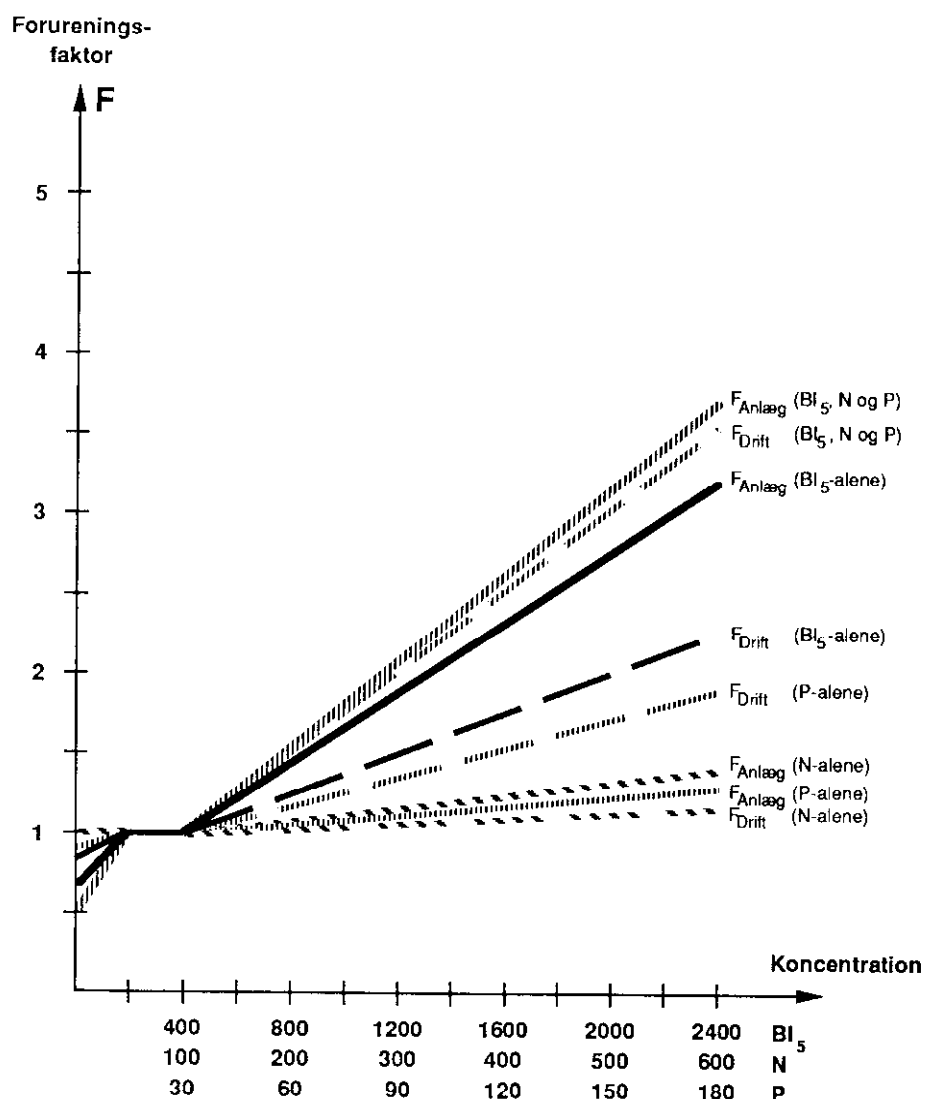


Fig. 9.3 - "Grenaa-formlen", Formel 2

9.1.3

"Ny Holstebro-formel", formel 3

Denne formel er indeholdt i en undersøgelse af de helt specielle forhold i Holstebro, hvor tilledningen til renseanlægget domineres af industrispildevand med meget høje koncentrationer af letnedbrydeligt organisk stof (675 mg BI_5 /l i indløbet til renseanlægget). Undersøgelsen omhandler samme emne som denne rapport og udføres tilsvarende under det forskningsprogram som Vandrensningsrådet har iværksat.

Udlederkravne til Holstebro renseanlæg er m.h.t. BI_5 og P skærpet i forhold til vandmiljøhandlingsplanens krav. BI_5 -kravet er således 10 mg/l BI_5 -modificeret kontrolleret efter almindelig tilstandskontrol, mens vandmiljøplanen opererer med et krav på 15 mg/l BI_5 , kontrol-

leret efter et princip der svarer til transportkontrol. Den gennemsnitlige BI_5 -koncentration i udløbet fra Holstebro renseanlæg skal således holdes på ca. halvdelen af det der kræves iflg. vandmiljøplanen.

For fosfor er kravet 1,0 mg/l, mod vandmiljøplanens krav på 1,5 mg/l. Begge krav er transportkontrolkrav.

Hovedprincippet i den "Ny Holstebro-formel" er:

- at der tages hensyn til spildevandets indhold af BI_5 , N og P
- at der vægtes i forhold til de faktiske renseomkostninger på Holstebro renseanlæg
- at samme formel anvendes for både anlæg- og driftsbidrag.

Formeludtrykket for "Ny Holstebro-formel" er følgende:

$$F = 0,65 \times \frac{200 + BI_5}{600} + 0,15 \frac{40 + N}{120} + 0,20 \frac{13 + P}{39}$$

Formlen gælder for:

$$\begin{array}{ll} BI_5 & \geq 400 \text{ mg } BI_5/l \\ N & \geq 80 \text{ mg N/l} \\ P & \geq 26 \text{ mg P/l} \end{array}$$

Er en eller flere af parametrene mindre end disse grænseværdier, indsættes istedet grænseværdierne ved beregningen af forureningsfaktoren F.

På fig. 9.4 er graferne for "Ny Holstebro-formlen" vist.

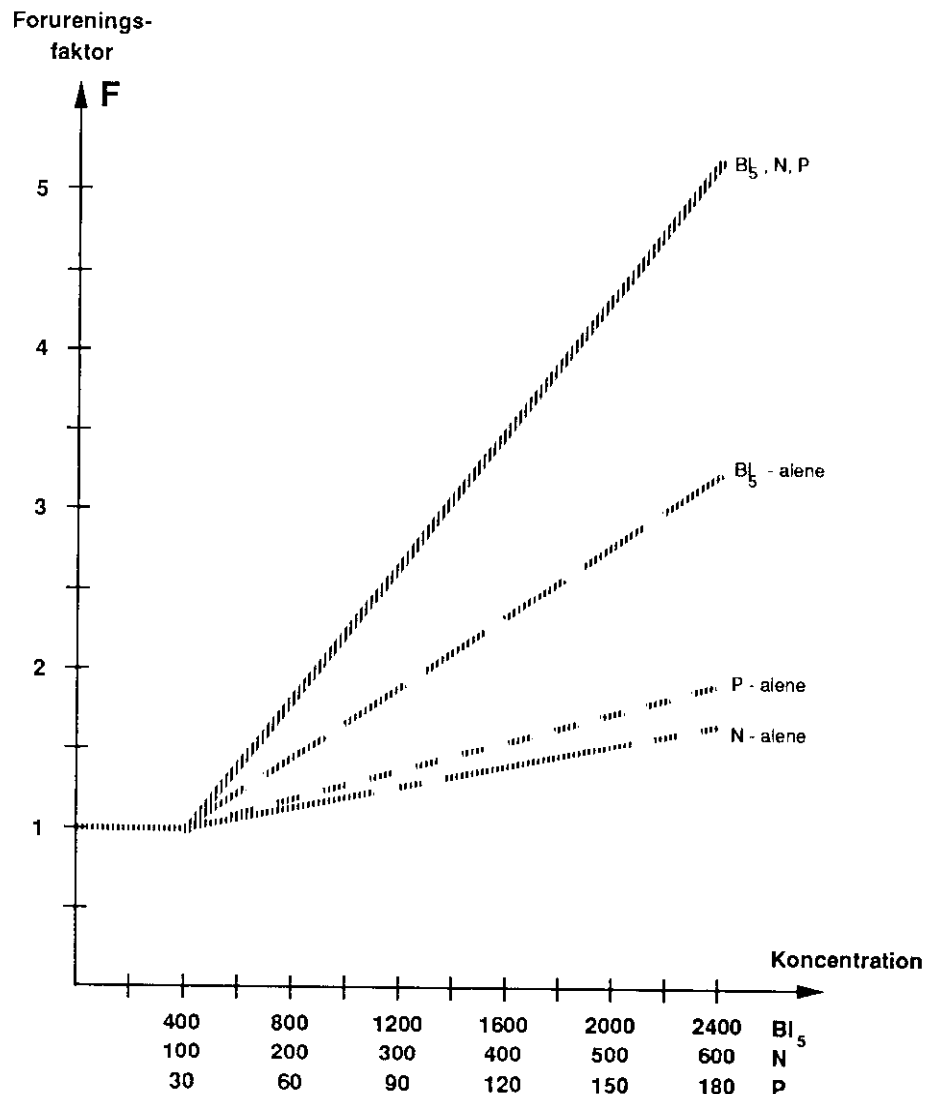


Fig. 9.4 - "Ny Holstebro formel", Formel 3

9.1.4

"COWI-formlen", formel 4

Udfra de indledende beregninger og skøn for de enkelte parametres betydning for omkostningerne forbundet med anlæg og drift af de enkelte elementer i et renseanlæg, blev det forsøgt at opstille formler, som direkte afspejler de omkostninger en øget spildevandsbelastning medfører.

De fundamentale forudsætninger om anlægs- og driftsomkostningernes fordeling på de enkelte belastningsparametre, samt omkostningsændringer ved en enkelt parameters variation, havde dog karakter af et groft skøn, idet det ikke er muligt umiddelbart af gennemskue den fulde konsekvens for alle anlægsdele og procesforløb.

Der er derfor istedet dimensioneret og prissat en masse renseanlæg for en mellemstor kommune, hvor belastningsparametre varieres en for en til henholdsvis det halve og det dobbelte af udgangsbelastningen. Endvidere er konsekvenserne af en forøgelse af belastningen på 10% for hver enkelt parameter beregnet. Beregningerne er gennemført for de tre typer kommunale renseanlæg, jf. afsnit 7.

Ud fra disse beregninger kan der opstilles matematiske udtryk, som kan løses m.h.t. både de enkelte parameters betydning efter omkostningsfordelingen ved normalt belastede renseanlæg og betydningen af de enkelte parameters variationer.

De relative resultater af beregningerne er angivet i tabel 9.1.

I tabellen er prisen for et renseanlæg dimensioneret for grundbelastningen (100% i øverste tabel) sat til 100%. Reduceres f.eks. belastningen med BI_5 til det halve (3419 kg/d til 1710 kg/d, 50%), mens den øvrige belastning svarer til grundbelastningen, ses af tabellen af anlægsomkostningen, for simultanfældning uden forrensning, falder til 86% af anlægsomkostningen for et anlæg dimensioneret for grundbelastningen.

Hovedprincippet i "COWI-formlen" er meget lig princippet i "Grenaa-formlen" nemlig:

- at der tages hensyn til spildevandets indhold af BI_5 , N og P
- at der vægtes i forhold til de faktiske renseomkostninger til anlæg og drift
- at anlægsbidrag og driftsbidrag beregnes efter hver sin formel.

Formeludtrykket for "COWI-formlen" er følgende:

$$F_A = 0,35 \times \frac{465 + BI_5}{865} + 0,30 \frac{125 + N}{225} + 0,35 \frac{37 + P}{67}$$

$$F_D = 0,35 \times \frac{50 + BI_5}{450} + 0,40 \frac{13 + N}{113} + 0,25 \frac{1 + P}{31}$$

Gælder for:

$$\begin{array}{ll} BI_5 & \geq 400 \text{ mg/l} \\ N & \geq 100 \text{ mg/l} \\ P & \geq 30 \text{ mg/l} \end{array}$$

Er en eller flere af koncentrationerne mindre end grænseværdierne, indsættes istedet grænseværdierne ved beregningen af forureningsfaktoren.

På fig. 9.5 er graferne for "COWI-formlen" vist.

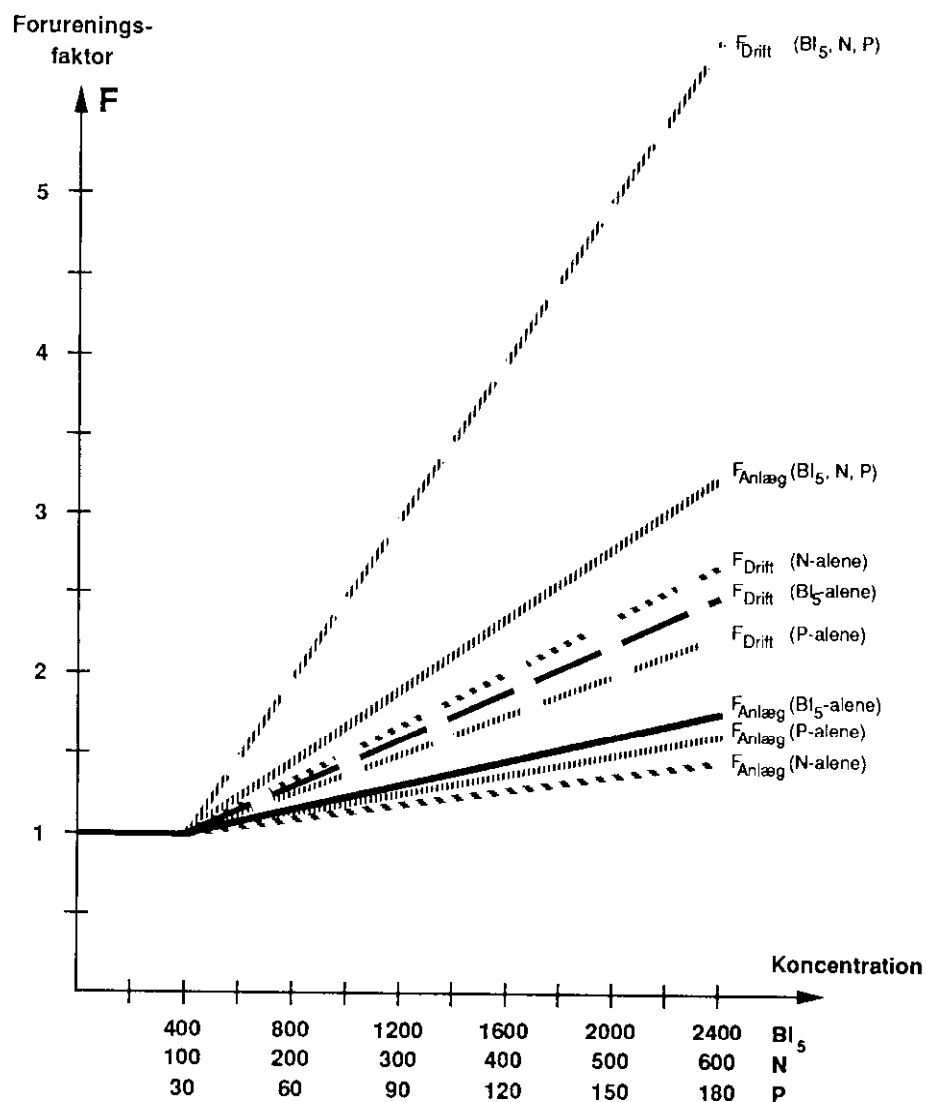


Fig. 9.5 - "COWI-formel", Formel 4

Tabel 9.1 - Følsomhedsanalyse for de enkelte belastningsparametres betydning for omkostningerne til anlæg og drift af tre typer kommunale renseanlæg der kan opfylde vandmiljøplanens krav

Følsomhedsanalyse foretaget ud fra en mellemstor kommune med eksisterende industri

Belastningsvariation		50%	100%	110%	200%		50%	100%	110%	200%
Parametre										
Q	m ³ /d	7365	14730	16203	29460					
BI ₅	kg/d	1710	3419	3761	6838	mg/l	116	232	255	464
BI _{5,opl.}	kg/d	588	1175	1293	2350	mg/l	40	80	88	160
Tot-N	kg/d	351	702	772	1404	mg/l	23,8	47,7	52,5	92,3
Tot-P	kg/d	114	227	250	454	mg/l	7,7	15,4	16,9	30,8
Temp.	°C	5,1	6,1	7,1	7,1					

Simultanfældning uden forrensning

Prisvariation		Anlæg				Drift			
Parametre		50%	100%	110%	200%	50%	100%	110%	200%
Q	%	89	100	102,0	119	96	100	101,0	110
BI ₅	%	86	100	102,3	125	99	100	104,5	145
BI _{5,opl.}	%	112	100	98,7	93	100	100	100,0	100
Tot-N	%	92	100	101,7	111	93	100	102,4	150
Tot-P	%	89	100	102,2	122	90	100	102,7	127
Temp.	%	106	100	94,4	94	100	100	100,0	100
Alle(÷temp.)	%	-	100	107,0	171	-	100	110,0	200

Simultanfældning med forklaring

Prisvariation		Anlæg				Drift			
Parametre		50%	100%	110%	200%	50%	100%	110%	200%
Q	%	88	100	102,3	122	96	100	101,0	110
BI ₅	%	93	100	101,5	114	98	100	102,9	143
BI _{5,opl.}	%	113	100	99,1	95	100	100	100,0	100
Tot-N	%	93	100	100,9	109	92	100	104,7	147
Tot-P	%	89	100	102,9	120	90	100	102,7	126
Temp.	%	105	100	95,8	96	100	100	100,0	100
Alle(÷temp.)	%	-	100	106,2	168	-	100	110,0	200

Forfældning

Prisvariation		Anlæg				Drift			
Parametre		50%	100%	110%	200%	50%	100%	110%	200%
Q	%	83	100	103,3	131	96	100	100,9	109
BI ₅	%	99	100	100,5	107	93	100	102,5	135
BI _{5,opl.}	%	104	100	99,6	99	100	100	100,0	100
Tot-N	%	95	100	101,2	112	86	100	104,1	141
Tot-P	%	94	100	101,1	110	91	100	102,5	125
Temp.	%	102	100	97,9	98	100	100	100,0	100
Alle(÷temp.)	%	-	100	105,6	163	-	100	100,0	200

Omkostningsfor-
deling for kom-
munale renseanlæg

Ved opstilling af formler til omkostnings-
deling kan anvendes mange betragtningsmetoder.
Til illustration heraf er angivet forskellige
metoder i nedenstående tabel for anlægsomkost-
ninger til tre typer kommunale renseanlæg.

	"Reel" for- deling af anlægsom- kostninger			Grundom- kostninger- ne fordeles på de øvri- ge fire pa- rametre			Grundom- kostninger- ne og vand- omkostnin- gerne for- deles pro- portionalt på de tre parametre			Grundom- kostninger- ne tillæg- ges vand- omkostnin- gerne		
	S	K	F	S	K	F	S	K	F	S	K	F
Q	20	23	32	25	33	53	-	-	-	40	53	72
BI ₅	25	15	6	31	21	11	42	31	24	25	15	6
N	13	11	11	16	16	18	21	24	38	13	11	11
P	22	21	11	28	30	18	37	45	38	22	21	11
Grundomkost- ninger m.v.	20	30	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUM	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

S = Simultanfældning uden forrensning
K = Simultanfældning med forklaring
F = Forfældning og denitrifikation

9.2 Undersøgte kombinationer

Beregningerne omfatter en lang række kombinationer af følgende forhold:

Kommunetype:

- Stor kommune
- Mellemstor kommune
- Lille kommune

Kommunalt renseanlæg:

- Simultanfældning (uden forrensning)
- Forklaring (og simultanfældning)
- Forfældning

Industri typer:

- Ingen nye, men kun eksisterende industri
- Slagteri, udover de eksisterende industrier
- Mejeri, udover de eksisterende industrier
- Tung industri, udover de eksisterende industrier
- Alle tre typer, udover de eksisterende industrier

Forrensemetode:

- Ingen forrensning
- Flotation
- Anaerob rensning
- Aerob rensning

Afgiftsformel:

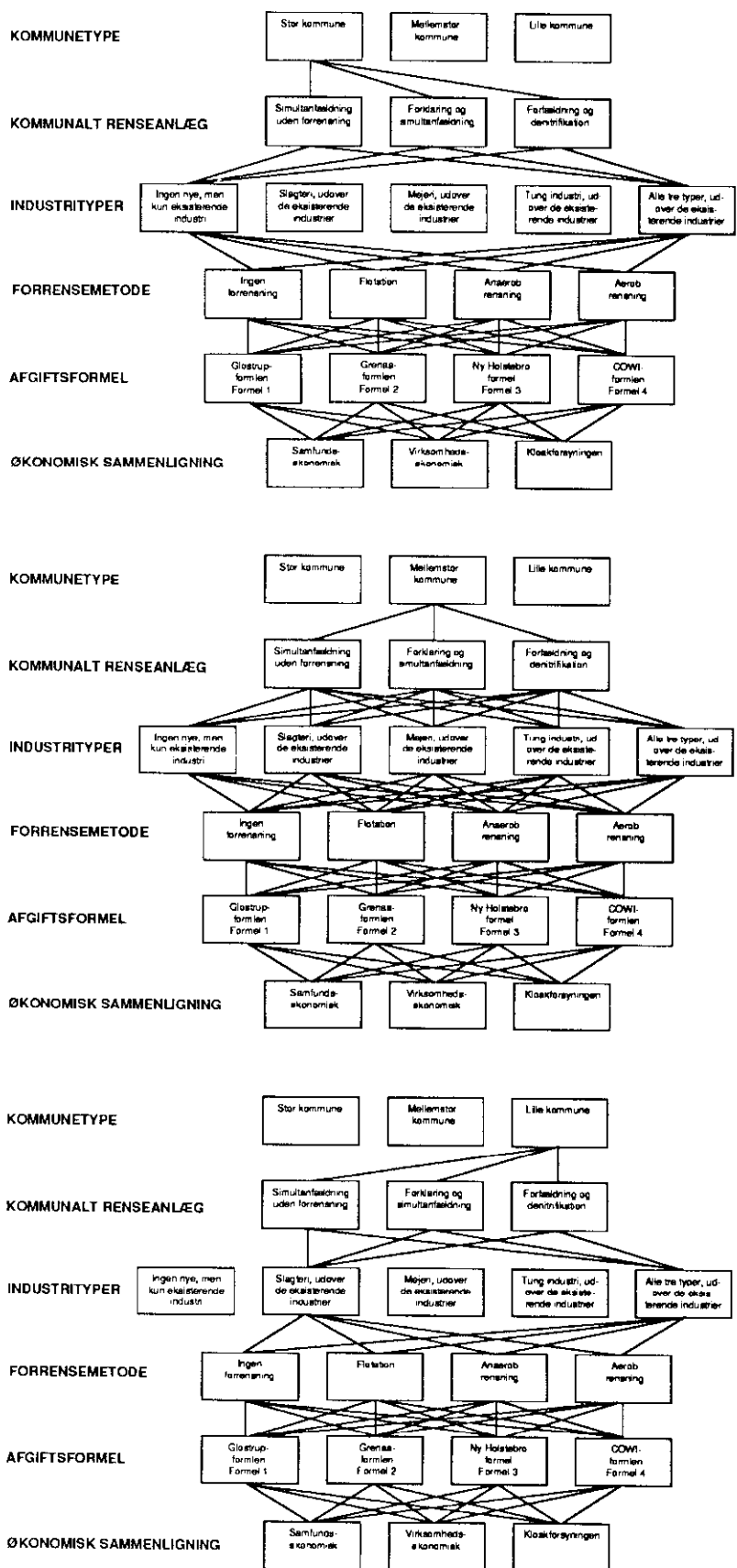
- Glostrup-formlen
- Grenaa-formlen
- Ny Holstebro-formel
- COWI-formlen

Økonomisk sammenligning:

- Samfundsøkonomisk
- Virksomhedsøkonomisk
- Kloakforsyningen

Herudover er undersøgt betydningen af de skønnede kloaksaneringsomkostninger og betydningen af om særbidrag anvendes på takster til dækning af alle omkostninger eller alene på takster til dækning af renseomkostninger. Endvidere er foretaget en række følsomhedsanalyser m.h.t. økonomiske forudsætninger.

I tabel 9.2 er skematisk angivet hvilke kombinationer der er gennemanalyserede for de seks hovedemner. Ialt er gennemanalyseret 1.296 kombinationer af hovedemnerne med tre forskellige forudsætninger om kloakomkostninger og særbidragsanvendelse, hvilket ialt giver 3.888 kombinationer.



Tabel 9.2 - Gennemanalyserede kombinationer

10. Økonomisk model og problemstilling

10.1 Problemstilling

Der foretages en økonomisk analyse til støtte for valget mellem at forrense industrispildevand eller at undlade industriel forrensning. Den økonomiske undersøgelse skal belyse den planlægningssituation kommunerne og industrien befinder sig i. Målet er at sikre, at der træffes et samfundsøkonomisk fordelagtigt valg. For at nå dette mål er der en række problemer og spørgsmål som skal afklares. For det første:

- skal den samfundsøkonomiske vurdering kun baseres på den nuværende omkostningssituation eller skal man inddrage tidsperspektivet og dermed muligheden for at omkostningerne vil ændre sig over tiden.

Hvis man tænker sig at omkostningerne til centrale kommunale anlæg udvikler sig forskelligt fra omkostningerne til forrensning (evt. renere produktionsteknologi) kan det økonomisk mest fordelagtige ændre sig over tiden.

I denne analyse er det forudsat at omkostningerne vurderes med udgangspunkt i det aktuelle omkostningsniveau og den aktuelle produktions- og renseteknologi.

Næste trin i undersøgelsen er at analysere, hvorledes det økonomisk mest fordelagtige valg af rensemetode tegner sig for henholdsvis kommunen og industrien. Det fører frem til en vurdering af:

- Hvordan sikres det at kommunen og industrien træffer det samfundsøkonomisk mest fordelagtige valg?

Der er her tale om en strategisk situation for både industrien og kommunen. Kommunen skal vælge størrelse og type af anlæg ud fra en forventning til virksomhedernes spildevandsudledning og virksomhederne skal herefter afgøre om de vil forrense eller ej på grundlag af de spildevandsafgifter, som kommunen har fastsat.

Kommunen skal via spildevandsafgiften have dækket alle sine omkostninger, uanset hvilken type anlæg der investeres i, idet lovgivningen kræver, at den kommunale kloakforsyning økonomisk hviler i sig selv. Til gengæld har kommunen spillerum, når det drejer sig om hvor lang tid en investering skal tilbagebetales over og ef-

ter hvilket princip betalingen for tilledningen af spildevand til det kommunale anlæg skal beregnes.

Det betyder at kommunen kan blive nødt til at ændre på afgiften, hvis spildevandsmængderne fra industrien afviger fra det forventede.

Kommunen vil evt. foretrække det anlæg som giver de laveste omkostninger og dermed bedste likviditet og evt. de laveste takster. Er dette tilfældet vil kommunen foretrække, at industrien forrenser.

Kommunen kan dog have andre målsætninger end blot at finde den for kommunen billigste løsning på kort sigt. Et mål kunne f.eks. være lave takster eller at sikre en bestemt fordeling af den økonomiske belastning mellem de forskellige brugergrupper (husholdninger og industri).

For industrien er situationen mere kompliceret. Industriens valg afhænger af omkostningerne til eventuel forrensning og omkostningerne til spildevandsafgift til kloakforsyningen.

Det har stor betydning, hvilket princip, der anvendes til at beregne industriens betaling af spildevandsafgiften. Betalingsformlerne er opbygget så afgiften afhænger af mængden og kvaliteten af spildevandet. Det afgørende er om en given betalingsvedtægt medfører et incitament for den enkelte virksomhed til at vælge den samfundsøkonomiske rigtige løsning.

De væsentligste elementer i undersøgelsen kan således sammenfattes til følgende:

- en samfundsøkonomisk vurdering
- en analyse af betalingsvedtægtens betydning for industriens reaktion.

10.2 Beskrivelse af den økonomiske beregningsmodel

Input

Input til modellen er følgende:

- spildevandsudledning fra husholdninger og let industri
- spildevandsudledning fra specielle industrier:
 - eksisterende store virksomheder (blandet)
 - slagterier
 - mejerier
 - tung industri

- spildevandsudledningerne beskrives ved de parametre der indgår i afgiftsformlerne:
 - mængde spildevand (m^3)
 - organisk stof
 - kvælstof
 - fosfor
- omkostninger ved forskellige forrensningsmetoder for de enkelte industrier (fås fra specialprogrammerne for forrenseanlæg)
- omkostninger for det kommunale rensningsanlæg under forskellige kombinationer af industrier og evt. forrensning hos disse (fås fra specialprogrammerne for kommunale renseanlæg)
- omkostninger til øvrige aktiviteter i kloakforsyningen.

Omkostningsberegning

Omkostningerne betragtes som årlige omkostninger. Derfor er anlægsinvesteringer annualiseret efter følgende forudsætninger:

- Samfundsøkonomisk vurdering:
 - 30 års gennemsnitlig teknisk levetid for kommunalt renseanlæg
 - 20 års gennemsnitlig teknisk levetid for industrielt anlæg
 - realrente på 7% p.a.
- Kommunal- og virksomhedsøkonomisk vurdering:
 - afskrivningsperiode på 10 år for kommunalt anlæg (tilbagebetalingsperiode for brugerne)
 - afskrivningsperiode på 10 år for industrielle anlæg
 - realrente på 7% p.a. for både industri og kloakforsyning.

Den korte afskrivningsperiode afspejler at kommunen ønsker at få tilbagebetalt sin renseinvestering hurtigt. Det vil betyde, at spildevandsafgiften kan sættes ned efter 10 år, idet anlægsbidraget falder væk. Dette tages der ikke hensyn til i analysen. Her antages det, at beslutningen om valg af renseanlæg tages på baggrund af årlige omkostninger, således som de tegner sig i de første år. Det samme gør sig gældende for vurderingen af industriens situation. Industrien forudsættes at vurdere omkostningerne til etablering af forrenseanlæg ved en afskrivningsperiode på 10 år sammenlignet med anlæggets tekniske levetid på ca. 20 år. Der er lavet følsomhedsanalyse for disse antagelser.

Afgiftspligtige enheder

Antallet af afgiftspligtige enheder (m^3) beregnes på grundlag af de opstillede formler for påligning af særbidrag.

Når antallet af afgiftspligtige enheder i kloakforsyningen er beregnet kan taksten pr. enhed bestemmes, idet det forudsættes at kommunen skal have dækket alle sine omkostninger til renseanlæg over 10 år.

Dette giver højere takster end hvad den tekniske levetid af de pågældende anlæg betinger.

Samfundsøkonomisk vurdering

Udfra oplysningerne om anlægs- og driftsomkostninger for de forskellige typer renseanlæg kan de samfundsøkonomiske konsekvenser beregnes og den billigste kombination af kommunal rensning og forrensning findes for de enkelte belastningstilfælde.

Kommunaløkonomisk vurdering

For at belyse situationen for den kommunale kloakforsyning beregnes de årlige omkostninger for de kommunale anlæg ved anvendelse af ovenfor angivne forudsætninger om kloakforsyningens vurderingsprincip.

Virksomhedsøkonomisk vurdering

Virksomhedernes omkostninger består dels i afgifter til kommunen og dels i omkostninger til eventuel forrensning.

Sammenligningen af forskellige tilfælde med og uden forrensning sker ud fra det tilfælde hvor der er overensstemmelse mellem det kommunale anlæg og virksomhedens beslutning, dvs. hvis industrien økonomisk vil vælge at forrense ved anaerobe processer, er det kommunale anlæg dimensioneret til denne situation, og taksterne er dermed også tilpasset denne situation.

Sammenligningen kan også foretages ud fra den situation, hvor kommunen vælger først udfra kloakforsyningens økonomiske synsvinkel. Det giver et sæt af takster. På det grundlag vælger industrien om det bedst kan betale sig at forrense. Kommunen kan derved investere i et anlæg til rensning af alt spildevand, hvorefter betalingsreglerne bevirker, at det kan betale sig for industrien at forrense.

Begge typer sammenligning er foretaget for udvalgte tilfælde, hvilket viste, at det i tilstrækkelig grad beskriver industriens situation at gennemføre beregninger af de koordinerede valg. Viser en beregning, at det vil være billigst for industrien at forrense, vil dette også være billigst i tilfældet, hvor kommunen har dimensioneret sit anlæg ud fra, at der ikke forrenses. Derfor belyses de forskellige formers betydning for industrien alene ved at sammenligne de koordinerede valg.

Disse vurderinger er foretaget for de kombinationer der er beskrevet i afsnit 9.2.

11. Resultater af analysen

11.1 Resultater af grundberegningen

Samfundsøkonomi	Beregningerne af de <u>samfundsøkonomiske</u> omkostninger ved de forskellige rensningsmetoder viser: - at det generelt er billigst ikke at forrense ved industrierne - at forskellene er små dvs. i størrelsesordenen 10-15% af de samlede udlednings- og rensningsomkostninger. Kommunal- og virksomhedsøkonomisk ser situationen ikke altid sådan ud.
Kloakforsyningen	For kommunen vil det være billigst, hvis industrien forrenser.
Industrien	For industrien afhænger den økonomiske prioritering af de forskellige alternativer af den betalingsformel, som ligger til grund for beregningen af industriens bidrag til den kommunale kloakforsyning. Her gælder det for flere af de testede formler, at de vil give virksomheden et incitament til at forrense i de tilfælde, hvor kommune har dimensioneret sit anlæg udfra at der ikke forrenses.
Betalingsformler	Man kan derfor med nogle af de undersøgte betalingsformler komme i den situation, at der overinvesteres i rensekapacitet både hos kommunen og hos den enkelte virksomhed. Det er derfor vigtigt, at betalingsvedtægterne opbygges på grundlag af en af de formler, som giver en incitamentstruktur, der er i overensstemmelse med det samfundsøkonomisk optimale.
Hovedresultater i tabel 11.1	Undersøgelsens hovedresultater af grundberegningerne er sammenfattet i tabel 11.1. For hver betalingssituation angives hvorvidt det er samfundsøkonomisk fordelagtigt at forrense og i givet fald efter hvilken metode. Dernæst angives hvilken rensesituation, der giver kloakforsyningen de mindste årlige renseomkostninger udfra en afskrivningsperiode på 10 år til det kommunale renseanlæg. Sidste kolonne i tabellen viser, hvilke af de undersøgte betalingsformler, som giver de enkelte virksomheder et økonomisk incitament til at vælge den løsning der er i overensstemmelse med den samfundsøkonomisk bedste løsning.

11.2 Følsomhedsanalyser og kommentarer til grundberegningerne

11.2.1

Kommentarer til grundberegningen

Kommunestørrelse

Ved beregningerne har det vist sig at kommune-størrelsen, som her varierer mellem 12.000 p.e. og 107.000 p.e., ikke har betydning for om industrien bør forrense eller ikke, uanset om der kun findes de eksisterende industrier eller suppleres med ca. 75.000 p.e. fra nye industrier (alle tre virksomhedstyper). I alle tilfælde bør industrien undlade at forrense udfra et samfundsøkonomisk synspunkt.

Det er stort set de samme særbidragsformler, der får industrien til at vælge den samfundsøkonomiske bedste løsning uafhængigt af kommune-størrelsen.

Samfundsøkonomisk er der en tendens til at optimale kommunale rensemetode er simultanfældning for mindre kommuner og forfældning for større kommuner.

Industrityper

Det er først og fremmest for slagterier og mejerier, at de testede betalingsformler kan pege på en løsning, som ikke er samfundsøkonomisk fordelagtig. Dette skyldes, at disse typer virksomheder har spildevand med høje BI₅-koncentrationer. Derfor er gevinsten ved at forrense stor for disse virksomhedstyper. Formel 4 er dog i stand til at pege på den samfundsøkonomiske fordelagtige situation i alle tilfælde.

11.2.2

Varianter af grundberegningen

Ud over grundberegningen er der gennemført følgende beregninger med alternative forudsætninger:

For vurderingen af samfundsøkonomi:

- Alternative tekniske levetider:
for kommunalt anlæg : 20 år
for industriel forrensning : 15 år
- Omkostningsniveauet for industriel forrensning (50% af nuværende niveau).

For vurderingen af betalingsformlerne:

- Kun særbidrag til rensning.
- Alternativ investeringsplan for kloakforsyningen (lavere kloaksaneringsomkostninger).
- Afskrivningsperiode for både kommunale og industrielle renseanlæg.

Teknisk levetid

Antages at den tekniske levetid for kommunale renseanlæg og industrielle forrenseanlæg er henholdsvis 20 og 15 år fremfor 30 og 20 år, ændres konklusionen om den samfundsøkonomiske optimale løsning sig ikke. Kun i et enkelt tilfælde ændres renseanlægstypen for det kommunale anlæg, mens det i alle tilfælde vil være mest hensigtsmæssigt at undlade forrensning.

For at undersøge hovedkonklusionens følsomhed overfor prisændringer er regnet på en situation, hvor omkostningen til industriel forrensning sættes til det halve af det nuværende niveau. Denne beregning viser, at først ved en så betydelig ændring i omkostningsforholdet mellem central og decentral rensning, opnås der samfundsøkonomisk balance mellem at forrense og at undlade forrensning.

Særbidrag på alt/ kun til rensning

I tabel 11.2 er angivet resultaterne af en beregning efter samme hovedprincipper som i tabel 11.1, men med den ene forskel, at der her kun beregnes særafgift på den del af bidraget, der går til dækning af renseomkostninger. Der afregnes således alene efter vandmængde for omkostninger til transport af spildevand m.v.

Af tabellen ses, at alle bidragsformler i stort set alle tilfælde giver industrien et økonomisk incitament til at vælge at undlade forrensning. Ved at opdele bidragstaksten i en rensedel og en ledningsdel opnås en mere rigtig vægtning af særbidragene, og de forskelle, der kan være mellem renseomkostninger og øvrige kloakomkostninger for de enkelte kommuner og over tiden får ingen betydning for opbygningen af afgiftsformlen.

Anvendes særbidrag på hele taksten, skal særbidragsformlen have en meget lille hældning for kommuner med overvejende ledningsomkostninger og være mere stejl for kommuner med overvejende renseomkostninger.

Ændret investeringsplan

I tabel 11.3 er anført resultatet af beregninger efter samme hovedprincipper som i tabel 11.1, men med anvendelse af investeringsplanerne for de tre udvalgte kommuner, fremfor investeringsplanerne for de opstillede typer kommuner. Væsentligste forskel er, at kommunerne budgetterer med en omkostning til kloaksanering og rensning af regnvand, der er ca. 85% lavere end for de opstillede typekommuner. Ved denne beregning er de samlede omkostninger til andre aktiviteter end renseanlæg ca. 65% lavere end ved grundberegningerne. Renseomkostningerne bliver derfor mere dominerende, og som det ses af tabel 11.3, giver derved flere særbidragsformler industrien det rette økonomiske incitament. Kun formel 1 "Glostrupformlen" giver generelt for høje bidrag til slagterier og mejerier.

Dette resultat underbygger argumentet for at særbidrag alene bør anvendes på renseomkostninger.

Industriens afskrivningsperiode Sættes industriens afskrivningsperiode for forrensning til 6 år fremfor 10 år, giver alle særbidragsformler i stort set alle tilfælde den rigtige løsning. Dette skyldes at de årlige omkostninger til forrensning vil stige, når afskrivningsperioden forkortes. Anvendes en afskrivningsperiode på kun 3 år peger alle formler på den rigtige løsning.

Takster og afskrivning svarende til teknisk levetid I tabel 11.4 er angivet resultaterne af, at takstfastsættelse og afskrivningsperiode bestemmes udfra de enkelte anlægs tekniske levetid. Ved denne beregning vil der således være økonomisk balance mellem indtægter og udgifter set over anlæggenes tekniske levetid. (Kommunale renseanlæg 30 år og forrenseanlæg 20 år).

Sammenlignes med resultaterne i tabel 11.1 ses, at det med en enkelt undtagelse er de samme særbidragsformler, der giver industrien det korrekte økonomiske incitament. De ovenfor nævnte forudsætninger ses derfor ikke at have afgørende betydning for hvilken formelopbygning der er mest hensigtsmæssig.

Tabel 11.1 - Optimal samlet renseløsning. Afgiftsformler der giver korrekt økonomisk incitament

- Særafgift på både rensnings- og ledningsdel

Kommune størrelse	Kombination af industrier	Samfundsøkonomisk valg		Mindste renseomkostning for kloakforsyningen		Afgiftsformel som giver industrien korrekt incitament			
		Forrensning	Kommunalt anlæg	Forrensning	Kommunalt anlæg	Eksist. industrier	Slagteri	Mejeri	Tung industri
Lille	Slagteri Alle industrier	Ingen	Simultanf.	Anaerob	Simultanf.	-	4	-	-
		Ingen	Simultanf.	Anaerob	Simultanf.	-	2,3,4	4	Alle
Mellemstor	Kun eksisterende Slagteri + eksist. Mejeri + eksist. Tung industri + eksist. Alle industrier	Ingen	Simultanf.	Flotation	Forfældning	Alle	-	-	-
		Ingen	Forfældning	Anaerob	Simultanf.	Alle	2,4	-	-
		Ingen	Forfældning	Anaerob	Simultanf.	Alle	-	4	-
		Ingen	Simultanf.	Anaerob	Simultanf.	Alle	-	-	Alle
Stor	Kun eksist. Alle industrier	Ingen	Forfældning	Anaerob	Simultanf.	2,3,4	-	-	-
		Ingen	Forfældning	Anaerob	Simultanf.	Alle	2,3,4	2,4	Alle

Note: Formel 1, Glostrupformlen - Formel 2, Grenaa-formlen - Formel 3, Ny Holstebro-formel - Formel 4, COWI-formlen

Tabel 11.2 - Kun særafgift på rensningsdel

Kommune størrelse	Kombination af industrier	Samfundsøkonomisk valg		Mindste renseomkostning for kloakforsyningen		Afgiftsformel som giver industrien korrekt incitament			
		Forrensning	Kommunalt anlæg	Forrensning	Kommunalt anlæg	Eksist. industrier	Slagteri	Mejeri	Tung industri
Lille	Slagteri Alle industrier	Ingen Ingen	Simultanf. Simultanf.	Anaerob Anaerob	Simultanf. Simultanf.	- -	Alle Alle	- 2,3,4	- Alle
Mellemstor	Kun eksisterende Slagteri + eksist. Mejeri + eksist. Tung industri + eksist. Alle industrier	Ingen	Simultanf.	Flotation	Forfældning	Alle	-	-	-
		Ingen	Forfældning	Anaerob	Simultanf.	Alle	Alle	-	-
		Ingen	Forfældning	Anaerob	Simultanf.	Alle	-	Alle	-
		Ingen	Forfældning	Anaerob	Simultanf.	Alle	Alle	Alle	Alle
Stor	Kun eksist. Alle industrier	Ingen Ingen	Forfældning Forfældning	Anaerob Anaerob	Simultanf. Simultanf.	2,3,4 Alle	- Alle	- Alle	- Alle

Note: Formel 1, Glostrupformlen - Formel 2, Grenaa-formlen - Formel 3, Ny Holstebro-formel - Formel 4, COWI-formlen

Tabel 11.3 - Investeringsplan med begrænsede omkostninger til kloaksanering og rensning af regnvand

- Særafgift på både rensnings- og ledningsdel

Kommune størrelse	Kombination af industrier	Samfundsøkonomisk valg		Mindste renseomkostning for kloakforsyningen		Afgiftsformel som giver industrien korrekt incitament			
		Forrensning	Kommunalt anlæg	Forrensning	Kommunalt anlæg	Eksist. industrier	Slagteri	Mejeri	Tung industri
Lille	Slagteri Alle industrier	Ingen Ingen	Simultanf. Simultanf.	Anaerob Anaerob	Simultanf. Simultanf.	- -	2,3,4 2,3,4	- 2,4	- Alle
Mellemstor	Kun eksisterende Slagteri + eksist. Mejeri + eksist. Tung industri + eksist. Alle industrier	Ingen	Simultanf.	Flotation	Forfældning	Alle	-	-	-
		Ingen	Forfældning	Anaerob	Simultanf.	Alle	2,3,4	-	-
		Ingen	Forfældning	Anaerob	Simultanf.	Alle	-	2,4	-
		Ingen	Forfældning	Anaerob	Simultanf.	Alle	-	-	Alle
Stor	Kun eksist. Alle industrier	Ingen Ingen	Forfældning Forfældning	Anaerob Anaerob	Simultanf. Simultanf.	Alle Alle	- Alle	- 2,3,4	- Alle

Note: Formel 1, Glostrupformlen - Formel 2, Grenaa-formlen - Formel 3, Ny Holstebro-formel - Formel 4, COWI-formlen

Tabel 11.4 - Takstberegning, kommunal og industriel afskrivning svarende til teknisk levetid

- Særafgift på både rensnings- og ledningsdel.

Kommune størrelse	Kombination af industrier	Samfundsøkonomisk valg		Mindste renseomkostning for kloakforsyningen		Afgiftsformel som giver industrien korrekt incitament			
		Forrensning	Kommunalt anlæg	Forrensning	Kommunalt anlæg	Eksist. industrier	Slagteri	Mejeri	Tung industri
Lille	Slagteri Alle industrier	Ingen Ingen	Simultanf. Forfældning	Flotation Anaerob	Simultanf. Simultanf.	- -	4 2,3,4	- 2,4	- Alle
Mellemstor	Kun eksisterende Slagteri + eksist. Mejeri + eksist. Tung industri + eksist. Alle industrier	Ingen	Simultanf.	Flotation	Simultanf.	Alle	-	-	-
		Ingen	Forfældning	Flotation	Simultanf.	Alle	2,4	-	-
		Ingen	Forfældning	Anaerob	Simultanf.	Alle	-	4	-
		Ingen	Forfældning	Anaerob	Simultanf.	Alle	-	-	Alle
Stor	Kun eksist. Alle industrier	Ingen Ingen	Forfældning Forfældning	Anaerob Anaerob	Simultanf. Simultanf.	2,3,4 Alle	- 2,3,4	- 2,4	- Alle

Note: Formel 1, Glostrupformlen - Formel 2, Grenaa-formlen - Formel 3, Ny Holstebro-formel - Formel 4, COWI-formlen

11.3 Eksempel på valg af løsning og den økonomiske spredning på de enkelte løsninger

I tabellerne 11.1-11.4 er angivet, hvilken rense-løsning der samfundsøkonomisk vil være mest hensigtsmæssig samt angivet, hvilke formler der får industrien til at vælge denne løsning.

For at illustrere de økonomiske forskelle mellem de enkelte løsninger, er i tabel 11.5 angivet et eksempel på de beregningsresultater, der ligger bag tabel 11.1. Eksemplet er for en mellemstor kommune med et slagteri som ekstra industri.

Tabel 11.5 - Eksempel på beregningsresultater for en mellemstor kommune med slagteri som ekstra industri

Kommunalt renseanlæg Type	Industriel forrensning Type	Samfundsøkonomisk årlig omkostning 1.000 kr.	Slagteriets årlige omkostninger (evt. forrensning + spildevandsafgift)				Heraf udgør forrensningen 1.000 kr.
			Formel 1 1.000 kr.	Formel 2 1.000 kr.	Formel 3 1.000 kr.	Formel 4 1.000 kr.	
Simultanfældning	Ingen	26.318	5.926	4.770	5.181	4.251	0
Simultanfældning	Flotation	29.144	5.592	5.193	5.422	5.213	3.151
Simultanfældning	Anaerob	28.592	4.598 ²⁾	4.663	4.756 ²⁾	4.768	2.373
Simultanfældning	Aerob	29.063	6.219	5.490	5.803	5.221	1.709
Forklaring	Ingen	26.665	6.023	4.848	5.265	4.320	0
Forklaring	Flotation	29.674	5.677	5.266	5.501	5.287	3.151
Forklaring	Anaerob	29.204	4.685	4.752	4.848	4.860	2.373
Forklaring	Aerob	29.498	6.310	5.567	5.887	5.295	1.709
Forfældning	Ingen	26.296 ¹⁾	5.817	4.660 ²⁾	5.085	4.200 ²⁾	0
Forfældning	Flotation	29.589	5.616	5.203	5.444	5.237	3.151
Forfældning	Anaerob	29.274	4.669	4.734	4.831	4.845	2.373
Forfældning	Aerob	29.004	6.100	5.372	5.695	5.125	1.709

¹⁾ Samfundsøkonomisk mest fordelagtig samlet rense-løsning

²⁾ Virksomhedsøkonomisk mest fordelagtig løsning for hver type afgiftsformel

Af tabel 11.5 ses, at det er samfundsøkonomisk mest fordelagtigt at undlade forrensning, og at der ikke er nogen markant økonomisk forskel mellem de tre typer kommunale renseanlæg. Disse forhold er illustreret grafisk i figur 11.1. Samfundsøkonomisk er der kun 13% forskel mellem den dyreste og den billigste løsning. Løsninger uden forrensning er generelt 11% billigere end løsninger med forrensning uanset forrense-metode.

Slagteriets samlede årlige omkostninger til forrensning og vandafledningsafgift varierer mellem 4,2 mio. kr. og 6,3 mio. kr. Formel 4 er den formel der bedst giver slagteriet et incitament til at undlade forrensning, mens formel 1 og 3 styrer slagteriet i retning af en løsning med anaerob forrensning.

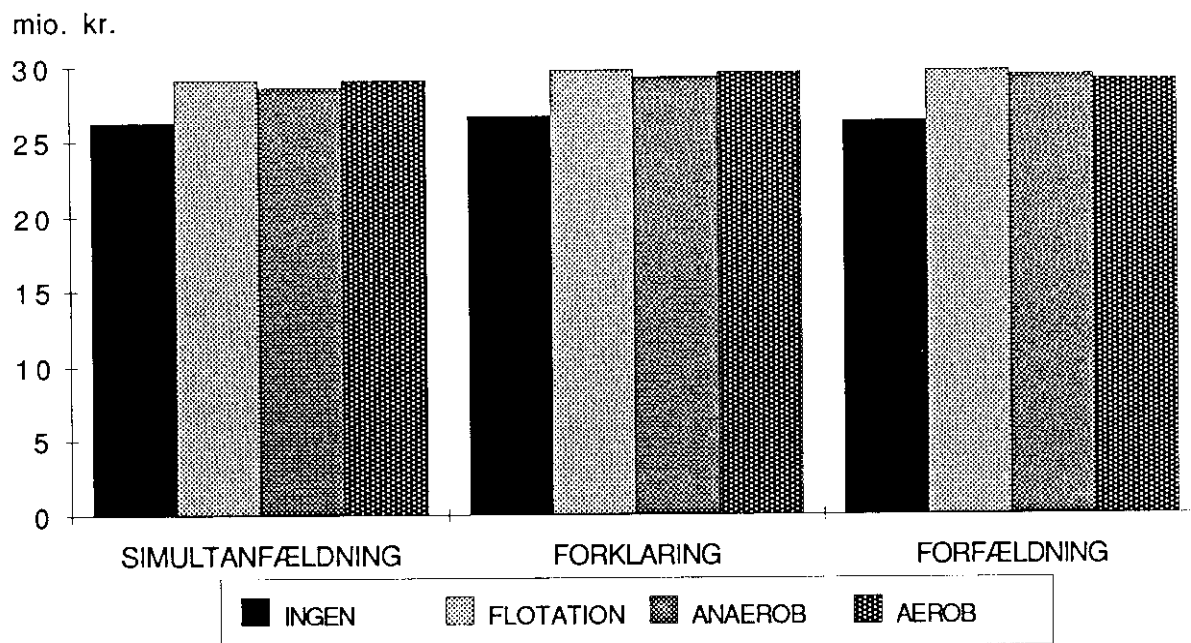


Fig 11.1 - Samlet samfundsøkonomisk årlig omkostning til rensning af spildevand i en mellemstor kommune med slagteri

11.4 Eksempel på beregnede enhedstakster

For at illustrere variationer i enhedstaksterne, og dermed variationen i den økonomiske belastning af en almindelig husstand, er der i tabel 11.6 anført de beregnede enhedstakster for eksemplet med en mellemstor kommune med et slagteri som ekstra industri.

Laveste takster opnås ved formel 1 "Glostrup-formlen". Dette skyldes, at der ved denne formel beregnes den største forureningsfaktor for industrien, hvorved der bliver et stort antal afgiftspligtige m^3 at fordele taksten over. Er taksten lav, belastes industrien generelt hårdere, end hvis taksten er høj, idet summen af afgiftspligtige m^3 fra øvrige brugere er konstant.

Tabel 11.6 - Eksempel på enhedstakster pr. m³ for en mellemstor kommune med slagteri som ekstra industri

Kommunalt renseanlæg Type	Industriel forrensning Type	Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen	6.87	7.39	7.23	7.64
Simultanfældning	Flotation	7.20	7.39	7.25	7.32
Simultanfældning	Anaerob	7.31	7.35	7.26	7.26
Simultanfældning	Aerob	7.48	7.79	7.68	7.92
Forklaring	Ingen	6.98	7.51	7.34	7.77
Forklaring	Flotation	7.39	7.59	7.45	7.51
Forklaring	Anaerob	7.55	7.60	7.50	7.50
Forklaring	Aerob	7.62	7.94	7.82	8.07
Forfældning	Ingen	6.74	7.26	7.09	7.49
Forfældning	Flotation	7.26	7.46	7.31	7.37
Forfældning	Anaerob	7.50	7.55	7.46	7.45
Forfældning	Aerob	7.30	7.61	7.49	7.72

Den i tabel 11.6 angivne takst kan opdeles i to dimensioner. Taksten kan opdeles i et bidrag til anlægsinvesteringer og i et bidrag til den løbende drift. Taksten kan endvidere opdeles i en andel til ledningsnettet og en andel til renseanlæg. Som eksempel kan tages taksten i den samfundsøkonomisk fordelagtige situation, hvor der ikke forrenses og hvor kommunen renser ved forfældning. Den samlede takst er som vist i tabel 11.6 på 6,74 kr. pr. m³ hvis formel 1 "Glostrupformlen" anvendes. opdelingen er vist i tabel 11.7.

Tabel 11.7 - Takst opdelt på anlægs- og driftsbidrag og på ledningsnet og renseanlæg

	Anlæg	Drift	I alt
Ledningsnet	2,25	1,08	3,33
Renseanlæg	1,89	1,52	3,41
I alt	4,14	2,60	6,74

Som det ses går ca. halvdelen af bidraget til renseanlæg og ca. halvdelen til ledningsnettet m.v. Anlægsbidraget er ca. dobbelt så stort som driftsbidraget, men efter ca. 10 år, når renseanlægget er tilbagebetalt, bliver de to bidrag af samme størrelsesorden.

12. Sammenfatning af resultater og konklusioner

12.1 Hovedresultater m.v.

Undlad forrensning	Samfundsøkonomisk er det generelt billigst at undlade forrensning af industrispildevand med højt indhold af organisk stof. Undersøgelsen har omfattet virksomheder med højt indhold af organiske stoffer i spildevandet, da disse har størst interesse set i relation til udformningen af betalingsvedtægter. Virksomheder med spildevand indeholdende tungmetaller eller lignende miljøfremmede stoffer er ikke undersøgt, da disse ofte ud fra andre forhold end økonomiske (f.eks. rensetekniske, recipienthensyn, anvendelse af slam el.lign.) bør foretage forrensning. Anvendelse af renere teknologi som alternativ til forrensning bør overvejes for disse virksomheder. Tilsvarende gælder for virksomheder der udleder ekstreme mængder af f.eks. fedt, olie eller lignende. Disse virksomheder vil endvidere ofte kunne drage fordel af at genanvende eller sælge de stoffer der opsamles ved en evt. forrensning.
Forrensning er 15% dyrere	Den samfundsøkonomisk optimale løsning uden forrensning er generelt ca. 10-15% billigere end en løsning med forrensning, uanset valg af forrensemetode og rensemetode på det kommunale renseanlæg. Ønsker kloakforsyningen af likviditetshensyn så lave renseinvesteringer som muligt, set ud fra en drifts- og afskrivningsperiode på kun 10 år, vil det generelt være mest attraktivt at lade virksomhederne foretage anaerob forrensning og gennemføre kommunal rensning ved simultanfældning eller forfældning.
Formler baseret på renseomkostninger alene	De her anvendte afgiftsformler er primært baseret på renseomkostninger, hvorfor formlerne giver den mest korrekte afgiftsfordeling hvis kloakforsyningens omkostninger domineres af renseomkostninger.
Formel 4 er bedst	Af de undersøgte formler er det kun formel 4, der i alle tilfælde giver industrien et økonomisk incitament til at vælge den samfundsøkonomisk bedste løsning.
Opbygning af formel 4	Den opstillede formel 4 giver en forureningsproportional fordeling af udgifterne til såvel anlæg som drift af traditionelle kommunale renseanlæg, der kan fjerne BI_5, N og P ned til

vandmiljøplanens kravværdier. I formelen indgår kun BI_5 , N og P. Vandmængden er indregnet som følge af at grundenheden for påligning er m^3 spildevand udledt fra den enkelte bruger.

I formel 4 er anvendt følgende fordeling:

	Anlægs- omkostninger	Drifts- omkostninger
BI_5	35	35
N	30	40
P	35	25
Sum	100	100

Anvendes særbidragsberegning kun på den del af taksten der går til dækning af renseomkostninger, giver alle formler i næsten alle tilfælde industrien et økonomisk incitament til at vælge den samfundsøkonomisk bedste løsning.

Kun særbidrag på renseomkostninger, opdel i anlæg og drift

Skal særbidrag således anvendes til "retfærdig" påligning og samfundsøkonomisk rigtig påligning, bør særbidrag for højt forureningsindhold i spildevandet, alene anvendes på den del af taksten, der går til dækning af renseomkostninger. Der bør endvidere anvendes forskellige formler for anlægsbidrag og driftsbidrag, da omkostningsfordelingen er forskellig. Foretages denne opdeling af bidraget, begrænses betydningen af udformningen af særbidragsformlen.

Beregnes taksterne udfra en afskrivning over anlæggenes tekniske levetid, kan anvendes én sammenvægtet formel for anlægs- og driftsbidrag, men ikke hvis afskrivningsperioden f.eks. er kortere så anlægsbidraget til renseanlæg falder bort efter f.eks. 10 år.

Dialog mellem industri og kommune

Det er vigtigt, at industrien og kommunen indgår i en dialog, om at løse den samlede spildevandsrensning, så fejlinvesteringer undgås. Med denne rapport er der dannet baggrund for en sådan dialog, hvor begge parter er opmærksomme på de positive og negative sider ved forskellige sammensætninger af spildevand og ved evt. forrensning på virksomhederne.

12.2 Følsomhedsanalyser

Betydning af teknisk levetid

Anvendes tekniske levetider på 20 år og 15 år for henholdsvis kommunale renseanlæg og forren-

seanlæg fremfor 30 og 20 år, vil det stadig være samfundsøkonomisk optimalt at undlade forrensning ved spildevand med højt indhold af organisk stof.

Halv pris giver balance

Antages, at forrensning på virksomhederne koster halvdelen af det her anvendte, begynder der at blive balance i valget mellem forrensning/ikke forrensning for industrien. Konklusionen om at undlade forrensning er således meget robust.

Genanvendelse

Ved de her valgte typer og størrelser af virksomheder er der ikke økonomi i at genanvende nogle af de stoffer eller produkter der tilbageholdes ved de undersøgte rensemetoder. For større virksomheder eller ved ekstreme koncentrationer af salgbare stoffer i spildevandet kan forrensning med henblik på intern eller ekstern genanvendelse overvejes. Fjernelse af organisk stof i store mængder kan dog evt. medføre at man på det kommunale renseanlæg må købe og tilsætte f.eks. methanol for at opnå kvælstoffjernelse.

Renere teknologi

Indførelse af renere teknologi kan tilsvarende overvejes. Udfra rent rensetekniske og økonomiske betragtninger kan dette kun betale sig hvis omkostningerne hertil er under halvdelen af de omkostninger der her er forudsat for forrensning. Andre hensyn kan dog tale for indførelse af renere teknologi.

Betydning af kloakeringsomkostninger

Anvendes de enkelte kommuners egne budgetter (lavere omkostninger til kloaksystemer end i typeeksemplerne) giver både formel 2 og 4 industrien et økonomisk incitament til at vælge den samfundsøkonomisk bedste løsning. Formel 3 peger i to tilfælde på en ufordelagtig løsning mens formel 1 i 8 ud af de 20 tilfælde peger på en ufordelagtig løsning.

Betydning af industriens afskrivning

Anvendes en industriøkonomisk afskrivningsperiode på 6 år for forrenseanlæg, fremfor 10 år, bliver det yderligere attraktivt for industrien at undlade forrensning.

Holdbarhed af forrenseanlæg

Tager virksomhederne i sine økonomiske beregninger hensyn til at forrenseanlægget holder ca. 20 år og fastsættes taksterne udfra en teknisk levetid på 30 år for det kommunale renseanlæg vil det stadig være økonomisk attraktivt ikke at forrense, hvis formel 4 anvendes.

Industrien slipper billigere efter 10 år

Antages, at de nuværende rensekrav og tilsvarende afgiftsformler fastholdes, skal man være opmærksom på at taksterne er fastsat udfra en afskrivning på 10 år, mens anlæggene holder ca. 30 år i gennemsnit. Taksterne bør derfor falde efter 10 år, for at kloakforsyningen ikke skal få overskud. Industrien kan således se frem til at slippe billigere i vandaflednings-

afgift efter 10 år. Dette gælder specielt virksomheder der er ramt af særbidrag på taksten til renseanlæg.

Takstfordeling

De her anvendte eksempler på kloakforsyningens takstberegningsmetode resulterer i at ca. halvdelen af taksten går til renseanlæg og halvdelen til ledningsanlæg m.v.

Nedsættes taksten efter 10 år, når renseanlægget "er betalt tilbage", vil renseomkostningen kun udgøre ca. 30% af den samlede takst.

12.3 Betydning af de enkelte belastningsparametre

Kompensation for regnvand

Ved udledt spildevand forstås her vandforbruget excl. vand der medgår i produktionen. Regnvand antages at være "gratis" at udlede, når der betales for spildevand. Måles i afløbet fra virksomheden, som grundlag for bidragspåligningen, må man sikre, at afløbssystemet på virksomheden er separatkloakeret, eller at der findes en fast regel for kompensation for den mængde- og koncentrationsændring regnvandet medfører. Tilsvarende må præciseres ved definitionen af virksomhedens afledningsret.

Temperatur, kølevand

Renseomkostningerne er afhængige af temperaturen. Minimumstemperaturen har således en meget væsentlig indflydelse på størrelsen af proces-tankene til kvælstoffjernelse. Det kan derfor i visse situationer være positivt at modtage kølevand fra virksomheder i vinterperioden.

Organisk stof i høj koncentration

Spildevand med meget høje koncentrationer af let nedbrydeligt organisk stof, kan evt. sikre at C/N-forholdet holdes oppe på det nødvendige niveau, og kan evt. med fordel tilledes renseanlægget separat eller til andre renseanlæg hvor det er nødvendigt at tilsætte methanol, som følge af for lavt C/N-forhold.

Effekt af særligt afvigende stoffkoncentrationer

I bilag 2 er angivet positive og negative effekter for særligt høje og særligt lave værdier af de parametre, der, som gennemsnit, betyder mest for kommunale renseanlæg opbygget efter de almindeligste principper til fjernelse af BI₅, N og P.

12.4 Økonomiske sammenligningsmetoder

Økonomiske sammenligningsmetoder

Den samfundsøkonomisk rigtige samlede løsning af spildevandsrensningen bør findes ved hjælp af økonomiske sammenligningsmetoder, der tager hensyn til de enkelte anlægs tekniske leveti-

der, f.eks. metoderne "årlig omkostning" eller "nutidsværdi". Ved anvendelse af "nutidsværdi-metoden" skal man være opmærksom på at der for alle anlæg skal bruges samme tidshorisont, f.eks. 20 år, hvorfor der kan blive tale om re-investeringer for anlæg med kortere teknisk levetid og evt. restværdi for anlæg hvis tekniske levetid rækker udover den valgte tidshorisont. Driftsomkostninger skal medtages for alle år indenfor tidshorisonten.

Ved sammenligning af forskellige løsninger kan man ikke summere kloakforsyningens takstbereg-ningsmodeller, hvor afskrivningen sker over 10-15 år og virksomhedsøkonomiske betragtninger hvor afskrivningen sker over 5-10 år. Summeres disse tal tages der ikke hensyn til:

- nytteværdien af anlæggene for den periode anlæggene kan holde udover afskrivnings-perioden
- at der for kommunal rensning medtages driftsomkostninger for en længere periode end for forrensning på virksomhederne.

12.5 Hovedkonklusion

- Det kan generelt ikke betale sig samfundsø-konomisk at forrense spildevandet fra typi-ske slagterier, mejerier og lignende virk-somheder, hvor spildevandet har et højt indhold af organisk stof. Udledning af tungmetaller, toksiske stoffer eller ekstre-me mængder fedt og olie m.v. bør dog undgås ved enten at forrense på virksomhederne og evt. genanvende disse stoffer eller ved at indføre en renere teknologi. Disse særlige forhold er ikke omfattet af dette projekt.
- Den samfundsøkonomiske forskel på de samle-de renseløsninger er lille. Foretages et samlet koordineret valg af kommunal rens-ning og industriel forrensning, kan der højst begås en fejlinvestering på ca. 15% i forhold til den optimale løsning. Koordi-nerer kommunen og industrien ikke deres valg af renseløsning, bliver der mulighed for en væsentlig større fejlinvestering.
- Særbidrag efter "Glostrup-formlen", der alene er baseret på spildevandets indhold af organisk stof (BI_5) vil i ca. halvdelen af tilfældene give industrien et økonomisk incitament til at vælge en løsning der ikke er samfundsøkonomisk fordelagtig. (Giver for høje særbidrag så industrien selv kan forrense billigere).

- Af de undersøgte fire formler for særbidrag er det kun formel 4 der i alle tilfælde giver industrien et økonomisk incitament til at vælge den samfundsøkonomisk bedste løsning. Denne formel er baseret på en generel vægtning efter anlægs- og driftsomkostninger til rensning for organisk stof, kvælstof og fosfor.
- Særbidrag bør kun anvendes på den del af bidraget, der går til dækning af renseomkostninger, og der bør anvendes forskellige formler for anlægs- og driftsbidrag. Ved denne opdeling giver alle formler industrien det rette incitament. Grundenheden for bidragspåligning er vandmængden, som er direkte bestemmende for kloakerings- og transportomkostningerne.
- Ved tilledning af spildevand med ekstrem sammensætning bør bidrag fastsættes ud fra forhandlinger, baseret på spildevandets negative eller positive effekt for funktion og pris for anlæg og drift af det kommunale renseanlæg. F.eks. kan tilledning af kølevand give en besparelse i såvel anlægs- som driftsomkostninger på renseanlægget, hvis kølevandet kan sikre at minimumstemperaturen af det spildevand der tilledes anlægget øges nogle grader.
- Der skal anvendes korrekte økonomiske metoder ved sammenligning af forskellige samlede renseløsninger. Ikke en sammenblanding af kommunalpolitiske takstberegninger (finansiering) og virksomheders afskrivningspolitik, hvor der anvendes forskellige tidshorisonter der ofte ikke harmonerer med anlæggenes tekniske levetid og nytteværdi.
- Der bør, i alle tilfælde gennemføres et nært samarbejde mellem den kommunale kloakforsyning og de store virksomheder for at sikre, at der findes en samfundsøkonomisk god samlet løsning, der bliver økonomisk tilfredsstillende for begge parter.

I tabel 1 og 2 er anført nogle resultater fra grundberegningen. Tallene er grundlaget for tabel 11.1.

Tabel 1:

Sammenligning af samfundsøkonomiske omkostninger ved forskellige kombinationer af rensning, angivelse af billigste valg for kommunen og industriens samlede omkostninger ved forskellige betalingsformler. Årlige omkostninger i 1.000 kr.

**Lille kommune
Slakteri**

		Samfund	Kommune	Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	13965	16219	6509	5445	5803	4851
	Flotation	14726	14451	6102	5699	5934	5719
	Anaerob	14331	14442	5126	5172	5289	5294
	Aerob	15151	16508	6899	6198	6482	5860
Forklaring	Ingen forrensning	14258	16683	6695	5604	5969	4985
	Flotation	15082	14981	6237	5821	6063	5840
	Anaerob	14698	15035	5255	5303	5425	5428
	Aerob	15462	16959	7050	6330	6622	5983
Forfældning	Ingen forrensning	14258	16512	6627	5534	5908	4950
	Flotation	15293	15193	6292	5865	6115	5890
	Anaerob	14973	15415	5337	5387	5511	5515
	Aerob	15340	16535	6908	6194	6491	5884

**Lille kommune
Alle typer**

		Samfund	Kommune	Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	17138	20188	12865	11642	12164	11081
	Flotation	18957	16344	14650	13523	14256	13742
	Anaerob	18352	15998	12614	12399	12892	12892
	Aerob	19767	19709	14724	14114	14530	13996
Forklaring	Ingen forrensning	17431	20603	13129	11882	12414	11308
	Flotation	19204	16716	14855	13703	14451	13925
	Anaerob	18868	16823	12989	12760	13281	13279
	Aerob	20221	20426	15116	14485	14915	14357
Forfældning	Ingen forrensning	17171	19989	12738	11513	12044	10994
	Flotation	19454	16945	14980	13804	14571	14043
	Anaerob	19285	17401	13251	13015	13553	13551
	Aerob	19997	19702	14721	14102	14526	14013

**Mellemstor kommune
Eksisterende store virksomheder**

		Samfund	Kommune	Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	24198	27922	4449	3826	3957	3469
	Flotation	26489	26806	6852	6620	6852	6852
	Anaerob	26873	27505	7052	6826	7052	7052
	Aerob	25926	28163	5900	5586	5650	5407
Forklaring	Ingen forrensning	24630	28542	4548	3911	4045	3546
	Flotation	26987	27495	6925	6687	6925	6925
	Anaerob	27310	28106	7116	6886	7116	7116
	Aerob	26366	28730	5975	5655	5721	5473
Forfældning	Ingen forrensning	24335	27660	4408	3780	3920	3445
	Flotation	26751	26783	6849	6609	6849	6849
	Anaerob	26979	27249	7025	6804	7025	7025
	Aerob	25983	27720	5841	5527	5596	5361

Tabel 1 fortsat

**Mellemstor kommune
Slagteri**

		Samfund	Kommune	Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	26318	30498	9842	8286	8769	7516
	Flotation	29144	27445	12171	11597	12018	11832
	Anaerob	28592	27209	11340	11199	11481	11491
	Aerob	29063	30783	11822	10891	11229	10487
Forklaring	Ingen forrensning	26665	30994	10002	8421	8912	7638
	Flotation	29674	28168	12323	11733	12167	11976
	Anaerob	29204	28111	11513	11368	11659	11669
	Aerob	29498	31366	11980	11029	11374	10620
Forfældning	Ingen forrensning	26296	29935	9660	8104	8607	7410
	Flotation	29589	27649	12214	11617	12060	11876
	Anaerob	29274	27943	11481	11337	11626	11639
	Aerob	29004	30034	11621	10690	11041	10345

**Mellemstor kommune
Mejeri**

		Samfund	Kommune	Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	26673	30820	10623	8909	9569	8127
	Flotation	29081	28203	13351	12138	12745	12020
	Anaerob	29017	27508	11612	11537	11926	11918
	Aerob	29567	30532	11742	11205	11625	11123
Forklaring	Ingen forrensning	26954	31193	10751	9016	9685	8227
	Flotation	29395	28654	13474	12243	12859	12122
	Anaerob	29649	28436	11790	11712	12115	12106
	Aerob	30122	31245	11919	11368	11799	11287
Forfældning	Ingen forrensning	26567	30157	10394	8692	9364	7991
	Flotation	29424	28253	13365	12123	12758	12049
	Anaerob	29705	28229	11750	11676	12073	12068
	Aerob	29670	30014	11614	11078	11499	11031

**Mellemstor kommune
Tung industri**

		Samfund	Kommune	Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	25199	29200	7048	6374	6569	6096
	Flotation	27855	26875	10767	9858	10767	10767
	Anaerob	27286	26529	10372	9711	10372	10372
	Aerob	27382	29546	9126	8756	8887	8655
Forklaring	Ingen forrensning	25638	29877	7212	6523	6721	6236
	Flotation	28394	27626	10912	9978	10912	10912
	Anaerob	27913	27453	10550	9864	10550	10550
	Aerob	27806	30199	9268	8889	9023	8785
Forfældning	Ingen forrensning	25239	28819	6956	6283	6483	6024
	Flotation	28217	27005	10793	9871	10793	10793
	Anaerob	27980	27283	10518	9841	10518	10518
	Aerob	27293	28891	8985	8619	8751	8528

**Mellemstor kommune
Alle typer**

		Samfund	Kommune	Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	29876	34818	16884	14798	15623	13937
	Flotation	33453	29318	21116	19458	20574	19925
	Anaerob	32564	28561	18668	18290	19000	19010
	Aerob	33997	34209	19822	18840	19425	18645
Forklaring	Ingen forrensning	30107	35061	17002	14897	15732	14040
	Flotation	33784	29787	21300	19616	20749	20089
	Anaerob	33316	29680	19029	18635	19374	19382
	Aerob	34475	34910	20103	19102	19697	18900
Forfældning	Ingen forrensning	29360	33464	16228	14185	15015	13448
	Flotation	33912	29524	21197	19499	20651	20012
	Anaerob	33658	29938	19112	18718	19460	19472
	Aerob	33924	33324	19468	18493	19081	18361

Tabel 1 fortsat

Stor kommune
Eksisterende store virksomheder i en stor kommune

		Samfund	Kommune	Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	31046	35791	7639	5653	6283	4599
	Flotation	32278	33115	7922	7070	7381	6780
	Anaerob	31948	32508	6668	6698	6789	6778
Forklaring	Aerob	33019	35407	8745	7462	7939	6851
	Ingen forrensning	31439	36354	7759	5743	6382	4671
	Flotation	32713	33775	8003	7135	7451	6837
Forfældning	Anaerob	32773	33685	6752	6783	6877	6866
	Aerob	33488	36114	8860	7554	8038	6927
	Ingen forrensning	30877	35078	7487	5514	6158	4538
	Flotation	32670	33280	7942	7073	7398	6802
	Anaerob	32851	33389	6730	6761	6855	6846
	Aerob	33090	34982	8676	7389	7879	6829

Stor kommune
Alle typer virksomheder

		Samfund	Kommune	Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	36778	42783	19343	16279	17481	14902
	Flotation	39595	36094	21953	19805	21041	19947
	Anaerob	38360	34742	18499	18248	18943	18941
Forklaring	Aerob	41106	41463	22055	20354	21255	19848
	Ingen forrensning	37060	43071	19473	16381	17598	15012
	Flotation	39971	36610	22130	19951	21206	20096
Forfældning	Anaerob	39395	36247	18880	18617	19344	19339
	Aerob	41592	42141	22302	20574	21489	20059
	Ingen forrensning	36082	41028	18550	15554	16764	14370
	Flotation	39957	36135	21967	19786	21054	19977
	Anaerob	39789	36433	18927	18667	19393	19395
	Aerob	40879	40299	21630	19945	20852	19542

Tabel 2:

Sammenligning af de enkelte industriers omkostninger (afgift + evt. forrensning) ved de forskellige kombinationer af anlæg og betalingsformler. Årlige omkostninger x 1000 kr.

Lille kommune
Slakteri

		Husholdning			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	9710	10774	10416	11368
	Flotation	10749	11151	10917	11132
	Anaerob	11306	11260	11143	11138
	Aerob	10977	11678	11394	12016
Forklaring	Ingen forrensning	9988	11079	10714	11698
	Flotation	11143	11559	11317	11540
	Anaerob	11770	11722	11600	11597
	Aerob	11277	11997	11705	12344
Forfældning	Ingen forrensning	9885	10978	10604	11562
	Flotation	11301	11728	11478	11703
	Anaerob	12067	12018	11893	11890
	Aerob	10994	11709	11412	12018

		Slakteri			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	6509	5445	5803	4851
	Flotation	6102	5699	5934	5719
	Anaerob	5126	5172	5289	5294
	Aerob	6899	6198	6482	5860
Forklaring	Ingen forrensning	6695	5604	5969	4985
	Flotation	6237	5821	6063	5840
	Anaerob	5255	5303	5425	5428
	Aerob	7050	6330	6622	5983
Forfældning	Ingen forrensning	6627	5534	5908	4950
	Flotation	6292	5865	6115	5890
	Anaerob	5337	5387	5511	5515
	Aerob	6908	6194	6491	5884

Lille kommune
Alle typer virksomheder

		Husholdning			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	7323	8545	8024	9107
	Flotation	7360	8488	7755	8269
	Anaerob	8732	8947	8454	8453
	Aerob	8950	9561	9144	9679
Forklaring	Ingen forrensning	7473	8721	8189	9295
	Flotation	7528	8679	7932	8458
	Anaerob	9182	9411	8890	8892
	Aerob	9276	9907	9477	10036
Forfældning	Ingen forrensning	7251	8476	7945	8995
	Flotation	7631	8807	8040	8568
	Anaerob	9497	9734	9195	9197
	Aerob	8947	9566	9141	9655

Tabel 2 fortsat

		Slagteri			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	4909	4277	4470	3921
	Flotation	4935	4888	4910	4868
	Anaerob	4412	4517	4493	4504
	Aerob	5878	5310	5473	5002
Forklaring	Ingen forrensning	5010	4365	4562	4002
	Flotation	4992	4946	4967	4925
	Anaerob	4537	4648	4622	4632
	Aerob	6042	5456	5622	5132
Forfældning	Ingen forrensning	4861	4224	4426	3894
	Flotation	5028	4977	5002	4959
	Anaerob	4624	4740	4713	4723
	Aerob	5876	5296	5471	5014

		Mejeri			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	5755	4958	5347	4566
	Flotation	6066	5447	5586	4972
	Anaerob	4626	4808	4900	4890
	Aerob	5702	5606	5887	5703
Forklaring	Ingen forrensning	5874	5060	5457	4660
	Flotation	6167	5534	5676	5046
	Anaerob	4751	4942	5039	5027
	Aerob	5836	5737	6028	5834
Forfældning	Ingen forrensning	5699	4900	5294	4538
	Flotation	6228	5580	5731	5100
	Anaerob	4839	5036	5137	5124
	Aerob	5701	5605	5886	5713

		Tung industri			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	2201	2408	2346	2593
	Flotation	3649	3188	3759	3901
	Anaerob	3576	3073	3498	3498
	Aerob	3144	3198	3170	3291
Forklaring	Ingen forrensning	2246	2457	2395	2646
	Flotation	3696	3223	3808	3954
	Anaerob	3700	3169	3619	3620
	Aerob	3238	3292	3265	3391
Forfældning	Ingen forrensning	2179	2389	2323	2562
	Flotation	3724	3247	3838	3984
	Anaerob	3788	3239	3704	3705
	Aerob	3143	3200	3169	3285

Mellemstor kommune
Eksisterende store virksomheder

		Husholdning			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	23473	24097	23965	24453
	Flotation	23940	24172	23940	23940
	Anaerob	24564	24789	24564	24564
	Aerob	24425	24739	24675	24918
Forklaring	Ingen forrensning	23994	24632	24497	24997
	Flotation	24556	24794	24556	24556
	Anaerob	25101	25331	25101	25101
	Aerob	24916	25237	25171	25418
Forfældning	Ingen forrensning	23252	23880	23740	24215
	Flotation	23920	24160	23920	23920
	Anaerob	24336	24557	24336	24336
	Aerob	24041	24355	24287	24521

Tabel 2 fortsat

		Eksisterende store virksomheder			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	4449	3826	3957	3469
	Flotation	6852	6620	6852	6852
	Anaerob	7052	6826	7052	7052
	Aerob	5900	5586	5650	5407
Forklaring	Ingen forrensning	4548	3911	4045	3546
	Flotation	6925	6687	6925	6925
	Anaerob	7116	6886	7116	7116
	Aerob	5975	5655	5721	5473
Forfældning	Ingen forrensning	4408	3780	3920	3445
	Flotation	6849	6609	6849	6849
	Anaerob	7025	6804	7025	7025
	Aerob	5841	5527	5596	5361

Mellemstor kommune Slakteri

		Husholdning			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	20656	22212	21729	22982
	Flotation	21659	22233	21811	21997
	Anaerob	21970	22111	21829	21818
	Aerob	22490	23422	23084	23826
Forklaring	Ingen forrensning	20992	22573	22083	23357
	Flotation	22229	22820	22386	22577
	Anaerob	22698	22844	22553	22542
	Aerob	22916	23866	23521	24276
Forfældning	Ingen forrensning	20274	21830	21328	22524
	Flotation	21820	22417	21973	22158
	Anaerob	22563	22707	22418	22405
	Aerob	21943	22873	22522	23219

		Eksisterende store virksomheder			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	3915	3516	3588	3265
	Flotation	6579	6403	6597	6619
	Anaerob	6741	6536	6724	6723
	Aerob	5604	5401	5426	5266
Forklaring	Ingen forrensning	3979	3573	3646	3318
	Flotation	6647	6467	6666	6688
	Anaerob	6829	6616	6811	6810
	Aerob	5669	5462	5487	5325
Forfældning	Ingen forrensning	3843	3444	3522	3210
	Flotation	6598	6414	6616	6638
	Anaerob	6812	6603	6795	6793
	Aerob	5520	5318	5346	5193

		Slakteri			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	5926	4770	5181	4251
	Flotation	5592	5193	5422	5213
	Anaerob	4598	4663	4756	4768
	Aerob	6219	5490	5803	5221
Forklaring	Ingen forrensning	6023	4848	5265	4320
	Flotation	5677	5266	5501	5287
	Anaerob	4685	4752	4848	4860
	Aerob	6310	5567	5887	5295
Forfældning	Ingen forrensning	5817	4660	5085	4200
	Flotation	5616	5203	5444	5237
	Anaerob	4669	4734	4831	4845
	Aerob	6100	5372	5695	5152

Tabel 2 fortsat

**Mellemstor kommune
Mejeri**

		Husholdning			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	20197	21911	21250	22693
	Flotation	20497	21710	21103	21827
	Anaerob	22212	22287	21898	21905
	Aerob	22971	23508	23088	23590
Forklaring	Ingen forrensning	20442	22177	21508	22966
	Flotation	20825	22056	21441	22177
	Anaerob	22961	23039	22636	22645
	Aerob	23507	24058	23627	24139
Forfældning	Ingen forrensning	19763	21466	20794	22166
	Flotation	20533	21775	21140	21849
	Anaerob	22794	22868	22471	22476
	Aerob	22581	23117	22696	23164

		Eksisterende store virksomheder			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	3829	3465	3509	3226
	Flotation	6439	6341	6512	6599
	Anaerob	6770	6556	6733	6734
	Aerob	5678	5413	5426	5236
Forklaring	Ingen forrensning	3875	3506	3551	3265
	Flotation	6479	6379	6552	6641
	Anaerob	6860	6638	6821	6822
	Aerob	5760	5488	5502	5308
Forfældning	Ingen forrensning	3746	3384	3433	3161
	Flotation	6444	6339	6516	6601
	Anaerob	6840	6621	6801	6802
	Aerob	5618	5352	5371	5187

		Mejeri			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	6794	5445	6061	4901
	Flotation	6912	5797	6233	5422
	Anaerob	4841	4981	5193	5185
	Aerob	6065	5792	6199	5887
Forklaring	Ingen forrensning	6876	5510	6134	4961
	Flotation	6996	5864	6306	5481
	Anaerob	4930	5075	5294	5284
	Aerob	6159	5880	6297	5979
Forfældning	Ingen forrensning	6648	5308	5930	4830
	Flotation	6921	5784	6241	5448
	Anaerob	4910	5055	5271	5266
	Aerob	5996	5726	6128	5844

Tabel 2 fortsat

Mellemstor kommune
Tung industri

		Husholdning			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	22152	22826	22631	23104
	Flotation	21700	22609	21700	21700
	Anaerob	21421	22083	21421	21421
	Aerob	23160	23530	23399	23632
Forklaring	Ingen forrensning	22665	23354	23156	23641
	Flotation	22307	23242	22307	22307
	Anaerob	22168	22854	22168	22168
	Aerob	23672	24050	23917	24155
Forfældning	Ingen forrensning	21863	22536	22336	22795
	Flotation	21806	22727	21806	21806
	Anaerob	22030	22707	22030	22030
	Aerob	22647	23012	22881	23103

		Eksisterende store virksomheder			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	4199	3621	3737	3280
	Flotation	6584	6449	6584	6584
	Anaerob	6676	6532	6676	6676
	Aerob	5706	5418	5470	5241
Forklaring	Ingen forrensning	4296	3706	3823	3355
	Flotation	6656	6517	6656	6656
	Anaerob	6765	6616	6765	6765
	Aerob	5785	5491	5543	5308
Forfældning	Ingen forrensning	4144	3566	3688	3245
	Flotation	6596	6453	6596	6596
	Anaerob	6749	6602	6749	6749
	Aerob	5628	5341	5397	5177

		Tung industri			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	2849	2753	2832	2816
	Flotation	4184	3410	4184	4184
	Anaerob	3697	3179	3697	3697
	Aerob	3420	3338	3417	3414
Forklaring	Ingen forrensning	2915	2816	2898	2881
	Flotation	4256	3460	4256	4256
	Anaerob	3785	3248	3785	3785
	Aerob	3483	3399	3480	3477
Forfældning	Ingen forrensning	2812	2718	2795	2779
	Flotation	4196	3418	4196	4196
	Anaerob	3769	3240	3769	3769
	Aerob	3357	3278	3354	3351

Tabel 2 fortsat

Mellemstor kommune
Alle typer virksomheder

		Husholdning			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	17934	20021	19195	20881
	Flotation	17854	19512	18396	19045
	Anaerob	19352	19730	19020	19011
	Aerob	20515	21497	20912	21692
Forklaring	Ingen forrensning	18059	20165	19329	21021
	Flotation	18139	19823	18690	19350
	Anaerob	20110	20504	19765	19757
	Aerob	20936	21937	21341	22138
Forfældning	Ingen forrensning	17236	19279	18449	20016
	Flotation	17980	19678	18525	19165
	Anaerob	20285	20679	19937	19925
	Aerob	19984	20960	20371	21091

		Eksisterende store virksomheder			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	3400	3158	3169	2974
	Flotation	6123	6097	6188	6266
	Anaerob	6428	6278	6388	6387
	Aerob	5302	5131	5119	4991
Forklaring	Ingen forrensning	3423	3179	3192	2995
	Flotation	6157	6131	6223	6302
	Anaerob	6519	6362	6477	6476
	Aerob	5366	5193	5179	5049
Forfældning	Ingen forrensning	3267	3030	3046	2861
	Flotation	6138	6107	6203	6280
	Anaerob	6540	6383	6498	6497
	Aerob	5220	5051	5042	4919

		Slakteri			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	5145	4271	4577	3886
	Flotation	5032	4837	4949	4838
	Anaerob	4287	4374	4400	4415
	Aerob	5793	5140	5386	4888
Forklaring	Ingen forrensning	5181	4299	4609	3915
	Flotation	5074	4876	4989	4877
	Anaerob	4377	4468	4495	4509
	Aerob	5883	5218	5468	4959
Forfældning	Ingen forrensning	4945	4085	4399	3757
	Flotation	5050	4846	4966	4856
	Anaerob	4398	4489	4517	4533
	Aerob	5678	5025	5282	4819

		Mejeri			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	6033	4954	5474	4532
	Flotation	6235	5363	5646	4953
	Anaerob	4502	4665	4800	4797
	Aerob	5632	5468	5805	5585
Forklaring	Ingen forrensning	6075	4987	5513	4567
	Flotation	6308	5423	5710	5005
	Anaerob	4592	4761	4902	4897
	Aerob	5706	5538	5883	5657
Forfældning	Ingen forrensning	5798	4744	5262	4388
	Flotation	6267	5372	5674	4993
	Anaerob	4613	4785	4926	4923
	Aerob	5539	5378	5707	5513

Tabel 2 fortsat

		Tung industri			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	2307	2415	2402	2546
	Flotation	3727	3161	3792	3869
	Anaerob	3451	2973	3412	3410
	Aerob	3095	3101	3115	3181
Forklaring	Ingen forrensning	2323	2432	2419	2563
	Flotation	3761	3186	3827	3905
	Anaerob	3541	3043	3500	3499
	Aerob	3147	3152	3167	3235
Forfældning	Ingen forrensning	2217	2326	2309	2442
	Flotation	3742	3174	3807	3883
	Anaerob	3562	3062	3520	3519
	Aerob	3030	3039	3050	3110

Stor kommune
Eksisterende store virksomheder

		Husholdning			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	28152	30138	29508	31192
	Flotation	29068	29920	29609	30210
	Anaerob	30200	30170	30079	30090
	Aerob	29632	30915	30438	31526
Forklaring	Ingen forrensning	28595	30611	29972	31683
	Flotation	29647	30514	30199	30812
	Anaerob	31293	31262	31168	31179
	Aerob	30223	31530	31046	32157
Forfældning	Ingen forrensning	27592	29564	28920	30540
	Flotation	29212	30082	29757	30353
	Anaerob	31018	30988	30894	30902
	Aerob	29276	30562	30072	31122

		Eksisterende store virksomheder			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	7639	5653	6283	4599
	Flotation	7922	7070	7381	6780
	Anaerob	6668	6698	6789	6778
	Aerob	8745	7462	7939	6851
Forklaring	Ingen forrensning	7759	5743	6382	4671
	Flotation	8003	7135	7451	6837
	Anaerob	6752	6783	6877	6866
	Aerob	8860	7554	8038	6927
Forfældning	Ingen forrensning	7487	5514	6158	4538
	Flotation	7942	7073	7398	6802
	Anaerob	6730	6761	6855	6846
	Aerob	8676	7389	7879	6829

Tabel 2 fortsat

Stor kommune
Alle typer virksomheder

		Husholdning			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	23440	26504	25302	27881
	Flotation	23683	25831	24594	25689
	Anaerob	25950	26201	25505	25508
	Aerob	26345	28045	27145	28551
Forklaring	Ingen forrensning	23598	26690	25473	28059
	Flotation	24021	26200	24946	26056
	Anaerob	27074	27337	26610	26615
	Aerob	26775	28503	27588	29018
Forfældning	Ingen forrensning	22478	25474	24264	26658
	Flotation	23710	25891	24622	25699
	Anaerob	27213	27473	26747	26745
	Aerob	25605	27290	26382	27693

		Eksisterende store virksomheder			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	6360	4910	5388	4156
	Flotation	7173	6609	6787	6355
	Anaerob	6343	6390	6420	6414
	Aerob	8104	7021	7401	6507
Forklaring	Ingen forrensning	6403	4939	5424	4188
	Flotation	7220	6648	6829	6390
	Anaerob	6429	6478	6509	6503
	Aerob	8188	7087	7474	6565
Forfældning	Ingen forrensning	6099	4679	5167	4019
	Flotation	7176	6601	6790	6363
	Anaerob	6440	6488	6520	6515
	Aerob	7960	6883	7277	6435

		Slagteri			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	4954	4174	4444	3806
	Flotation	4971	4785	4910	4820
	Anaerob	4259	4323	4371	4382
	Aerob	5553	4998	5210	4772
Forklaring	Ingen forrensning	4987	4200	4474	3834
	Flotation	5008	4819	4946	4855
	Anaerob	4358	4424	4474	4485
	Aerob	5622	5057	5273	4827
Forfældning	Ingen forrensning	4751	3985	4262	3671
	Flotation	4974	4781	4913	4824
	Anaerob	4370	4436	4487	4500
	Aerob	5436	4882	5102	4694

		Mejeri			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	5808	4840	5316	4436
	Flotation	6130	5288	5586	4918
	Anaerob	4474	4609	4769	4760
	Aerob	5437	5334	5639	5467
Forklaring	Ingen forrensning	5847	4871	5352	4470
	Flotation	6194	5340	5642	4965
	Anaerob	4572	4713	4880	4870
	Aerob	5493	5388	5698	5524
Forfældning	Ingen forrensning	5570	4626	5098	4285
	Flotation	6135	5277	5590	4935
	Anaerob	4584	4727	4894	4887
	Aerob	5341	5242	5538	5386

Tabel 2 fortsat

		Tung industri			
		Formel 1	Formel 2	Formel 3	Formel 4
Simultanfældning	Ingen forrensning	2221	2355	2333	2504
	Flotation	3679	3123	3759	3854
	Anaerob	3423	2926	3384	3384
	Aerob	2959	3002	3004	3102
Forklaring	Ingen forrensning	2236	2371	2348	2520
	Flotation	3708	3145	3789	3886
	Anaerob	3521	3002	3481	3481
	Aerob	2998	3042	3044	3143
Forfældning	Ingen forrensning	2130	2264	2237	2395
	Flotation	3681	3126	3761	3855
	Anaerob	3533	3016	3493	3493
	Aerob	2893	2938	2936	3027

Oversigt over væsentlige forureningsparametres indflydelse på det kommunale anlæg

I dette bilag er angivet forskellige væsentlige forureningsparametres indflydelse på det kommunale renseanlæg, såfremt udledning af spildevand fra en virksomhed giver anledning til en væsentlig ændring af sammensætningen af det spildevand, der tilledes det kommunale renseanlæg. Der kan være tale om såvel positive som negative effekter.

De forureningsparametre, der betragtes er BI_5 , tot-N, tot-P, COD og temperatur, dels fordi det er disse parametre, der primært er bestemmende for dimensioneringen af renseanlægget og dels fordi, at der for disse parametre kan være tale om såvel positive som negative effekter ved høje/lave koncentrationer. Andre parametre, som eksempelvis tungmetaller, phenoler, fedt/olie m.v., hvor der typisk alene er tale om negative effekter ved høje koncentrationer er således ikke beskrevet. For tungmetaller henvises til bestemmelserne i slambekendtgørelsen.

Bilaget kan bruges som inspiration for en kommune/virksomhed i forbindelse med planlægning-/forhandling af, om der bør foregå forrensning på en virksomhed, der leder/skal til at lede spildevand til det kommunale renseanlæg, således at såvel positive som negative effekter af tilledning af virksomhedens spildevand indgår i overvejelserne.

Det skal understreges, at der ikke er tale om en fuldstændig opgørelse af positive/negative effekter for de behandlede parametre, idet der kan være specifikke forhold for de enkelte anlæg, som kan give anledning til specielle positive/negative effekter. Eksempelvis vil kapaciteten af eksisterende anlægsdele (f.eks. slambehandlingssystemet) kunne påvirke ønsket om øget tilledning.

PARAMETER: BI₅ Normalområde: 150-350 mg/l

Oversigt over indflydelse på det kommunale renseanlæg

	POSITIV effekt	NEGATIV effekt
HØJE koncen- trationer	- tilstrækkelig kulstof til kvælstoffjernelse (mindre sandsynlighed for ekstern kulstofbehov), hvis N-konc. ikke er tilsvarende høj - hvis der er et stort indhold af opløst, letomsættelig BI₅, vil omsætningshastigheder (specielt denitrifikationshastighed) for øges ↳ mindre anoxisk vol. - alternative procesopbygninger kan være aktuelle ↳ biologisk fosforfjernelse ↳ forfældning	- forøget aerob volumen - forøget luftindblæsning - forøget slamproduktion ↳ forøget kapacitet af slambehandlingsanlæg - kan give dårligere slambundfældningsegenskaber
LAVE Koncen- trationer	- mindre aerob volumen - mindre luftindblæsning - mindre slamproduktion	- evt. nødvendigt med ekstern kulstoftilsætning (methanol e.l.), hvis der skal ske kvælstoffjernelse, hvis kvælstofindholdet ikke er tilsvarende lavt

PARAMETER: COD Normalområde: 320-740 mg/l

Oversigt over indflydelse på det kommunale renseanlæg

	POSITIV effekt	NEGATIV effekt
HØJE koncen- trationer		- risiko for svært-nedbrydeligt N- og P-fraktioner - højt COD/BI₅-forhold tyder på svært-nedbrydeligt organisk stof, hvilket kan give lave omsætningshastigheder ↳ større procesvolumen - forøget slamproduktion ↳ forøget kapacitet af slambehandlingsanlæg
LAVE Koncen- trationer	- lavt COD/BI₅-forhold tyder på let-nedbrydeligt organisk stof, hvilket kan give (hvis iøvrigt BI₅-indhold, er tilstrækkeligt) høje omsætningshastigheder ↳ mindre procesvolumener - mindre slamproduktion	- ingen negativ effekt, hvis iøvrigt BI₅-indholdet er tilstrækkeligt stort

PARAMETER: Tot-N Normalområde: 30-80 mg/l

Oversigt over indflydelse på det kommunale renseanlæg

	POSITIV effekt	NEGATIV effekt
HØJE koncen- trationer	- evt. relevant med alternative, N-specifikke rensemetoder ↳ f.eks. høje NH_3-konc. -> styring	- forøget anaerob volumen - forøget recirkulationsgrad (ved recirk. anlæg) - kan være nødvendigt med ekstern kulstof-tilsætning (methanol e.l.), hvis der skal ske tilstrækkelig kvælstoffjernelse og hvis BI_5-konc. samtidig er lav
LAVE Koncen- trationer	- mindre anoxisk volumen - mindre recirkulationsgrad (ved ricirk.-anlæg)	- kan i ekstremsituationer give anledning til kvælstofbegrænsning for bakteriernes vækst

PARAMETER: Tot-P Normalområde: 10-23 mg/l

Oversigt over indflydelse på det kommunale renseanlæg

	POSITIV effekt	NEGATIV effekt
HØJE koncen- trationer		- forøget procesvolumen - forøget kemikaliedose- ring - forøget slamproduktion ↳ forøget kapacitet af slambehandlings- anlæg
LAVE Koncen- trationer	- mindre procesvolumen - mindre kemikaliedose- ring - mindre slamproduktion	- kan give anledning til fosforbegrænsning for bakteriernes vækst

PARAMETER: Temperatur Normalområde: 4-20°C (sæsonvar.)

Oversigt over indflydelse på det kommunale renseanlæg

	POSITIV effekt	NEGATIV effekt
HØJE Værdier	- forøgelse af omsætningshastigheder (herunder specielt nitrifikations- og denitrifikationshastigheder) ↳ mindre procesvolumen - stabil kvælstoffjernelse, også i perioder med lave temperaturer i det øvrige spildevand	- tilledning af ekstremt varmt vand vil skade kloakrørene og fremme korrosion og lugtproblemer - temperaturen i den samlede tilledning bør ligge under 35°C for ikke at hæmme bakteriekulturene og for at undgå lugt
LAVE Værdier		- større procesvolumen - ustabil kvælstoffjernelse

Registreringsblad

Udgiver: Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K.

Serietitel, nr.:

Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen, nr. 15

Udgivelsesår: 1990

Titel:

Økonomi ved rensning af industrispildevand i renseanlæg

Undertitel:

Forfatter(e):

Hasling, Arne Bernt; Dalgaard, Ole; Sørensen, Michael Munk;
Thornberg, Dines E.

Udførende institution(er):

Vandrensningsrådet (spons); COWIconsult A/S

Resumé:

Formålet med projektet har været at udarbejde et generelt teknisk og økonomisk grundlag for samarbejdet mellem industri og kommuner om en samlet betragtning for rensning af spildevand, så der sikres en økonomisk optimal opfyldelse af de stillede renskrav.

Emneord:

industrier; spildevand; rensning; renseanlæg; kommuner; økonomi

ISBN: 87-503-8781-2

Pris (inkl. 22% moms): 110,- kr.

Format: A4

Sideantal: 124

Md./år for redaktionens afslutning: juli 1990

Oplag: 400

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
- Nr. 3 : Datagrundlag for dimensionering af renseanlæg
- Nr. 4 : Bestemmelse af belastningen fra regnvandsbetingede udløb
- Nr. 5 : Lavteknologisk spildevandsrensning i danske landsbyer
- Nr. 6 : Kvalitetsstyring af afløbsprojekter
- Nr. 7 : Rodzoneforsøgsanlæg
- Nr. 8 : Spildevandsrensning i rodzoneanlæg
- Nr. 9 : Kompostering af spildevandsslam med andet organisk affald
- Nr. 10 : Fjernelse af tungmetaller fra spildevandsslam
- Nr. 11 : Udledning af industrispildevand til renseanlæg
- Nr. 12 : Effektivisering af olieudskillere
- Nr. 13 : Udarbejdelse af fornyelsesplaner for afløbssystemer
- Nr. 14 : Energi til renseanlæg
- Nr. 15 : Økonomi ved rensning af industrispildevand i renseanlæg
- Nr. 16 : Septiktanke
- Nr. 17 : Fjernelse af kvælstof fra rejeftvand

Økonomi ved rensning af industrispildevand i renseanlæg

Formålet med projektet har været at udarbejde et generelt teknisk og økonomisk grundlag for samarbejdet mellem industri og kommuner om en samlet betragtning for rensning af spildevand, så der sikres en økonomisk optimal opfyldelse af de stillede renskrav.



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

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

Pris kr. 110,- inkl. 22% moms

ISBN nr. 87-503-8781-2