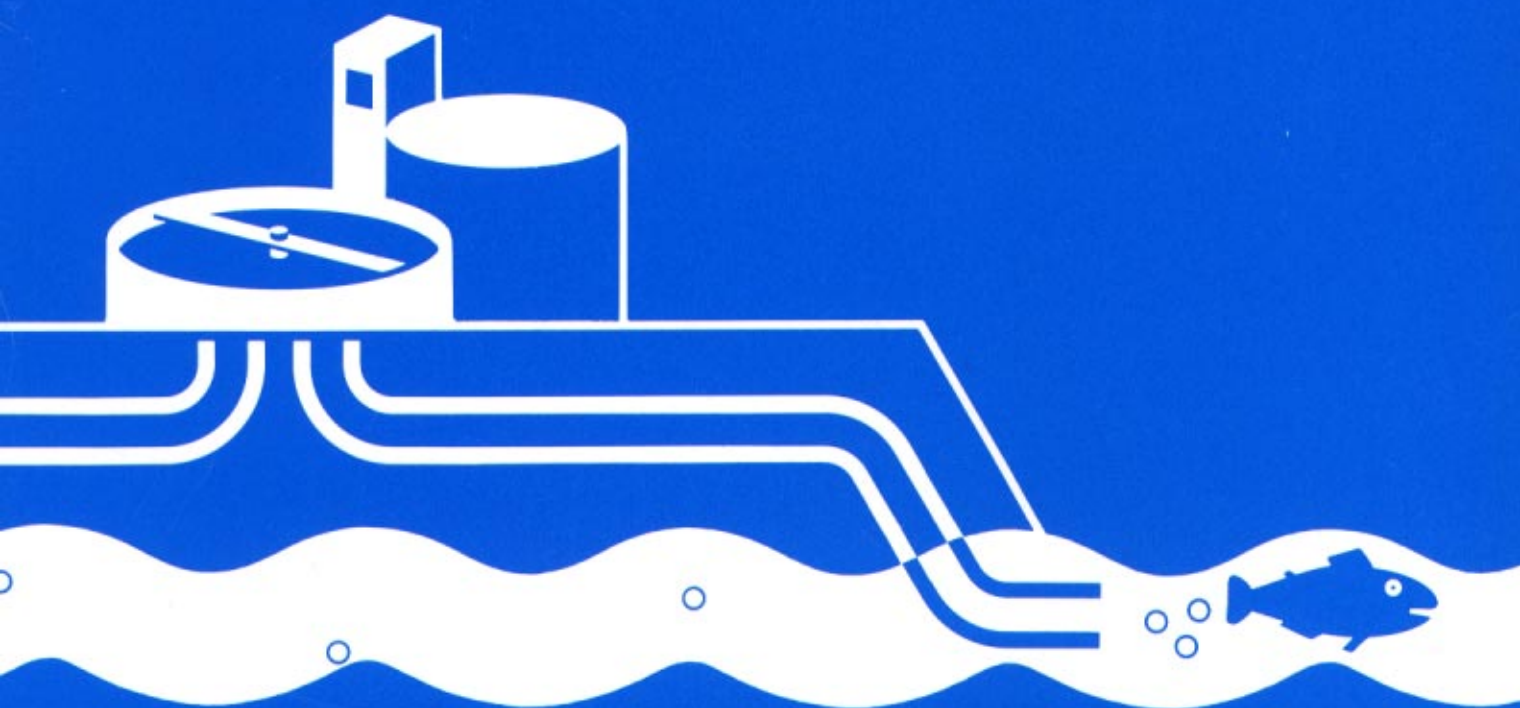


Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen

Nr. 18 1991

Integreret styring af afløbssystem og renseanlæg i Tårnby



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen

Nr. 18 1991

Integreret styring af afløbssystem og renseanlæg i Tårnby

ISART

Tårnby Kommune
B. Højlund Rasmussen A/S
I. Krüger A/S
PH-Consult ApS

**Miljøministeriet
Miljøstyrelsen**

Om spildevandsforskning

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

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

Miljøstyrelsens projekter offentliggøres i denne serie om spildevandsforskning. De øvrige 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 videnskabsbygning, der også skulle være et led i gennemførelsen af Vandmiljøplanen.

Indhold

<u>1.</u>	<u>Indledning</u>	7
<u>2.</u>	<u>Resume</u>	9
<u>3.</u>	<u>Modelværktøjer</u>	13
3.1	Generelt om modelværktøjer	13
3.1.1	SAMBA-RENS	14
3.1.2	SAMBA-RENSSTYR	15
3.2	MSTYR modul for afløbssystemet	16
3.2.1	Generelt om MSTYR	16
3.2.2	Inddata til MSTYR	17
3.2.3	Eksempel på styringsfunktion	17
3.3	MRENS modul for renseanlæg	19
3.3.1	Generelt om MRENS	19
3.3.2	Beregningsmetode for MRENS	20
3.3.3	Uddata fra MRENS	21
3.4	MSLAM modul for renseanlæg	25
3.4.1	Generelt om MSLAM	25
3.4.2	Beregningsmetode for MSLAM	25
3.4.3	Uddata fra MSLAM	28
<u>4.</u>	<u>Afløbssystemet og renseanlægget i Tårnby Kommune</u>	31
4.1	Det eksisterende afløbssystem	32
4.1.1	De fælleskloakerede oplande	32
4.1.2	De separatkloakerede oplande	34
4.1.3	Det eksisterende renseanlæg	34
4.2	Forbedret afløbssystem og nyt renseanlæg	35
4.2.1	Renseanlægget	36
4.2.2	Opland 1	37
4.2.3	Opland 2	38
4.2.4	Opland 3	39
4.2.5	Opland 4	40
4.2.6	Opland 5	40
4.2.7	Opland 6	41
4.3	Styring af afløbssystem og renseanlæg	41
4.3.1	Generelt	41
4.3.2	Registreringer	42

4.3.3	Overordnet styringsprincip	42
4.3.4	Renseanlægget	44
4.3.5	Opland 1	45
4.3.6	Opland 2	47
4.3.7	Opland 3	48
4.3.8	Opland 4	50
4.3.9	Opland 5 og 6	51
4.4	Registreringer foretaget af Tårnby Kommune	51
4.4.1	Nedbørsmåling i Tårnby Kommune	51
4.4.2	Registrering af overløb	51
4.4.3	Bestemmelse af stofkoncentrationer	52
4.4.4	Målinger udført på renseanlæg i Tårnby Kommune	52
4.5	Opstilling af oplandsmodel	55
4.5.1	Bestemmelse af pumpekapaciteter	55
4.5.2	Bestemmelse af tørvejrsvandføring	56
4.5.3	Bestemmelse af afstrømningsarealer	56
<u>5.</u>	<u>Udledte vand- og stofmængder fra det eksisterende system</u>	57
5.1	Verifikation af oplandsbeskrivelse	57
5.2	Inddata til renseanlægsmodel	58
5.3	Belastningen på omgivelserne fra det eksisterende system	59
<u>6.</u>	<u>Beregning af fremtidige forhold</u>	63
6.1	Generelt	63
6.2	Afløbssystemet	65
6.2.1	Sammenligning af det eksisterende og det forbedrede ustyret system	65
6.2.2	Konklusion i forbindelse med afløbssystemet	65
6.3	Renseanlægget	66
6.3.1	Sammenligning af fremtidigt ustyret renseanlæg og fremtidigt styret renseanlæg	67
6.3.2	Konklusion i forbindelse med renseanlægget	68

6.4	Integreret styring af afløbssystem og renseanlæg	68
6.4.1	Sammenligning af det fremtidige ustyrede system og det fremtidige styrede system	68
6.4.2	Konklusion i forbindelse med integreret styring	69
6.5	Udligningsbassin på renseanlæg	70
6.5.1	Sammenligning af fremtidigt ustyrede renseanlæg og fremtidigt ustyrede renseanlæg, udvidet med stort udligningsbassin	70
6.5.2	Sammenligning af fremtidigt styret system og fremtidigt styret system, udvidet med stort udlægningsbassin	71
6.5.3	Konklusion i forbindelse med etablering af udligningsbassin ved renseanlæg	72
6.6	Planlagt styring i Tårnby	73
6.6.1	Sammenligning af alternative styringsmetoder for det fremtidige system	73
6.6.2	Konklusion i forbindelse med de specielle forhold i Tårnby	77
6.7	Beregningsmetode	78
6.8	Styringsprincip	79
6.8.1	Styring i Opland 1 og renseanlæg	80
6.8.2	Styring i Opland 2	82
6.8.3	Styringsprincip i Opland 3 og 4	83
6.9	Data for det fremtidige renseanlæg	84
6.9.1	SAMBA-RENSSTYR data	84
6.9.2	SAMBA-RENS data	86
<u>7.</u>	<u>Konceptuelt design af styringssystem</u>	89
7.1	Målsætning	89
7.2	SRO-system	90
7.3	Styrende enheder	90
7.4	Styrede enheder	91
7.5	Udgiftoverslag	91

1. Indledning

I Tårnby Kommune blev der i 1988 igangsat en gennemgang af ledningsnettet for at forbedre driftsforholdene. Målsætningen for forbedringen er:

- at nedsætte hyppigheden af oversvømmelser
- at reducere antallet af aflastninger til følgende recipienter
- at tilvejebringe dimensioneringsdata for renseanlægget ved udvidelsen med næringssaltfjernelse
- at opstille en renoveringsstrategi for ledningsnettet

I forbindelse hermed blev driften af nettet og det nuværende renseanlæg vurderet. Efter regnhændelser bliver vandet opmagasineret i ledningsnettet, hvorfra det i løbet af 8-12 timer pumpes ind på renseanlægget. Det medfører, at renseanlægget udsættes for sin maksimale hydrauliske belastning i så lang tid, at slamflugt fra efterklaringstankene kan forekomme.

For at undgå opstuvningerne i nettet vil der blive etableret en række pumpestationer, der styres efter regnmængde og belastning på nettet.

Belastningen på de sårbare recipienter vil blive reduceret bl.a. ved at etablere sparebassiner, således at aflastningshyppigheden nedsættes til 1-2 gange om året.

Den forøgede bassinkapacitet vil forøge den langvarige belastning på renseanlægget yderligere.

Bassinerne giver mulighed for at opmagasinere vandmængder, således at der ikke sker aflastning et sted i afløbssystemet samtidig med, at der er uudnyttet opmagasineringskapacitet andre steder. Desuden vil der være mulighed for at tilbageholde vandet i bassinet, indtil det kan lukkes gennem renseanlæggene uden risiko for slamflugt.

Styresystemet må derfor udformes således, at der tages hensyn til forholdene både i ledningsnet og på renseanlægget.

For at kunne udforme et sådant integreret styresystem hensigtsmæssigt er det nødvendigt at kunne beregne effekten af forskellige styringsstra-

tegier dels med hensyn til oversvømmelseshyppigheder og dels med hensyn til forureningsmængder fra overløbsbygværker og renseanlæg.

For at udvikle det nødvendige edb-værktøj og efterfølgende undersøge denne problematik for afløbssystemet i Tårnby ansøgte firmaerne B. Højlund Rasmussen A/S og I. Krüger A/S sammen med Tårnby Kommune Miljøstyrelsen om støtte under Vandrensningsrådets forskningsprogram for spildevandsområdet til projektet ISART (Integreret Styring af Afløbssystem og Renseanlæg i Tårnby Kommune). PH-Consult blev tilknyttet som underrådgiver.

Ansøgningen blev imødekommet, således at projektet kunne startes op i april 1989.

Sideløbende med projektet er saneringen af afløbssystemet i Tårnby gået i gang, således at der i øjeblikket etableres pumpestationer, der vil blive styret af et SRO-anlæg på grundlag af registreringer i nettet og fra regnmålere. Styringsfunktionerne for disse pumpestationer er fastlagt ved beregning bl.a. med de udviklede edb-programmer.

Arbejdsfordelingen i projektet har i hovedtræk været følgende:

- PH-Consult ApS : Udvikling af edb-modul for styring af afløbsnet
- I. Krüger A/S : Udvikling af edb-moduler for beregning af renseanlæg med styring
- B. Højlund Rasmussen A/S: Anvendelse af de udviklede moduler sammen med SAMBA på afløbssystemet i Tårnby

2. Resume

Afløbssystemet i Tårnby er anvendt som case i en beregningsmæssig undersøgelse af, hvad der kan opnås ved at foretage en integreret styring af afstrømningen i afløbssystemet og tilløbet til renseanlægget. Styringens formål er dels at formindske forekomsten af kældeversvømmelser og dels at reducere de regnvandsbetingede udledninger fra afløbssystem og renseanlæg.

Renseanlægsmodul, MRENS

MOUSE-systemets SAMBA-model er opstillet for det overordnede afløbssystem med hovedledninger, afskærende ledninger, pumpestationer, bassiner og overløbsbygværker. For at kunne beregne forholdene på renseanlægget er der i tilknytning til SAMBA udviklet et renseanlægsmodul kaldet MRENS. Dette genererer en tilløbsstatistik for anlægget og foretager en forenklet beregning af de årligt udledte stofmængder. Der tages hensyn til, at anlægget udsættes for relativt høje hydrauliske belastninger under og efter perioder med regn.

Kalibrering

Den opstillede model for det eksisterende system er kalibreret på grundlag af samtidige nedbørs- og aflastningsmålinger i afløbssystemet samt målinger af stofkoncentrationer i udløbet fra renseanlægget. Med modellen er der foretaget en statusberegning af de udledte forureningsmængder til de forskellige recipienter fra overløb og renseanlæg.

Det eksisterende system er, ud fra målingerne og statusberegning, analyseret med henblik på at vurdere, hvordan man mest effektivt kan reducere antallet af kældeversvømmelser og de udledte forureningsmængder.

Forbedringer

På dette grundlag er der skitseret en række indgreb til forbedring af afløbssystemet og renseanlægget. Forbedringerne omfatter udbygning af systemet og etablering af SRO-system. Følgende forbedringer er udført:

- etablering af 2 bassiner
- etablering af en afskærende ledning fra de separatkloakerede oplande
- etablering af pumpeledning fra bassinet i Opland 2 til Opland 1.

SRO-systemet opbygges sideløbende med anlægsforbedringerne. Det skal styre driften af afløbssystemet og renseanlægget. Styringen sker dels på

baggrund af registreringer af niveau i afløbssystemet og på renseanlægget og dels på registreringer fra regnmålere.

Styringsstrategi	Den planlagte integrerede styring sigter mod: - at slamflugt undgås, ved at afstrømningen fra bassiner til renseanlæggets biologiske del styres efter slamspejlsniveauet - at aflastet forurening minimeres, ved at bassinvolumener udnyttes maksimalt - at opstuvning i kældre undgås, ved at der altid bortpumpes maksimalt fra de kritisk belastede oplande, uanset om det medfører aflastning.
Alternative strategier	Der er udført en række beregninger med alternative styringsprincipper og anlægsudformninger for at kunne bestemme den udledte forureningsmængde som følge af: - styring på renseanlægget alene - etablering af et udligningsbassin ved renseanlægget - integreret styring, som ikke tager hensyn til opstuvning - integreret styring, hvor der tages hensyn til opstuvning.
Kælderoversvømmelse	I Tårnby Kommune forekommer der jævnligt kælderoversvømmelser. Det planlagte styringssystem skal derfor tilrettelægges, således at det dels hindrer oversvømmelse ved at pumpe vandet bort fra de belastede områder og dels undgå, aflastning fra overløbsbygværkerne. Disse to problemstillinger er modstridende, idet oversvømmelsesproblemet gør, at ledningsvolumenet og bassinerne ikke kan udnyttes fuldt ud, da det vil øge risikoen for oversvømmelse. Omvendt fås de mindste aflastningsmængder ved at udnytte ledningsvolumener og bassiner mest muligt. Der er derfor gennemført beregninger, hvor der ikke er taget hensyn til oversvømmelsesproblemet for at få et indtryk af, hvor meget det er muligt at reducere udledningerne.
Renseanlægsmodul, RENSSTYR	For at kunne modellere styringsindgreb i afløbssystemet, er der blevet udviklet en særlig version af SAMBA kaldet SAMBA-RENSSTYR. Denne er i stand til at modellere forskellige styringsindgreb. SAMBA-RENSSTYR indeholder et særligt renseanlægsmodul kaldet MSLAM, der løbende foreta-

ger en beregning af slamspejlsniveauet i efterklaringstanken på renseanlægget, når det er udsat for regnvandsbelastning.

Med SAMBA-RENSSTYR kan afløbssystemet styres integreret på grundlag af slamspejlsniveauet på renseanlægget, vandspejlsniveauer i ledningsnet og bassiner samt nedbøren.

Hovedresultater

Hovedresultaterne af analysen er sammenfattet herunder:

- Integreret styring

- Ved integreret styring, kan der opnås betydelig reduktion af den samlede udledte forurening i forhold til samme system, hvor der ikke styres. Det gælder specielt SS, som her reduceres med op til 20%, hvilket svarer til 22 tons/år. Dette resultat skyldes, at slamflugt undgås. Etablering af et SRO-system i Tårnby vil koste 2-2,5 mio. kr.

- Udligningsbassin

- Ved at etablere et udligningsbassin mellem renseanlæggets mekaniske og biologiske del, kan den aflastede vandmængde herfra opmagasineres og efterfølgende gennemgå en biologisk rensning.

Der er gennemført beregninger, som viser effekten af et sådant bassin, dels når der ikke anvendes styring, og dels når tilløbet til den biologiske del af renseanlægget styres efter slamtæppeniveauet i efterklaringstanken.

Hvis der ikke foretages styring vil den samlede udledte forureningsmængde blive øget med op til 3% i forhold til et anlæg uden udligningsbassin.

Med styring vil forureningen blive reduceret med op til 6% i sammenligning med et styret system uden udligningsbassin.

- Kælderoversvømmelse

- Ved integreret styring, hvor der tages hensyn til kælderoversvømmelser, så bassinkapaciteten ikke udnyttes fuldt ud, vil den samlede forurening kun stige ubetydeligt i forhold til styring med fuld udnyttelse af bassiner. Beregninger viser, at stigningen udgør ca. 1%.

Stigningen i aflastningerne vil hovedsageligt ligge på overløbene til de sårbare recipienter. Der kan derfor være behov for at løse disse problemer ved f.eks. at øge bassinkapaciteten lokalt.

Styring

Det fremgår af de gennemførte beregninger, at der på afløbssystemet i Tårnby opnås en væsentlig nedsættelse af forureningen ved at anvende

styring efter slamtæppeniveauet i efterklarings-tanken. Dette resultat vil også i større eller mindre omfang gælde for andre afløbssystemer, hvor der er mulighed for opmagasinering af afløbsvand under regn.

Generalisering

For at afgøre om de øvrige konklusioner kan generaliseres, må der gennemføres beregninger på andre systemer. Her tænkes specielt på den negative virkning på den totale forurening ved at etablere ekstra bassinkapacitet på et ustyret system. Dette forhold bør især være med i vurderingen, når amterne fastsætter krav til regnvandsaflastninger.

3. Modelværktøjer

3.1 Generelt om modelværktøjer

ISART-projektet er baseret på modelberegninger af regnafstrømningsforholdene i ledningssystemet og på renseanlægget. Modellerne anvendes til beskrivelse og analyse af de eksisterende forhold, hvor aflastningsmængder fra overløbsbygværker og tilløbsmængder til renseanlægget bestemmes.

Alle udførte modelberegninger er baseret på SAMBA-modellen i MOUSE-systemet (SAMBA = Simpel AfstrømningsModel til Beregning af Aflastninger). SAMBA-modellen beregner alene aflastede vand- og forureningsmængder fra overløbsbygværker i afløbssystemer, i hvilke der ikke foretages en aktiv styring af afstrømningen. For at kunne konsekvensberegne effekten af de forskellige styringsindgreb, omfattet af dette projekt, har det derfor været nødvendigt at udvikle nogle tilfølgelsesmoduler til SAMBA, der tillader styring i de modellerede systemer både på ledningsnet og renseanlæg.

SAMBA beregner aflastningsmængderne ved at simulere afstrømningsforløbet regn for regn kronologisk i en regnserie - typisk med en længde på 10-30 år. Ved at gennemregne så lang en periode opnås, at aflastningsforholdene ved det enkelte overløbsbygværk kan beskrives statistisk, dvs., man kan beregne:

- Årlige forureningsmængder aflastet til recipienten som f.eks. kg BOD/år og kg P/år.
- Ekstremt store forureningsmængder aflastet til recipienten som følge af kraftige og langvarige regnskyl.

SAMBA-modellens input består ud over den målte regnserie af en systembeskrivelse for kloaknettet med tilhørende bygværker. Af hensyn til edb-maskinens regnetid er SAMBA-modellens beregningsmetode udformet således, at modellen udelukkende koncentrerer sig om de processer i afstrømningsforløbet, der har betydning for overløbsmængderne.

I forbindelse med ISART er udviklet 2 specialversioner af SAMBA:

SAMBA-RENS til beregning af aflastningsmængder fra overløbsbygværker og tilløbsforhold til ren-

seanlægget under regn. Endvidere beregnes de årligt udledte forureningsmængder fra såvel ledningsnet som renseanlæg.

SAMBA-RENSSTYR til beregning af systemer, i hvilke der forekommer en integreret styring af afstrømningen, således at der både tages hensyn til forholdene i afløbssystemet (overløb, oversvømmelse) samt forholdene på renseanlægget. Modellen gør det muligt at styre efter slamtæppeniveauet i renseanlæggets efterklaringstanke, så slamflugt undgås.

Af hensyn til overblikket er der i det følgende givet en kortfattet beskrivelse af SAMBA-RENS og SAMBA-RENSSTYR samt de deri indgående moduler. De enkelte programmoduler er beskrevet mere indgående i de følgende afsnit 3.2, 3.3 og 3.4.

3.1.1

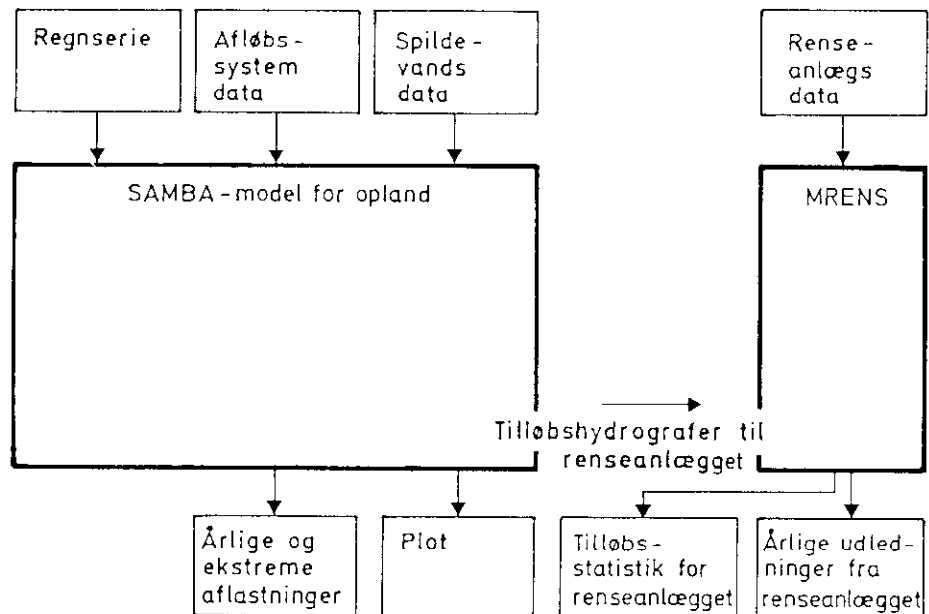
SAMBA-RENS

SAMBA-RENS-versionen består af SAMBA-modellen og et tillægsmodul for renseanlægget, kaldet MRENS. MRENS regner videre på de tilløbshydrografer til anlægget, som SAMBA beregner for hver regn i regnserien.

Beregningsgangen i SAMBA-RENS er illustreret i figur 3.1. SAMBA har som input:

- en regnserie
- data til beskrivelse af afløbssystemet
- data til beskrivelse af spildevandet.

På grundlag heraf beregner SAMBA løbende årlige og ekstreme aflastninger fra overløbsbygværker og tilløbshydrograferne til renseanlægget. Tilløbshydrograferne benyttes som inddata i MRENS-modulet sammen med inddata for renseanlægget. På grundlag heraf beregner MRENS en tilløbsstatistik til anlægget og årligt udledte forureningsmængder herfra.



Figur 3.1

Beregningsgang i SAMBA-RENS, der består af modulerne SAMBA og MRENS.

3.1.2

SAMBA-RENSSTYR

SAMBA-RENSSTYR består af SAMBA-modellen og tillægsmodulerne MSTYR og MSLAM.

MSTYR kan simulere styringsindgreb i afløbsnettet f.eks. styrede pumper, skot mv. på grundlag af måleværdier i systemet. SAMBA-modellen opdateres løbende i henhold til styringsindgrebene, og beregner tilløbshydrografen til rensningsanlægget.

MSLAM simulerer rensningsanlæggets funktion på baggrund af tilløbet og beregner løbende slam-spejlsniveauet i efterklaringstankene. Dette niveau kan indgå som måleparameter i MSTYR-modul, således at afløbssystemet kan styres efter forholdene på rensenanlægget.

SAMBA-RENSSTYR versionen er altså i stand til at simulere en integreret styring af afløbssystem og rensningsanlæg ved at knytte måle- og styreværdier for alle typer af anlægsdele sammen i et beregningsforløb. På denne måde kan den samlede funktion af afløbssystemet og rensenanlæg optimeres.

Beregningsgangen i SAMBA-RENSSTYR er illustreret i figur 3.2.

Det er som led i styringsstrategien besluttet, at afløbsvandføringen fra bygværk A skal styres af volumenet i det nedstrøms bygværk B for at afværge oversvømmelser i det følsomme område omkring bygværk B, samtidig med at volumenet udnyttes optimalt.

Maksimalt volumen i B er 3000 m³, og afløb A reguleres som beskrevet i tabel 3.1.

Volumen i B	Afløbsvandf. i A
0 - 2000 m ³	0.800 m ³ /s
2000 - 2800 m ³	0.300 m ³ /s
2800 - 2970 m ³	0.135 m ³ /s
2970 - 3000 m ³	0.100 m ³ /s

Tabel 3.1

Sammenhæng mellem volumen i B og afløbsvandføring fra A.

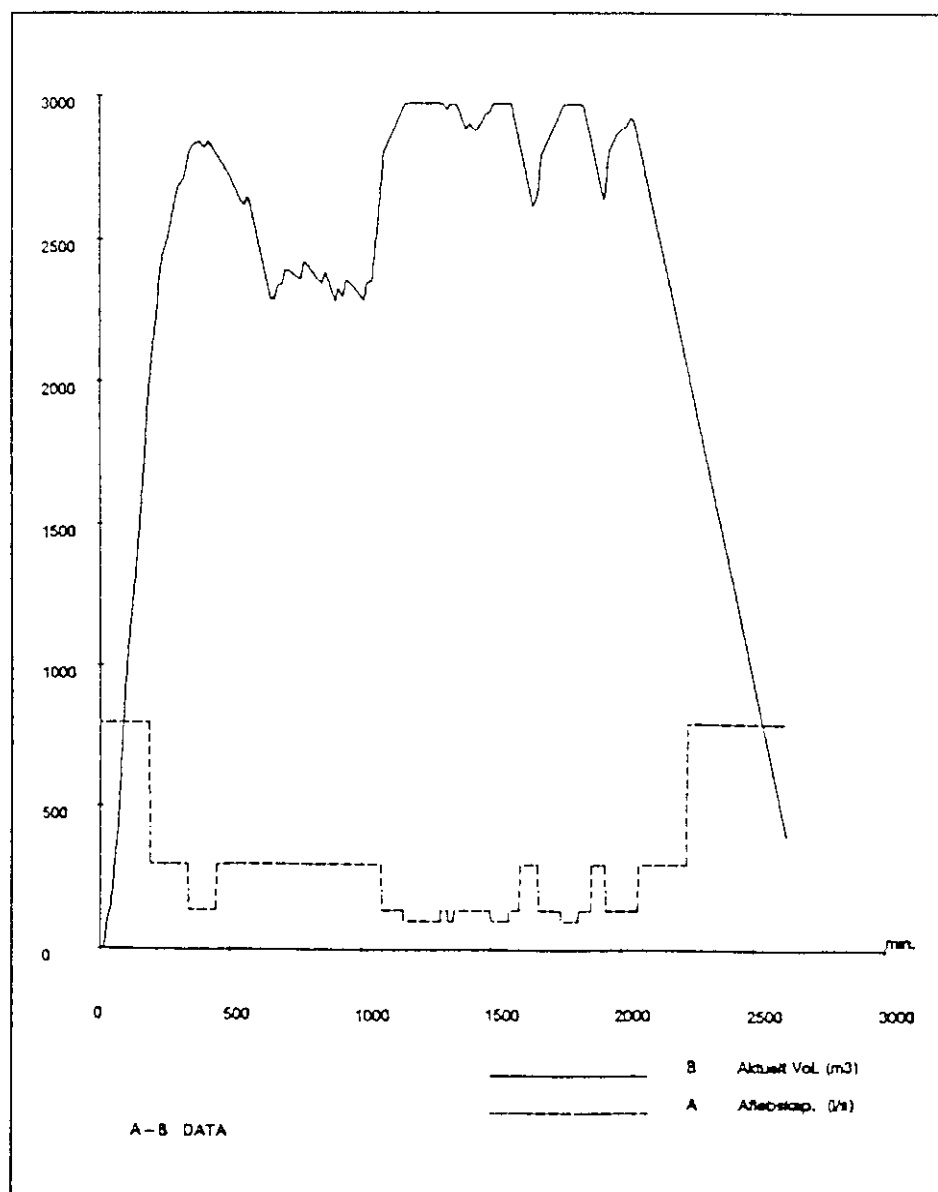
Styringsfunktionen, der styrer afløbsvandføringen i A efter volumen i B, fremgår af tabel 3.2.

X1 = VOLUMEN(B)/3000 X2 = 1 QUDmax(A) aflæses:					
X2\X1	0.00 - 0.50	0.50 - 0.67	0.67 - 0.93	0.93 - 0.99	0.99 - 1.00
0 - 2	0.800	0.800	0.300	0.135	0.100
2 - 5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabel 3.2

Styring af afløbsvandføringen i A som funktion af volumenet i B.

Af figur 3.3 fremgår det, hvorledes volumenet i B indvirker på afløbsvandføringen i A.



Figur 3.3

Plot af måleparameteren (volumen i B) og styreparameteren (afløbsvandføringen fra A).

3.3 MRENS modul for renseanlæg

3.3.1

Generelt om MRENS

Til brug ved statusberegningerne af det eksisterende afløbssystem og renseanlæg er udviklet et tillægsmodul til SAMBA, der kaldes MRENS. MRENS beregner årligt udledte forureningsmængder fra renseanlægget samt tilløbsstatistikker hertil,

under hensyntagen til de varierende hydrauliske belastninger, som anlægget udsættes for som følge af regn.

Input til MRENS består af:

- tilløbshydrografer til renseanlægget, som beregnes af SAMBA for hver historisk regnhændelse
- et sæt typiske koncentrationer og reaktionstider, der angiver hvordan renseanlægget reagerer på forøgede hydrauliske belastninger.

Output fra MRENS består af:

- beregnede værdier for årligt udledte forureningsmængder fra renseanlægget, f.eks. kg N/år og kg P/år
- resultatet af den statistiske behandling, som MRENS udfører på de beregnede tilløbshydrografer.

I figur 3.1 er det angivet, hvorledes MRENS indgår i SAMBA-RENS.

MRENS er udviklet som et planlægningsværktøj, hvorfor der er anvendt en forenklet beskrivelse af renseanlægget. De årligt udledte forureningsmængder beregnes således på grundlag af en række forenkende antagelser om anlæggets reaktionsmåde i forbindelse med kortere eller længere perioder med fuld hydraulisk belastning som følge af regn. MRENS-beregningerne sigter primært mod at kunne belyse samspillet mellem på den ene side magasinerings tiltag i afløbsnettet og på den anden side den hydrauliske belastning af renseanlægget.

3.3.2

Beregningsmetode for MRENS

Figur 3.4 viser, hvordan beregningerne foregår. Udløbskoncentrationerne for forurening bundet til suspenderet stof stiger fra tørvejrsniveauet, C-DSS til regnvejrsniveauet, C-RSS over en periode på K1. Efter yderligere en periode på K2 med fuld hydraulisk belastning vil der begynde at forekomme slamflugt, og koncentrationerne for forurening bundet til suspenderet stof vil stige gradvist til slamflugtsniveauet, C-SSS over en periode på K3. Når slamflugt begynder at forekomme, vil udløbskoncentrationerne for forurening på opløst form gradvist begynde at ændre sig fra tørvejrsniveauet, C-DSO til slamflugtsniveauet, C-SSO over perioden K4.

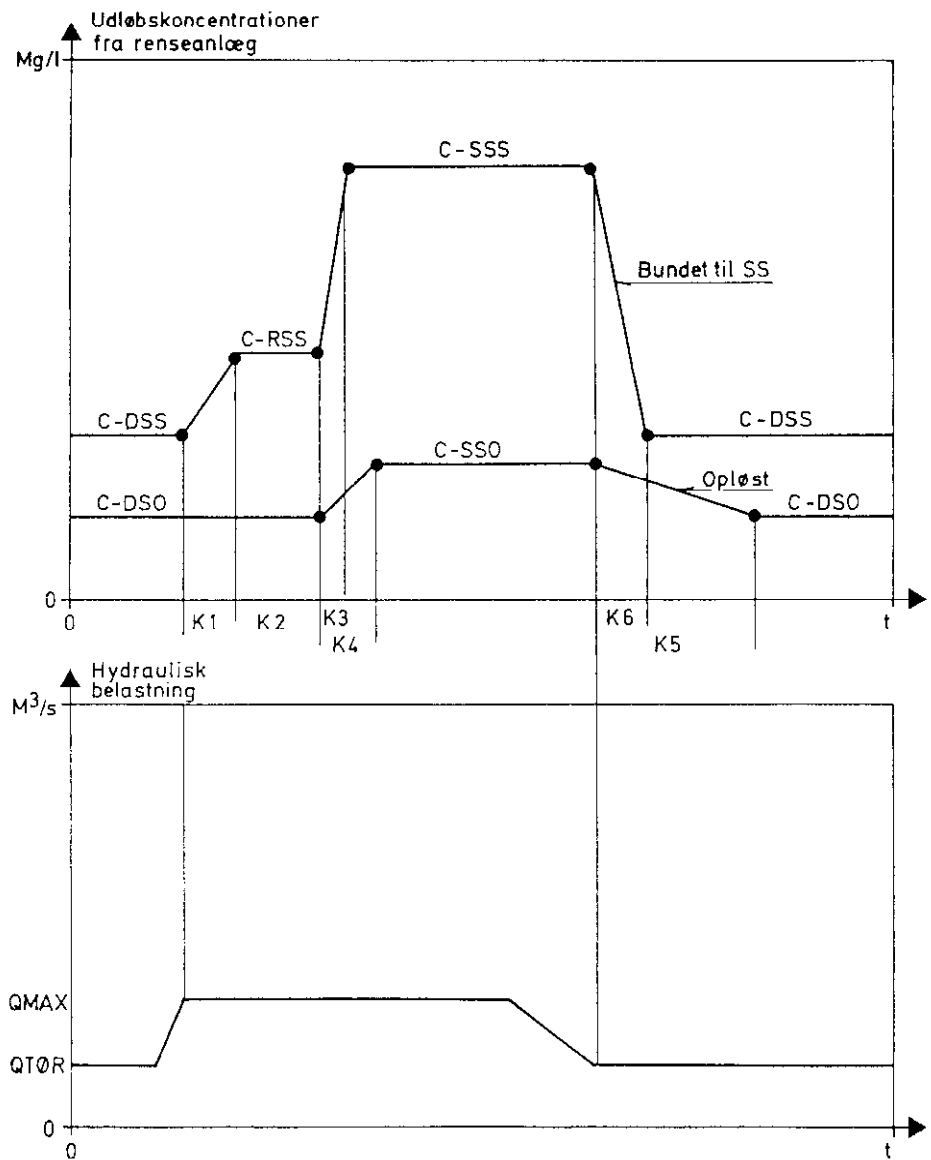
Når den hydrauliske ekstrabelastning af anlægget som følge af regn er ophørt, regnes koncentrationsniveauet for forurening bundet til suspenderet stof at falde til tørvejrsniveauet, C-DSS over en periode K6, mens koncentrationsniveauet for opløst stof regnes at falde til tørvejrsniveauet, C-DSO over en periode K5. Efter en periode med slamflugt kan anlægget have tabt så meget slam, at dets effektivitet overfor opløst stof er nedsat over en længere periode. K5 kan da antage værdier på op til flere uger.

3.3.3

Uddata fra MRENS

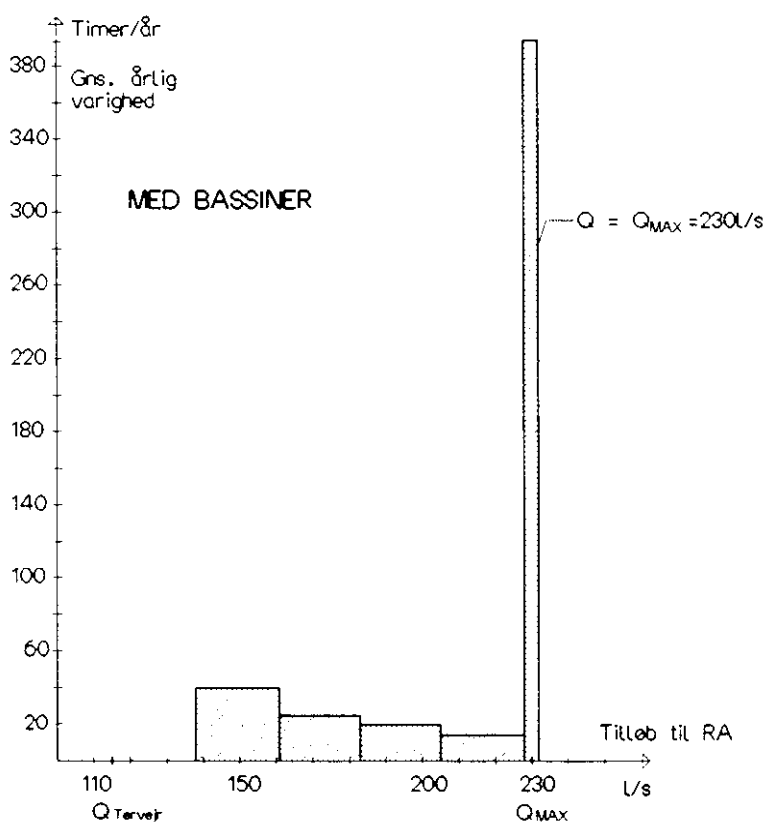
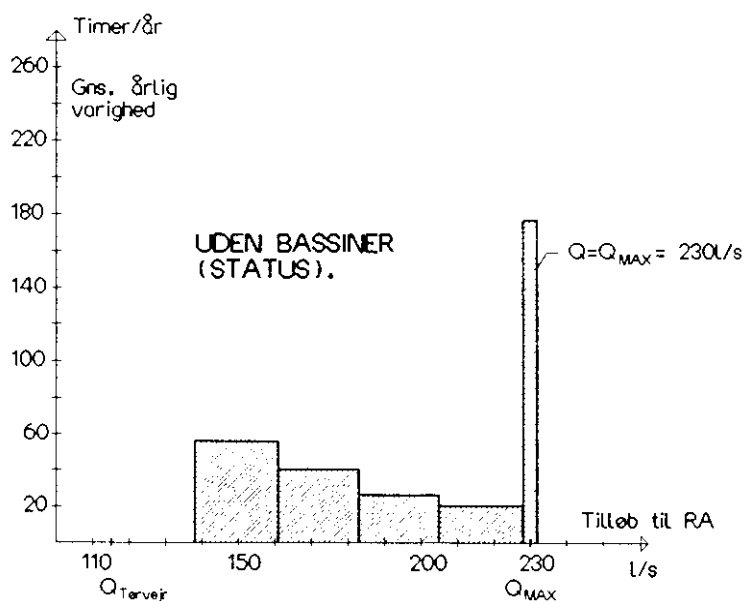
MRENS beregner de årligt udledte vand- og forureningsmængder fra renseanlægget. Endvidere præsenteres den statistiske behandling af tilløbsvandføringerne som årsvarigheder og enkelthændelsesvarigheder jf. figur 3.5 og 3.6.

De beregnede tilløbsstatistikker kan bruge af processpecialisterne til dimensionering af renseanlæggene, specielt efterklaringstankene.



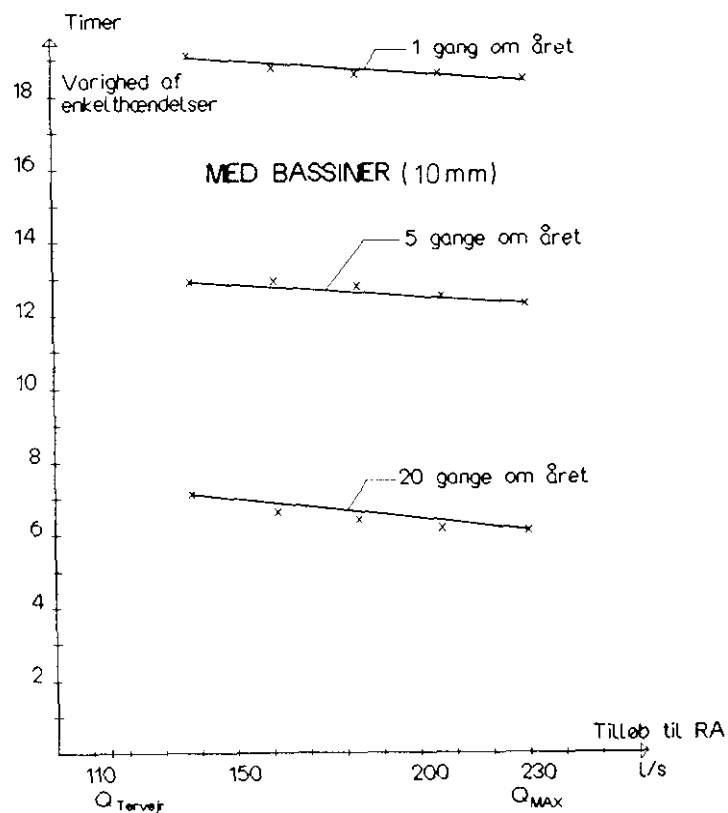
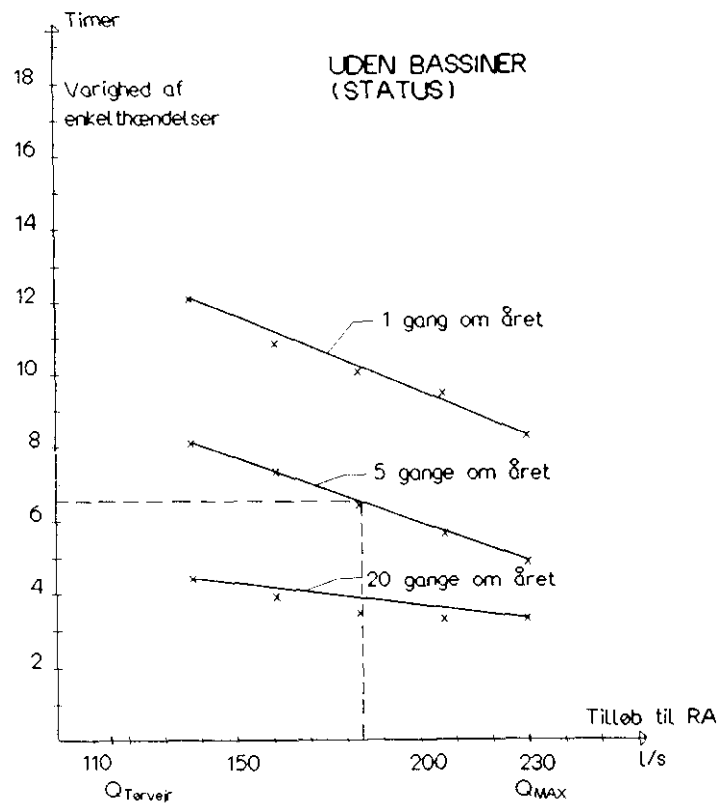
Figur 3.4

Variation i udløbskoncentrationerne fra renseanlægget, som funktion af den hydrauliske belastning. Tidskonstanterne K1-K6 samt koncentrationerne C-DSS til C-DSO mv. er inddata til MRENS. Tidskonstanter og koncentrationer er specifikke for det enkelte renseanlæg.



Figur 3.5

Eksempel på MRENS statistiske beregning af tilløbsforhold. Perioder med tilløbsvandføringer til renseanlægget i forskellige vandføringsintervaller opgjort på årsbasis. Resultaterne er vist for en beregning uden bassiner i afløbssystemet (status) og med bassiner (fremtid). Gennemsnitlig tørvejrstilløb til renseanlæg = $Q_{\text{tørvej}} = 115 \text{ l/s}$. Maksimalt tilløb til anlæggets biologiske del = $Q_{\text{max}} = 230 \text{ l/s}$. Det ses, at det øgede bassinvolumen giver anledning til længere perioder med fuld hydraulisk belastning.



Figur 3.6

Eksempel på MRENS statistiske beregning af enkelt-perioder med høj hydraulisk belastning af anlægget. Eksempel for status (uden bassiner): 5 gange om året vil der forekomme en tilløbshændelse, hvor $Q\text{-tilløb} > 184 \text{ l/s}$ over en sammenhængende periode $> 6,5$ timer. Den tilsvarende periode for et opland med bassiner er 12,3 timer.

3.4 MSLAM modul for renseanlæg

3.4.1

Generelt om MSLAM

I forbindelse med udviklingen af MSTYR til simulering af styring i afløbssystemet, er der udviklet et særligt renseanlægsmodul, MSLAM, der beregner forholdene på renseanlægget.

MSLAM er udviklet udelukkende med henblik på aktiv-slamanlæg. Modulet kan ikke anvendes på f.eks. anlæg med biologiske filtre.

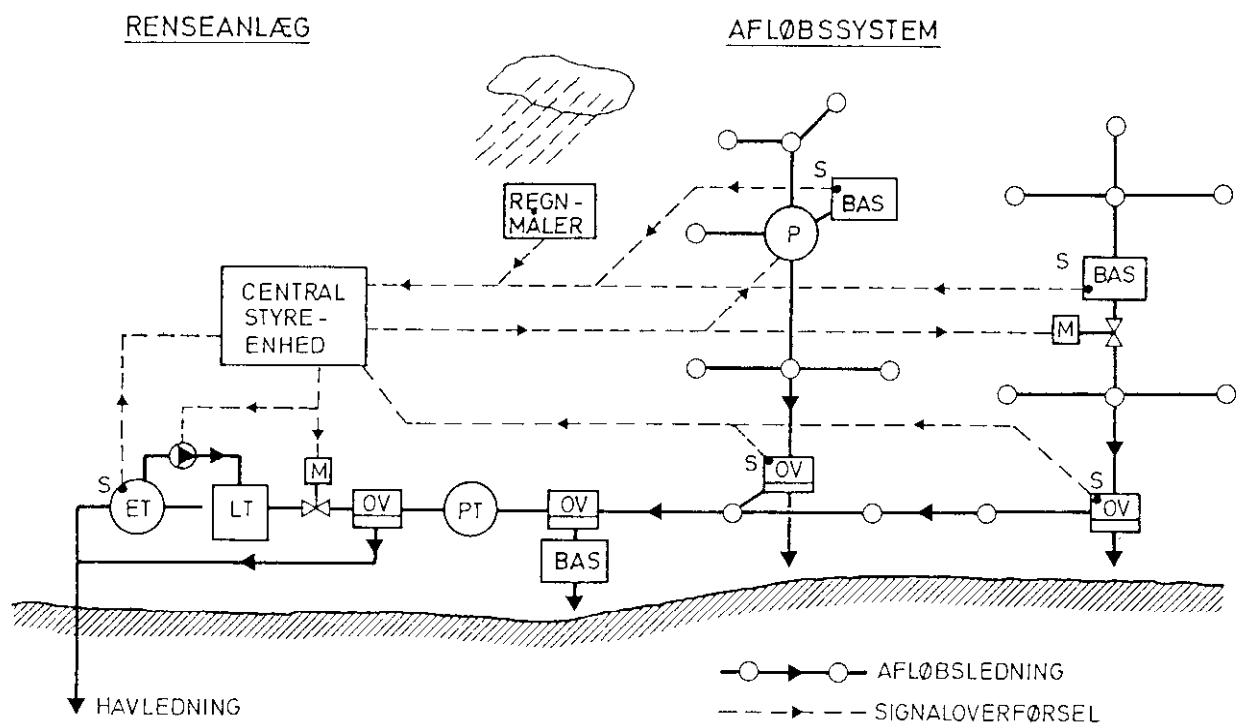
Den parameter på renseanlægget, der er af størst interesse i forbindelse med styring af regnafstrømning, er slamspejlsniveauet i efterklaringstankene, idet lange perioder med regnafstrømning, kan forårsage slamflugt og dermed efterfølgende stærkt nedsat effektivitet af anlægget.

Formålet med MSLAM er løbende at beregne slam-spejlshøjden i renseanlæggets efterklaringstanke. Den beregnede slamspejlshøjde leveres tilbage til SAMBA-STYR som en måleparameter på lige fod med de af SAMBA beregnede vandvolumener i bassiner, vandføringer i afskærende ledninger mv. SAMBA-STYR kan herefter modellere et afstrømningsforløb, der er styret både med hensyn til målte forhold i ledningssystemet og på renseanlægget - dvs. integreret styring af afløbssystem og renseanlæg. Et sådant integreret styresystem for afløbssystem og renseanlæg er illustreret på figur 3.7.

3.4.2

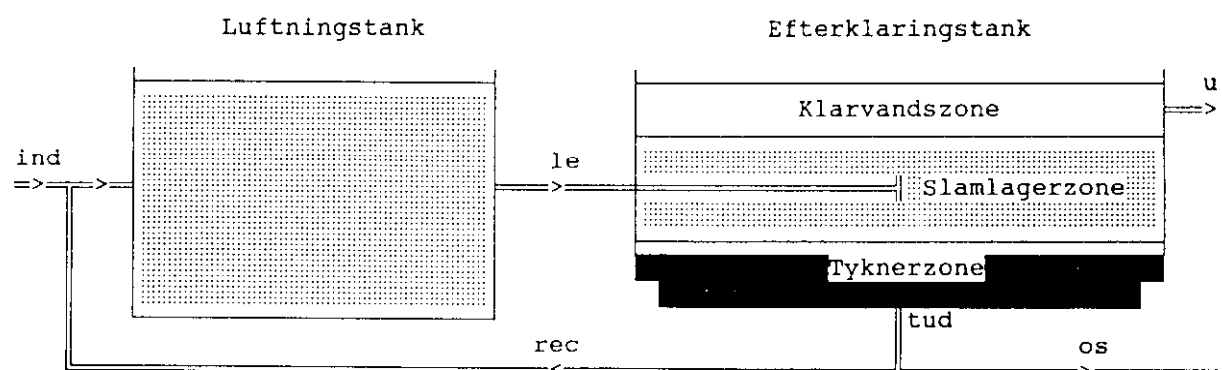
Beregningsmetode for MSLAM

Beregningerne udføres for et aktivt slamanlæg med luftningstank og efterfølgende efterklaringstank, se figur 3.8. Efterklaringstanken opfattes som inddelt i en tyknerzone (nederst), en slamlagerzone (i midten) og en klarvandszone (øverst).



Figur 3.7

Principskitse af integreret styresystem for afløbssystem og renseanlæg. P = pumpestation, OV = overløbsbygværk, BAS = forsinkelsesbassin, PT = primærtank, LT = luftningstank, ET = efterklaringstank, M = motorventil, S = sensor.



Figur 3.8

Systemskitse for MSLAM.

Slammet i anlægget er i tørvejrssituationen fordelt på luftningstanken samt slamlagerzonen og tyknerzonen i efterklaringstanken. Under regn kan ligevægtssituation forskydes således, at mere slam opmagasineres i efterklaringstanken, dvs., slamlagerzonen forøges, og slamspejlsniveauet stiger. Blandt de væsentligste årsager hertil er:

- Proportionalitetsforholdet mellem tilløb og recirkulation opretholdes ikke i forbindelse med de største tilløbsvandføringer omkring Q_{max} . Recirkuleres der i Q_{max} -situationen en forholdsvis mindre andel tilbage til luftningstanken, vil der ske en ophobning af slam i efterklaringstanken.
- Kortslutningseffekten. Ved store tilløbsvandføringer til efterklaringstanken kan der forekomme en kortslutning direkte fra indløbet til recirkulationsafløbet. Idet indløbsvandet er forholdsvis tyndt (lav slamkoncentration), vil koncentrationen af recirkulationsvandet falde, hvorved der sker en ophobning af slam i efterklaringstanken.

For hver regnhændelse, som SAMBA-modellen beregner, foretager MSLAM en beregning af slamspejlsniveauet tidsstep for tidsstep (Δt er typisk lig 5 minutter). Beregningen foretages på grundlag af en massebalanceligning for slam, der for hvert tidsstep løses for henholdsvis luftningstanken og efterklaringstanken. Massebalanceligningen for luftningstanken har som ubekendt slamkoncentrationen i luftningstanken, mens massebalanceligningen for efterklaringstanken som ubekendt har slamspejlsniveauet (i tilfælde af slamflugt er den ubekendte dog koncentrationen af slam i overløbet).

De væsentligste forudsætninger i beregningerne er følgende:

- Slamproduktionen er konstant. Den producerede slammængde tilføres luftningstanken.
- Udtaget af overskudsslam fra anlægget er i tørvejr lig med slamproduktion minus slamafgivelser i udløbet. Herved er slammassen konstant i tørvejr. Hvis slamafgivelse i udløbet under regn overstiger slamproduktionen, lukkes der for udtag af overskudsslam. Udtaget genoptages først, når normal tørvejrsslammængde i anlægget er retableret.
- Gennemsnitsslamkoncentrationen i slamlagerzonen regnes lig slamkoncentrationen i luftningstanken.
- Volumen af tyknerzonen regnes konstant.

- Tyknerzonekoncentrationen stiger proportionalt med slamtæppehøjden pga. en bedre komprimering.
- Returslammængden ud af bunden af efterklaringstanken korrigeres for kortslutningseffekt. Ved stor belastning kan det forekomme, at en stor del af vandet fra luftningstanken, løber uhindret igennem tyknerzonen til recirkulering.

MSLAM kan enten køres som et separat program, der beregner enkeltregn og foretager detaljeret resultatudskrift, eller som en del af SAMBA-RENSSTYR, hvori MSLAM's eneste funktion er at levere et beregnet slamspejlsniveau som måleparameter til MSTYR.

3.4.3

Uddata fra MSLAM

Anvendes MSLAM som separat program, specificerer brugeren selv hvilken regnhændelse, anlægget skal belastes med. I dette tilfælde er det muligt at få udskrevet en detaljeret beskrivelse af det modellerede procesforløb, se tabel 3.3.

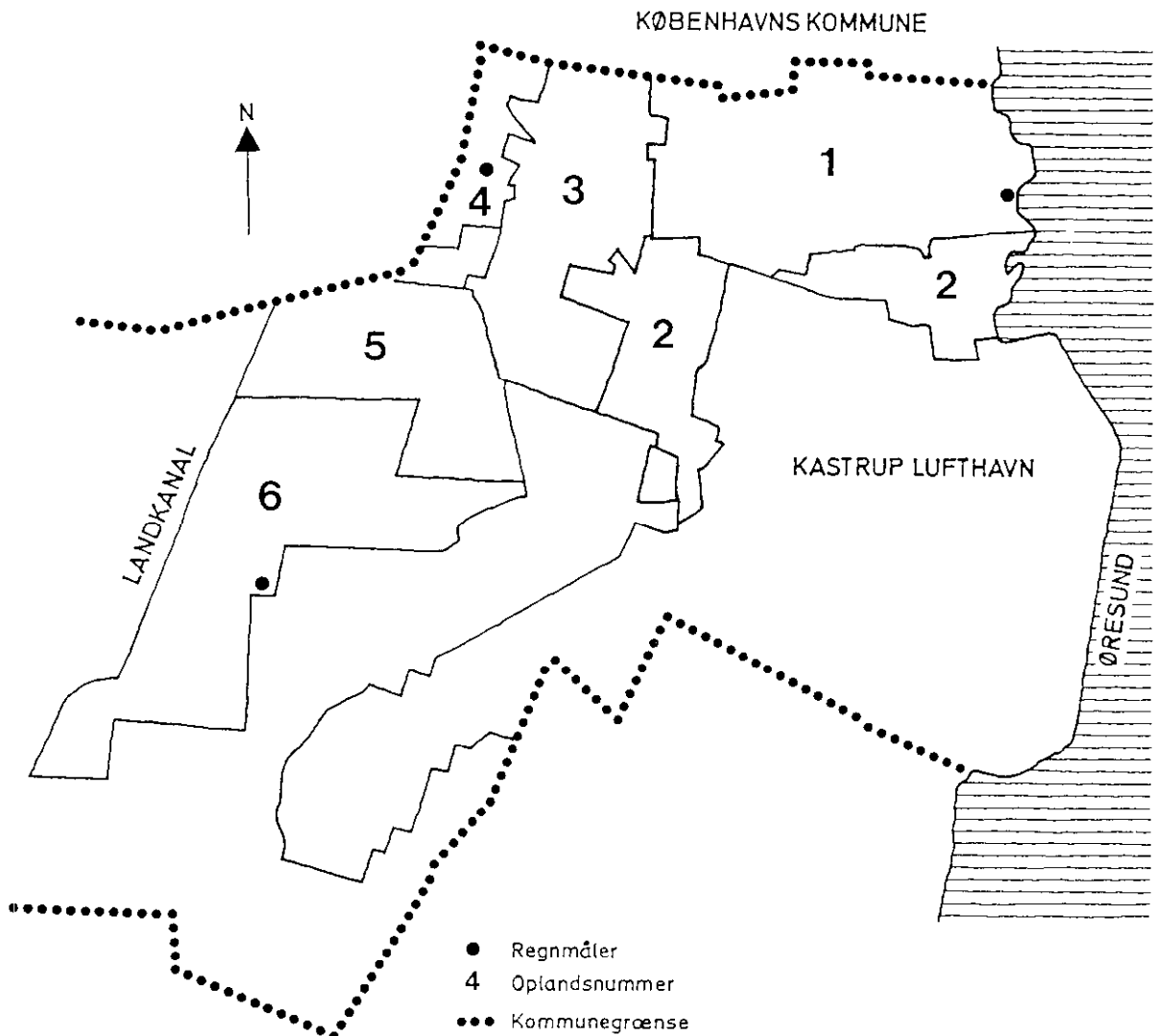
Konsekvensberegninger af enkeltregnhændelser kan benyttes ved valg af inddataparametre for et givet anlæg, således at dette beskrives så realistisk som muligt i modellen. Eventuelt kan man kalibrere inddataparametrene på grundlag af målinger.

Anvendes MSLAM som en integreret del af SAMBA-RENSSTYR, findes der ikke noget specielt output. Resultatet udmønter sig her i de beregnede aflastninger fra overløbet før rensningsanlægget og overløbene ude i afløbssystemet, idet aflastningerne herfra er påvirket af den styring, man foretager for at undgå slamflugt fra efterklaringstankene.

t	Qind	Qrec	Qud	Qos	Cl	Ctz	Ctud	Cud	Q	Hsz	O	dYrec	dMle	dMtud	dMos	dMud	Pl	Mkz	Msz	Mtz	Msua
[]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[%]	[a]	[]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
1	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
2	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
3	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
4	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
5	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
6	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
7	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
8	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
9	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
10	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
11	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
12	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
13	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
14	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
15	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
16	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
17	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
18	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
19	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
20	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
21	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
22	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
23	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
24	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
25	550	594	545	5.1	4.000	16.270	7.630	9	37	0.00	0	1359.7	1372.8	1371.4	11.7	1.4	114000	77	0	66162	180239
26	596	615	591	5.2	3.996	16.270	7.241	10	37	0.00	0	1336.7	1452.1	1348.1	11.4	1.7	113898	86	0	66162	180146
27	642	637	642	0.0	3.989	16.270	6.861	11	38	0.01	0	1310.5	1529.8	1310.5	0.0	2.1	113692	95	208	66162	180157
28	687	658	687	0.0	3.978	16.270	6.489	12	39	0.03	0	1280.9	1605.8	1280.9	0.0	2.5	113380	104	522	66162	180167
29	733	679	733	0.0	3.966	16.270	6.427	13	38	0.04	0	1309.7	1680.7	1309.7	0.0	2.9	113022	112	881	66162	180178
30	779	701	779	0.0	3.952	16.270	6.416	14	38	0.06	0	1348.5	1754.4	1348.5	0.0	3.3	112629	121	1275	66162	180187
31	825	722	825	0.0	3.937	16.270	6.404	16	37	0.08	0	1387.0	1827.1	1387.0	0.0	3.8	112202	130	1703	66162	180197
32	871	743	871	0.0	3.921	16.270	6.391	17	37	0.11	0	1425.1	1898.6	1425.1	0.0	4.4	111742	138	2164	66162	180205
33	917	765	917	0.0	3.903	16.270	6.377	18	36	0.13	0	1462.8	1968.9	1462.8	0.0	5.0	111249	146	2657	66162	180214
34	962	786	962	0.0	3.885	16.270	6.362	19	36	0.16	0	1500.2	2037.9	1500.2	0.0	5.6	110724	154	3181	66162	180221
35	1008	807	1008	0.0	3.866	16.270	6.346	21	36	0.19	0	1537.1	2105.6	1537.1	0.0	6.2	110169	161	3736	66162	180228
36	1054	829	1054	0.0	3.845	16.270	6.330	22	35	0.22	0	1573.7	2171.9	1573.7	0.0	6.9	109584	168	4321	66162	180234
37	1100	850	1100	0.0	3.824	16.273	6.313	23	35	0.25	0	1609.9	2236.8	1609.9	0.0	7.7	108970	174	4925	66170	180240
38	1100	850	1097	2.9	3.802	16.280	6.298	23	35	0.28	0	1605.9	2224.3	1611.5	5.5	7.6	108365	169	5513	65193	180240
39	1100	850	1097	3.0	3.781	16.291	6.283	23	35	0.32	0	1602.2	2232.1	1607.8	5.6	7.5	107768	163	6080	66229	180240
40	1100	850	1097	3.0	3.761	16.306	6.270	23	35	0.35	0	1598.8	2200.0	1604.5	5.7	7.4	107180	158	6624	66278	180240
41	1100	850	1097	3.1	3.740	16.325	6.257	22	35	0.37	0	1595.6	2188.1	1601.4	5.8	7.3	106601	153	7147	66339	180240
42	1100	850	1097	3.1	3.720	16.347	6.246	22	35	0.40	0	1592.7	2176.4	1598.5	5.9	7.3	106030	148	7648	66414	180240
43	1100	850	1097	3.2	3.701	16.374	6.235	22	35	0.43	0	1590.0	2164.9	1595.9	5.9	7.2	105468	143	8128	66500	180240
44	1100	850	1097	3.2	3.681	16.404	6.226	22	35	0.46	0	1587.6	2153.5	1593.6	6.0	7.1	104915	139	8587	66598	180240
45	1100	850	1097	3.3	3.662	16.437	6.217	21	35	0.48	0	1585.4	2142.4	1591.5	6.1	7.0	104371	135	9026	66707	180240
46	1100	850	1097	3.3	3.643	16.474	6.210	21	35	0.51	0	1583.4	2131.4	1589.6	6.2	7.0	103837	131	9445	66828	180240
47	1100	850	1097	3.4	3.625	16.514	6.203	21	35	0.53	0	1581.7	2120.6	1588.0	6.2	6.9	103311	127	9843	66959	180240
48	1100	850	1097	3.4	3.607	16.558	6.197	21	35	0.56	0	1580.2	2110.0	1586.5	6.3	6.8	102794	123	10222	67100	180240
49	1100	850	1097	3.4	3.589	16.604	6.192	21	35	0.58	0	1579.0	2099.6	1585.3	6.4	6.8	102287	120	10582	67251	180240
50	1100	850	1097	3.5	3.572	16.653	6.188	20	35	0.60	0	1577.9	2089.3	1584.3	6.4	6.7	101788	116	10923	67412	180240
51	1100	850	1096	3.5	3.554	16.705	6.185	20	35	0.62	0	1577.1	2079.3	1583.6	6.5	6.6	101299	113	11246	67582	180240
52	1100	850	1096	3.5	3.538	16.760	6.182	20	35	0.64	0	1576.4	2069.5	1583.0	6.5	6.6	100819	110	11550	67760	180240
53	1100	850	1096	3.6	3.521	16.817	6.180	20	35	0.66	0	1576.0	2059.8	1582.6	6.6	6.5	100349	107	11836	67948	180240
54	1100	850	1096	3.6	3.505	16.877	6.179	20	35	0.68	0	1575.7	2050.3	1582.4	6.7	6.4	99887	104	12106	68143	180240
55	1100	850	1096	3.6	3.489	16.939	6.179	19	35	0.69	0	1575.6	2041.0	1582.4	6.7	6.4	99435	101	12358	68345	180240
56	1100	850	1096	3.7	3.473	17.004	6.179	19	35	0.71	0	1575.8	2031.9	1582.6	6.8	6.3	98992	99	12593	68556	180240
57	1100	850	1096	3.7	3.458	17.070	6.181	19	35	0.73	0	1576.0	2023.0	1582.9	6.9	6.3	98558	97	12812	68773	180240
58	1100	850	1096	3.7	3.443	17.139	6.182	19	35	0.74	0	1576.5	2014.3	1583.4	6.9	6.2	98133	94	13015	68997	180240
59	1100	850	1096	3.8	3.429	17.209	6.185	19	35	0.76	0	1577.1	2005.8	1584.1	7.0	6.2	97718	92	13203	69227	180240
60	1100	850	1096	3.8	3.414	17.281	6.188	19	35	0.77	0	1577.9	1997.4	1584.9	7.0	6.1	97311	90	13376	69462	180240
61																					

4. Afløbssystemet og renseanlægget i Tårnby Kommune

Tårnby Kommune dækker et areal på 6.185 ha. Af disse er de 1.146 ha kloakeret. På figur 4.1 er vist et kort over kommunen.



Figur 4.1

Kort over Tårnby Kommune med angivelse af kloak-
oplande.

I dette kapitel er givet en gennemgang af det eksisterende afløbssystem og renseanlæg samt en beskrivelse af de ombygninger kommunen planlægger at udføre i forbindelse med den igangværende

sanering af afløbssystemet. Saneringen af afløbssystemet vil indebære omlægning og etablering af pumpestationer, ledninger og bassiner samt opbygning af et SRO-anlæg. Desuden vil renseanlægget blive udvidet til næringssaltfjernelse. I forbindelse med nærværende projekt er der blevet regnet på et aktivslamanlæg.

4.1 Det eksisterende afløbssystem

De kloakerede områder i Tårnby Kommune er delt i seks oplande, hvoraf Opland 1-4 er fælleskloakerede, mens Opland 5 og 6 er separatkloakerede. Kastrup Lufthavn er ikke med i disse oplande, men spildevandet og en del overfladevand ledes til Opland 2.

Det meste overfladevand fra lufthavnen afledes uafhængigt af Tårnby Kommunes afløbssystem.

Der er endnu ukloakerede områder i den sydlige del af kommunen.

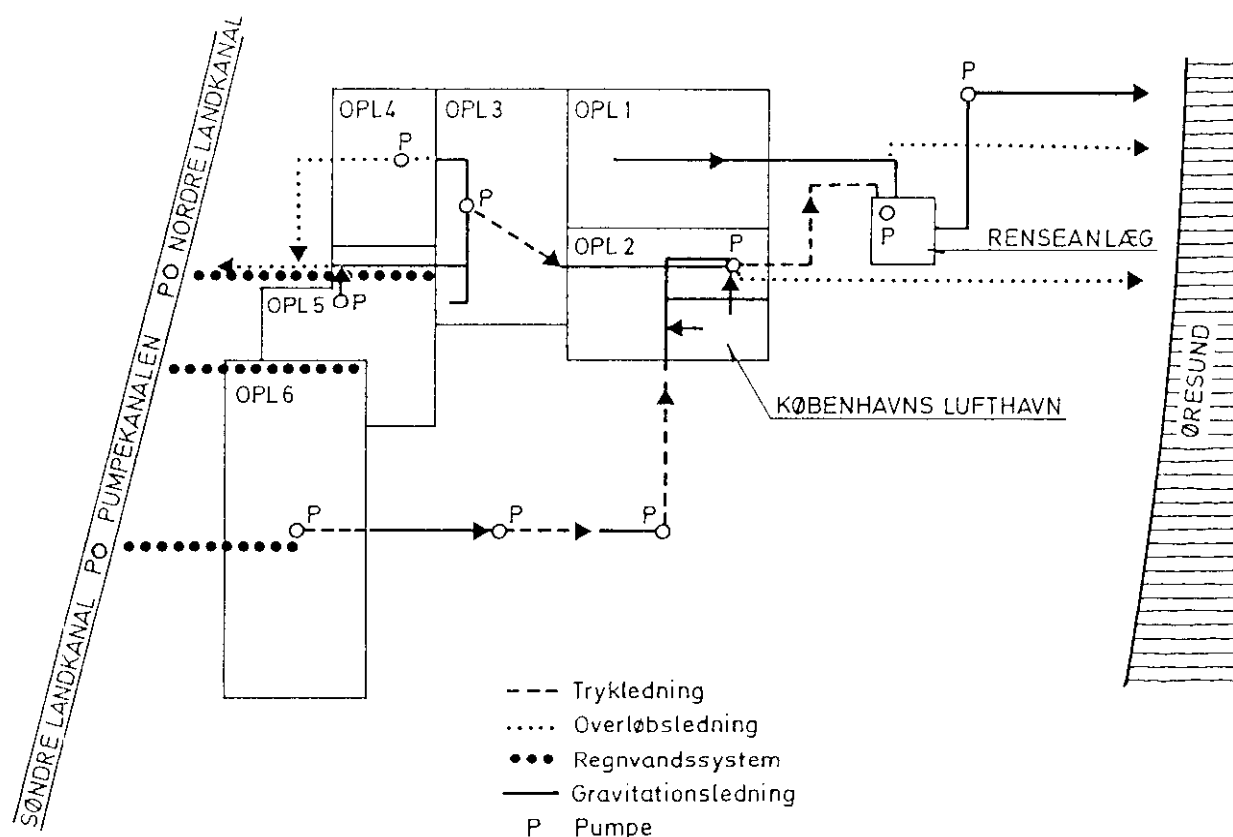
På figur 4.2 er vist et skematisk diagram over det samlede afløbssystem, mens hovedtallene for kloakoplandene er angivet i tabel 4.1.

4.1.1

De fælleskloakerede oplande

I forbindelse med regnvejre er der aflastningsmulighed fra Opland 1 og 2 til Øresund, hvorimod Opland 3 og 4 aflaster til landkanalerne på Vestamager. Fra Opland 1, 3 og 4 forekommer der aflastning ca. 6 gange om året, hvorimod aflastning fra Opland 2 forekommer yderst sjældent.

Da en stor del af ledningsnettet er beliggende under havets overflade, sker der ikke aflastning til hhv. Øresund og landkanalerne, før der forekommer opstuvning i store dele af afløbssystemet. Dette medfører, at risikoen for kælderoversvømmelse mv. i de fælleskloakerede oplande er betydelig.



Figur 4.2
Afløbssystemet i Tårnby Kommune på diagramform.

Op- land	Areal (ha)	Befæstet areal (ha)	Afløb		Tør- vejrsvand- mængde (l/s)	Tilløb		Bassin- volumen (m³)	Overløb	
			til	kapa- citet (l/s)		fra	kapa- citet (l/s)		Reci- pient	antal/ år
1	257	67.4	Rense- anlæg	300	37.0	—	—	0	Øresund	6
2	175	34.8	Rense- anlæg	960	35.3	Opland 3 Opland 6 Kastrup Lufthavn	370 145 83	4.000	Øresund	1/6
3	221	45.9	Opland 2	370	40.7	Opland 4 Opland 5	54 220	0	Landkanal	6
4	47	9.3	Opland 3	54	4.7	—	—	0	Landkanal	4
5	193	16.0	Opland 3	220	24.7	Del af opland 6	40	0	—	—
6	254	10.9	Opland 2	145	22.6	—	—	0	—	—

Tabel 4.1
Hovedtal for kloakoplandene i Tårnby Kommune.

4.1.2

De separatkloakerede oplande

Fra Opland 5 og 6 ledes spildevandet til hhv. Opland 3 og 2.

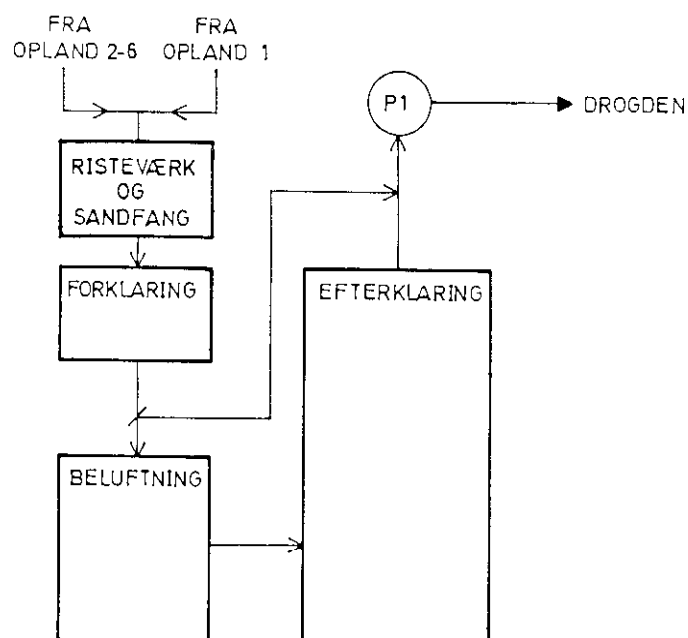
Regnvandet fra veje ledes til landkanalerne. Fra parcellerne ledes regnvandet til faskiner. Det kan konstateres, at belastningen på spildevandssystemet øges efter regn på grund af indsivning.

Målinger har vist, at den øgede vandmængde i spildevandssystemet i forbindelse med regnvejr svarer til en befæstelsesgrad på ca. 5%. Yderligere er der en forhøjet tørvejrsvandføring i indtil tre døgn efter regnens ophør af en tilsvarende størrelse.

4.1.3

Det eksisterende renseanlæg

Renseanlægget, der er opført i 1978, er beliggende ved Øresundskysten ca. 500 meter nord for Lufthavnen. Det er et mekanisk, biologisk anlæg dimensioneret for 100.000 PE. Anlæggets opbygning er vist på figur 4.3.



Figur 4.3

Diagram af det eksisterende renseanlæg i Tårnby.

Renseanlægget modtager vand fra to pumpestationer.

Den ene er placeret på renseanlægget og pumper med en kapacitet på 300 l/s vandet fra Opland 1.

Den anden er placeret i Opland 2 og pumper med en samlet kapacitet på 960 l/s vandet fra de øvrige oplande.

Tørvejrstilledningen til renseanlægget er ca. 10.000-12.000 m³ pr. døgn, hvilket svarer til halvdelen af den tørvejrsmængde på 20.000 m³ pr. døgn, som forventedes ved dimensioneringen af anlægget i 1975. Den maksimale tilledning under regn er ca. 85.000 m³ pr. døgn. Den tilledte vandmængde måles ved indløb til anlægget.

Efter målebygværket passerer vandet et risteværk og et sandfang.

Fra risteværk og sandfang løber vandet til to forklaringstanke.

Fra forklaringstankene løber vandet til 2 luftningstanke, hvor vandet iltes, og herfra videre til 4 efterklaringstanke. Indløbet fra forklaringstankene til luftningstanken kan reguleres med et spjæld, så luftnings- og efterklaringstanke maksimalt belastes med 2 gange den forventede tørvejrsmængde (opholdstid 1 time). Yderligere vandmængder ledes via en overløbskant direkte fra forklaringstankene til renseanlæggets afløb.

Under langvarige regn, hvor der er risiko for slamflugt, kan spjældet manuelt justeres, så belastningen på luftnings- og efterklaringstanke reduceres yderligere.

Den vandmængde, der under regn aflastes efter forklaringstankene, ledes sammen med det fuldt rensede afløbsvand fra efterklaringstankene til pumpestationen Pl.1, hvorfra det pumpes ud til sejlrenden Drogden.

4.2 Forbedret afløbssystem og nyt renseanlæg

Tårnby Kommune udfører i øjeblikket en sanering af afløbssystemet i kommunen. Hovedsigtet med saneringen er:

- at reducere udledningen af næringssalte og anden forurening
- at minimere risikoen for oversvømmelser af kældre

- at forbedre afløbssystemets generelle driftstilstand.

Der vil i forbindelse med dette arbejde blive udført forskellige ændringer på anlægget. Det drejer sig dels om nyanlæg og ombygninger af renseanlæg, sparebassiner, pumpestationer, overløbsbygværker og afskærende ledninger og dels af etablering om et styrings-, regulerings- og overvågningsanlæg i det følgende betegnet SRO-anlæg.

De planlagte fysiske ændringer af afløbssystemet er beskrevet i dette afsnit, medens SRO-funktionerne er beskrevet i afsnit 4.4.

De væsentligste ændringer i afløbssystemet er:

- Renseanlægget udbygges til næringssaltfjernelse.
- Der etableres en pumpestation ved sparebassinnet i Opland 2. Denne skal gennem en ny trykledning kunne pumpe vand fra Opland 2 Vest til Opland 1.
- Der etableres en hvirvelseparator og pumpestation i Opland 1, således at afløbsvand under regn kan pumpes uden om renseanlægget.
- Der etableres et sparebassin og pumpestation i Opland 3 for at reducere opstuvningen i ledningssystemet og nedsætte belastningen på landkanalerne.
- Spildevandet fra Opland 5 og en del af Opland 6 føres uden om Opland 3 til Opland 2. Herved sikres det, at spildevandet fra de separat kloakerede oplande ikke aflastes til landkanalen.
- Enkelte ledninger omlægges.

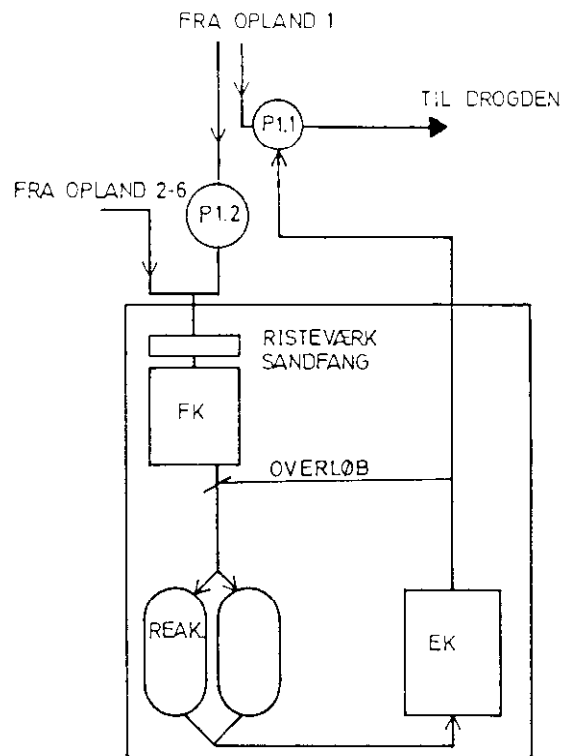
Ovenstående ændringer i afløbssystemet vil sikre, at der maksimalt forekommer kælderoversvømmelse hvert 10. år, samt at der maksimalt forekommer aflastning til Øresund og landkanalerne ca. en gang pr. år.

I det følgende vil projekterne for de enkelte oplande blive beskrevet mere detaljeret.

4.2.1

Renseanlægget

Renseanlægget vil blive udbygget til næringssaltfjernelse. I dette projekt er det antaget, at det vil ske ved at der bygges nye reaktortanke og efterklaringstanke øst for det nuværende anlæg, jf. figur 4.4.



Figur 4.4
Muligt fremtidigt renseanlæg i Tårnby kommune.

Ved dimensioneringen af renseanlægget er der taget højde for en forøget hydraulisk belastning af renseanlægget. Den maksimale øjeblikstilstandning vil ikke blive øget, hvorimod udbygningen af bassinkapaciteten vil medføre, at anlægget i længere tid udsættes for stor hydraulisk belastning.

Risteværk, sandfang og forklaringstank dimensioneres efter den mulige indpumpede vandmængde, dvs. ca. 1260 l/s.

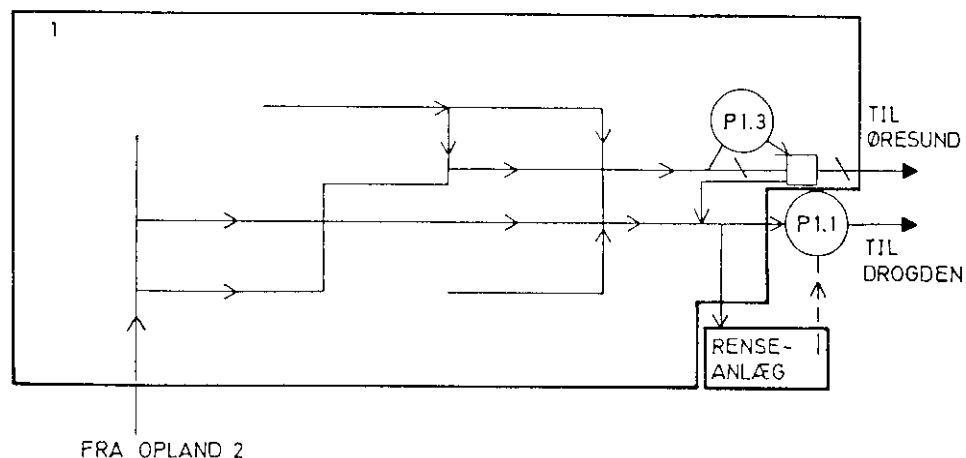
Efter forklaringstanken etableres et regulerbart overfald, som skal sikre at anlæggets biologiske del ikke overbelastes.

Reaktortanke og efterklaring dimensioneres for en maximalbelastning på 2 gange tørvejrsmængden, dvs. ca. 500 l/s.

4.2.2

Opland 1

De planlagte nyanlæg og ombygninger af afløbssystemet i Opland 1 er vist på figur 4.5.



Figur 4.5
Fremtidigt afløbssystem i Opland 1.

Den eksisterende pumpestation P1.1 vil blive ombygget, således at den får en kapacitet på ca. 1800 l/s. Fra renseanlægget vil der blive et tilløb på max. ca. 1260 l/s. Det vil sige, at der er en overskydende kapacitet på ca. 500 l/s i P1.1 Denne kapacitet vil under kraftig og langvarig regn blive anvendt til at pumpe vand fra Opland 1 ud til Drogden. Herved kan antallet af aflastninger ved Kastrup Lystbådehavn nedsættes til ca. en gang pr. år. Inden vandet pumpes ud, skal det ledes gennem en hvirvelseparator, hvorved en del af det bundfældige stof tilbageholdes.

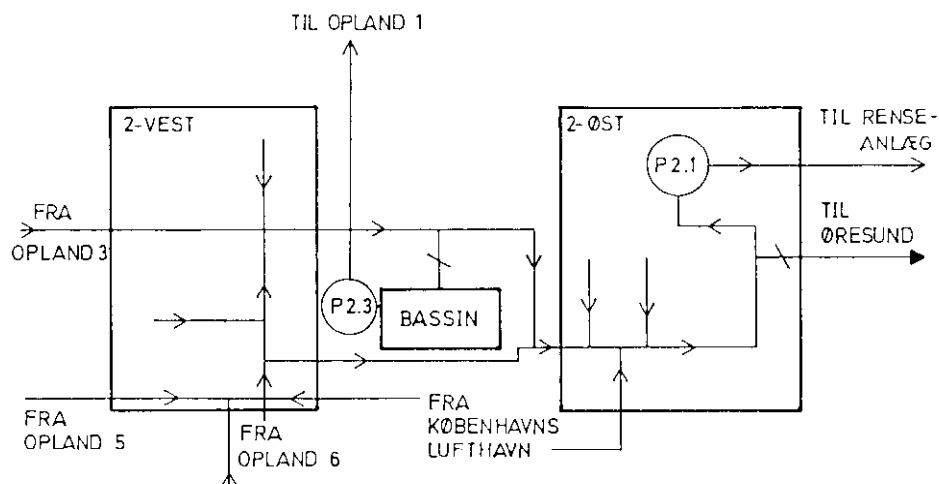
Ved siden af P1.1 etableres der en ny pumpestation P1.3. Den kan pumpe afløbsvand op i et ledningsbassin på ca. 1500 m³, der ligger mellem bygværkerne ved Amager Strandvej og udløbsbygværket ved Kastrup Lystbådehavn. Når ledningsbassinet er fyldt, vil P1.3 normalt standse, men hvis der er risiko for oversvømmelse af kældre, vil den fortsætte, og vandet vil fra ledningsbassinet løbe ud gennem udløbsbygværket. P1.3 vil blive udstyret med to pumper, hver med en kapacitet på ca. 500 l/s og en samlet kapacitet på ca. 1000 l/s.

Fra sparebassinet i Opland 2 vil der blive etableret en ledning til den østlige ende af Opland 1. Denne ledning vil få en kapacitet på 100-200 l/s.

4.2.3

Opland 2

Det fremtidige afløbssystem i Opland 2 er vist på figur 4.6.



Figur 4.6
Fremtidigt afløbssystem i Opland 2.

I den vestlige del vil der blive udført en afskærende ledning fra Opland 5, således at alt spildevandet fra de separatkloakerede områder bliver samlet i den ledning, der fører til spærebassinet sydfra langs Amager Landevej. Denne ledning vil blive ført øst om bassinet, således at det vand, der er mest forurenet, ledes direkte til renseanlægget.

Vandet fra de fælleskloakerede oplande 2 (vest), 3 og 4 vil derimod under regn blive ledt via overfaldskanten til bassinet. Ved bassinet vil der blive etableret en ny pumpestation P2.3, der kan pumpe vandet gennem en ny trykledning til Opland 1.

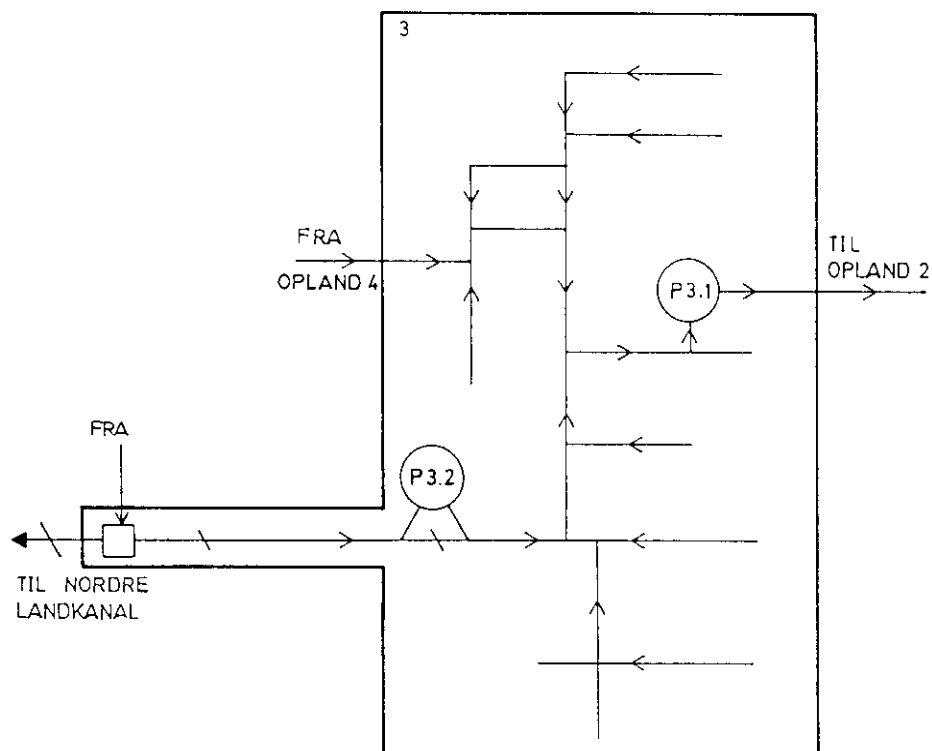
4.2.4

Opland 3

Det fremtidige afløbssystem i Opland 3 er vist på figur 4.7.

I Opland 3 vil der blive etableret et bygværk og en pumpestation P3.2 ved Løjtegårdsvej. Vandet vil blive pumpet gennem den eksisterende ledning fra Løjtegårdsvej mod overløbsbygværket, Fort Sigurd, hvorved kælderoversvømmelser i Opland 3 undgås.

Ved Fort Sigurd vil der blive etableret et bassin på ca. 3.000 m³, hvorved antallet af aflastninger til landkanalen vil blive nedsat til ca. 1 gang pr. år.



Figur 4.7
Fremtidigt afløbssystem i Opland 3.

Gennem en ny afskærende ledning vil tilledningen af spildevand fra Opland 5 blive ført uden om Opland 3 til Opland 2.

4.2.5

Opland 4

For at afhjælpe problemerne med oversvømmelser i Opland 4 vil der ske en opdimensionering af visse ledninger, men der er ikke planlagt nogen ændring af nettets struktur.

Aflastningen til Landkanalen vil via den nuværende pumpestation blive ledt til det nye sparebassin ved Opland 3.

4.2.6

Opland 5

Regnvandet vil fortsat blive ledt til landkanalerne på Vestamager.

Spildvandet, der i øjeblikket pumpes til Opland 3, vil i fremtiden blive ført direkte til Opland 2.

4.2.7

Opland 6

Principperne i afløbssystemet i Opland 6 vil ikke blive ændret i forbindelse med renoveringen af afløbssystemet i Tårnby Kommune.

4.3 Styling af afløbssystem og renseanlæg

4.3.1

Generelt

Det forbedrede afløbssystem vil umiddelbart forøge belastningen på renseanlægget. Gennem styling dels på afløbssystemet og dels på renseanlæg kan belastningen udjævnes. Det sker ved, at afløbsnettes opmagasineringskapacitet udnyttes bedre.

Stylingen og reguleringen vil blive baseret på en række sensorer placeret på udvalgte steder i nettet og på renseanlægget samt ved regnmålere. I forbindelse med stylingen er det væsentligt, at der er et stort antal overbestemmelser af driftstilstanden, idet styringsenheden skal kunne kassere måleresultater fra en defekt sensor, således at man ikke får fejlfunktioner af afløbssystemet.

Samtidig skal det sikres, at afløbssystemet kan fungere, selv om stylingssystemet svigter. Funktionen af det nuværende afløbssystem vil blive bevaret f.eks. ved installation af kontraklapper. Automatisk virkende ventiler vil kun blive anvendt, hvor skaden ved en fejlfunktion er begrænset.

Når vandet fra et opland, hvor der er ved at være driftsproblemer, pumpes over i et andet, kan det medføre problemer i dette.

For at kunne afveje hvor alvorlig situationen er i hvert enkelt opland eller på renseanlægget, indføres begrebet driftsniveau.

Driftsniveau 0: Den normale driftssituation. Der sker ikke aflastning fra nettet.

Driftsniveau 1: Belastet driftssituation. Der sker aflastning fra nettet til f.eks. sparebassiner, men der er ikke risiko for belastning af omgivelserne.

Driftsniveau 2: Alvorlig belastet driftssituation. Der sker enten aflastning

til recipienter, eller sparebasinet på lufthavnens areal er ved at være fyldt.

Driftsniveau 3: Kritisk driftssituation. Der er risiko for kælderoversvømmelse eller overbelastning af renseanlæg.

Når driftssituationen i et opland er i tilstanden belastet, alvorligt belastet eller kritisk, kan situationen forværres, hvis der tilledes vand fra et andet opland. Der må derfor ske en afvejning af, hvor alvorlig situationen er i de forskellige oplande. Dette sker ved, at et område på et driftsniveau i princippet ikke automatisk kan belaste et andet område med samme eller højere driftsniveau (bortset fra driftsniveau 0). Driftspersonalet kan naturligvis altid overtage styringen manuelt.

4.3.2

Registreringer

Af hensyn til styringen af afløbskapaciteten i afløbssystemet installeres en række sensorer i nettet.

De forskellige sensorer registrerer følgende målinger f.eks. hvert femte minut:

- Akkumuleret regnmængde over de sidste 5 minutter.
- Vandspejlsniveau i udvalgte brønde.
- Belastning på renseanlæg registreret som slamtæppehøjden i efterklaringstankene.

Registreringen efterfølges af en kontrol af de målte værdier.

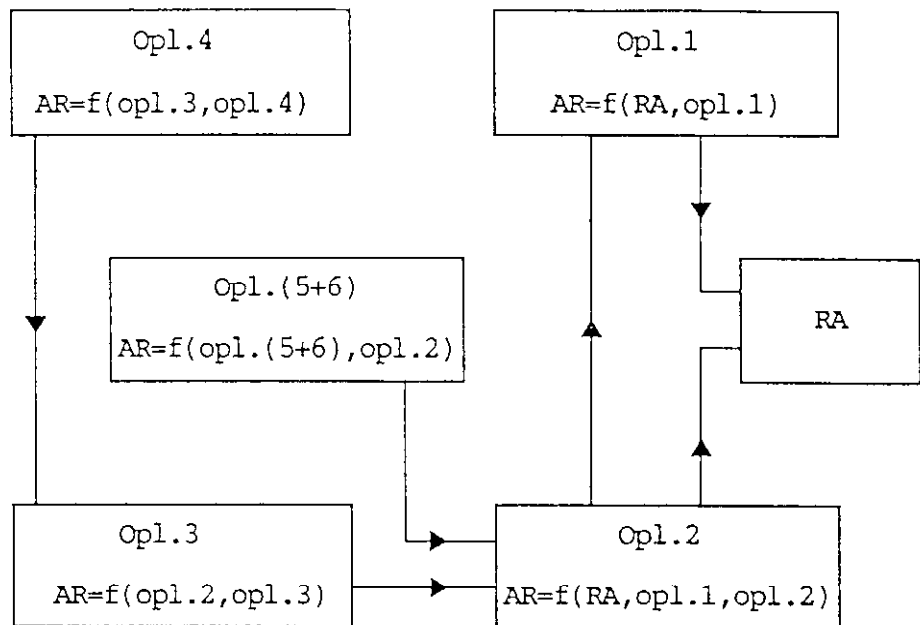
Når de registrerede værdier er godkendt, følger den egentlige styring af renseanlæg og afløbssystem.

4.3.3

Overordnet styringsprincip

Et af midlerne i styringen er at gøre brug af det førnævnte begreb driftsniveau, som er en indikator for i hvilket omfang, der må pumpes fra et opland til et andet. Et driftsniveau i et opland har imidlertid kun direkte betydning for et eller få af de andre oplande.

Figur 4.8 viser, hvorledes oplandene er styringsmæssigt forbundne.



Figur 4.8

Afstrømningsrettighed (AR) som funktion af driftsniveauer i direkte relaterede oplande.

Med begrebet afstrømningsrettighed menes der, om et givet opland må pumpe til et opland samt i hvilket omfang. For eksempel er afstrømningsrettigheden fra opland 2 afhængig af opland 1, renseanlægget (RA) samt opland 2 selv.

For hvert opland opereres der i princippet desuden med en matrix for afstrømningskapacitet. Afstrømningskapaciteten afhænger af driftsniveauerne i det modtagne opland.

I figur 4.9 er som eksempel vist hvilken afstrømningskapacitet, pumpestation P3.1 har ret til at tilføre Opland 2.

På baggrund af målingerne bestemmes driftsniveauet, og SRO-anlægget giver ordre til ændring af driften. Målingerne foretages hvert femte minut, hvilket sikrer, at der ikke sker for hyppige driftsomlægninger, da det kan beskadige anlægget.

		OPLAND 3				
		Drifts- niveau	0	1	2	3
OPLAND 2	3		o	o	o	o
	2		o	o	r	r
	1		r	r	f	f
	0		f	f	f	f

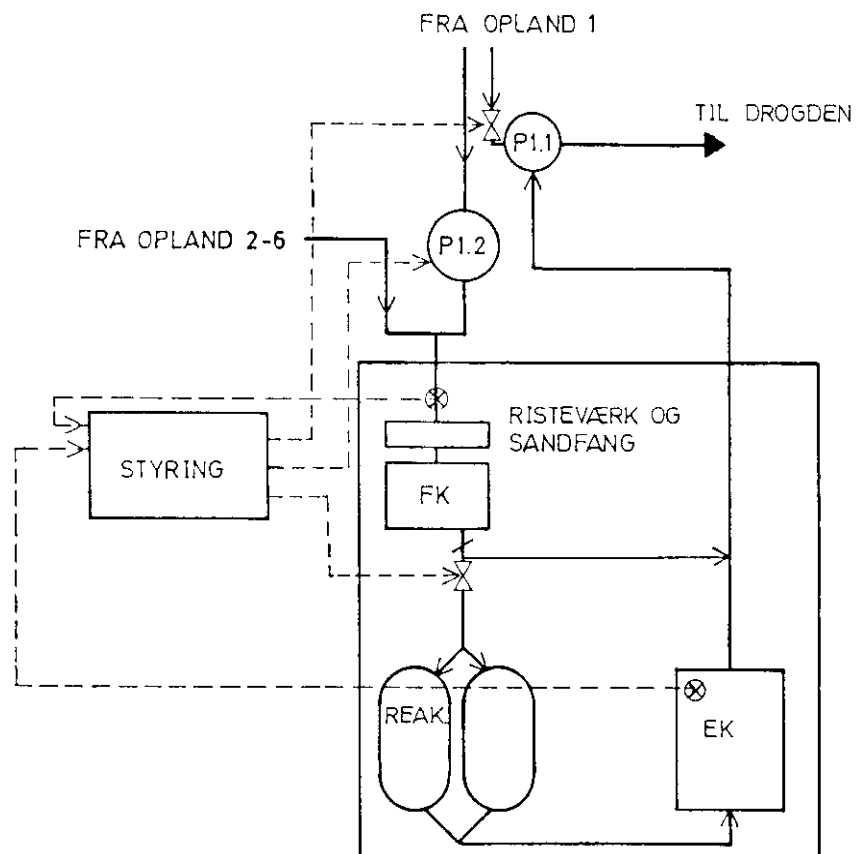
Ingen overpumpning : o
 Reduceret overpumpning: r
 Fuld overpumpning : f

Figur 4.9
 Kapacitet af P3.1 afhængig af driftsniveauer i Opland 2 og 3.

4.3.4

Renseanlægget

De styringsanlæg på renseanlægget, der har betydning for driften af kloaknettet, er vist på figur 4.10. Målepunkter for styringsanlægget er markeret med en cirkel med et kryds.



Figur 4.10
 Styringsmuligheder på renseanlægget af betydning for kloaknettet.

Belastningen på anlæggets biologiske del styres ved hjælp af et spjæld, som placeres efter forklaringstanken.

Den væsentligste sensor er den, som måler slamtæppeniveauet i efterklaringstanken på renseanlægget. Hvis det maksimale slamtæppeniveau overskrides, vil der ske slamflugt. Styringen af spjældende efter forklaringstanken sikrer, at slamflugt ikke vil forekomme.

Driftniveauerne på renseanlægget angiver følgende:

Driftniveau 0

og 1 : Anlægget fungerer, uden at der sker aflastning.

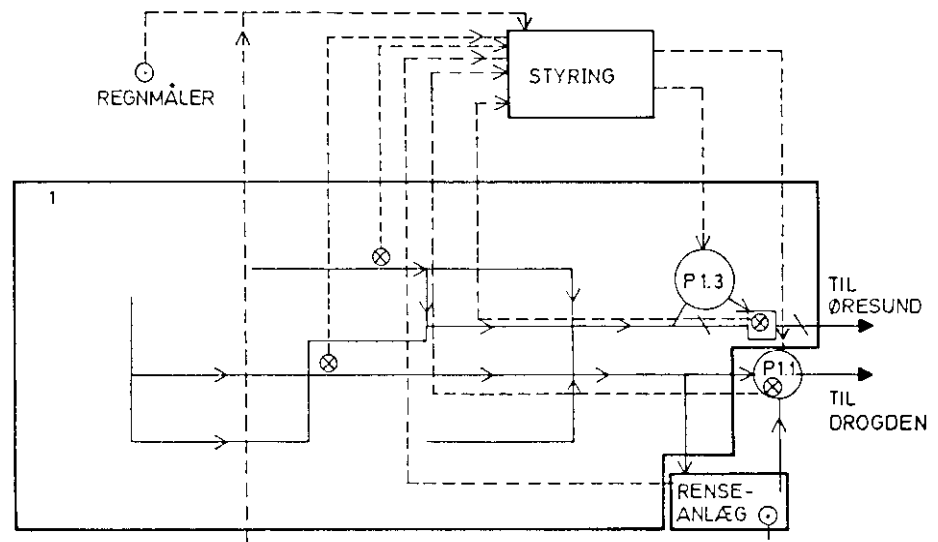
Driftniveau 2

og 3 : Der sker aflastning til udløbsledningen efter forklaringstanken. Tilløbet til den biologiske del af anlægget reduceres til 245 l/s, svarende til $1\frac{1}{2}$ gange tørvejrbelastningen. Det er netop denne belastning, den biologiske del kan belastes med i en lang periode uden, at der forekommer slamflugt.

4.3.5

Opland 1

Styringsanlægget i Opland 1 er vist på figur 4.11.



Figur 4.11

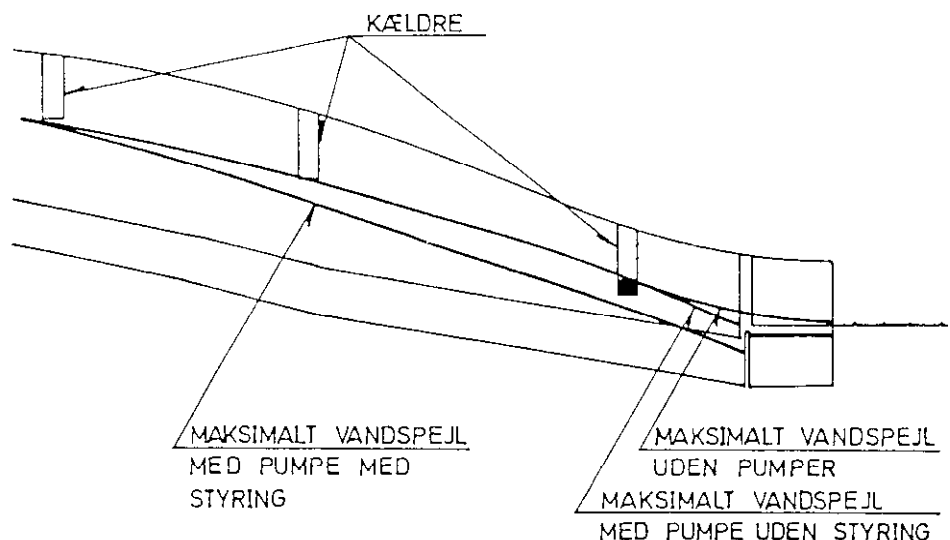
Styringsanlæg i Opland 1.

I Opland 1 er problemet både at reducere opstuvninger og reducere udledning af urensset vand.

Opstuvningsproblemerne løses ved styring af afstrømning og nyetableringer af ledninger og pumpestationer.

På figur 4.12 er vist to eksempler på, hvorledes pumpestrategien kan påvirke vandspejlshøjden i ledningerne, der løber fra oplandet mod kysten. Det ene eksempel viser, hvorledes den maksimale vandstand i nettet vil være under et kraftigt regnvejr, når pumpen styres efter niveauet i dens egen pumpeump. Det andet eksempel viser, hvorledes den maksimale vandstand vil blive, hvis pumpen starter, når SRO-anlægget på grundlag af bl.a. regnmåling registrerer, at der er risiko for oversvømmelse.

Efter et kraftigt regnvejr vil det maksimale vandspejl i den øverste del af nettet indtræffe ca. 10 minutter efter, at regnen har kulmineret. Længere nede i systemet vil forsinkelsen blive større. Hvis pumpen derfor først går i gang, når pumpen registrerer høj vandstand, vil det være for sent til at undgå opstuvning i kældrene i det meste af oplandet. Hvis pumpen derimod går i gang, når SRO-anlægget registrer risiko for oversvømmelse, vil den kunne trække vandet til sig og dermed tage toppen af opstuvningen i en stor del af oplandet.



Figur 4.12
Vandspejlshøjde ved forskellige pumpestrategier.

Det er således vigtigt, at man hurtigst muligt kan bestemme, om der vil blive behov for at pumpe vand bort.

Pumperne P1.1 og P1.3, styres dels efter nedbørsmængde og dels efter vandspejlsniveau de steder, hvor der hyppigst optræder kælderoversvømmelser.

Når ledningsnettet i Opland 1 begynder at blive overbelastet, vil den resterende opmagasineringskapacitet først blive udnyttet.

Det sker ved at lade P1.3 pumpe vandet op i det ledningsbassin, der ligger mellem pumpestationen og udløbsbygværket ved Kastrup Lystbådehavn.

Hvis dette bassin er fyldt, og der stadig er risiko for oversvømmelse, vil P1.1 kunne pumpe overskydende vand via hvirvelseparatoren ud til Drogden. Hvis dette ikke er tilstrækkeligt, kan P1.3 gå i gang igen og pumpe vand gennem ledningsbassinet og ud gennem udløbsbygværket.

De fire driftsniveauer i Opland 1 er herefter:

Driftsniveau 0: Normal afstrømning, hvor snekepumperne på renseanlægget alene pumper vand fra oplandet.

Driftsniveau 1: Ledningsvolumenet fyldes af P1.3.

Driftsniveau 2: Der pumpes vand ud til Drogden med P1.1.

Driftsniveau 3: Der pumpes vand ud til Øresund både med P1.1 og P1.3.

4.3.6

Opland 2

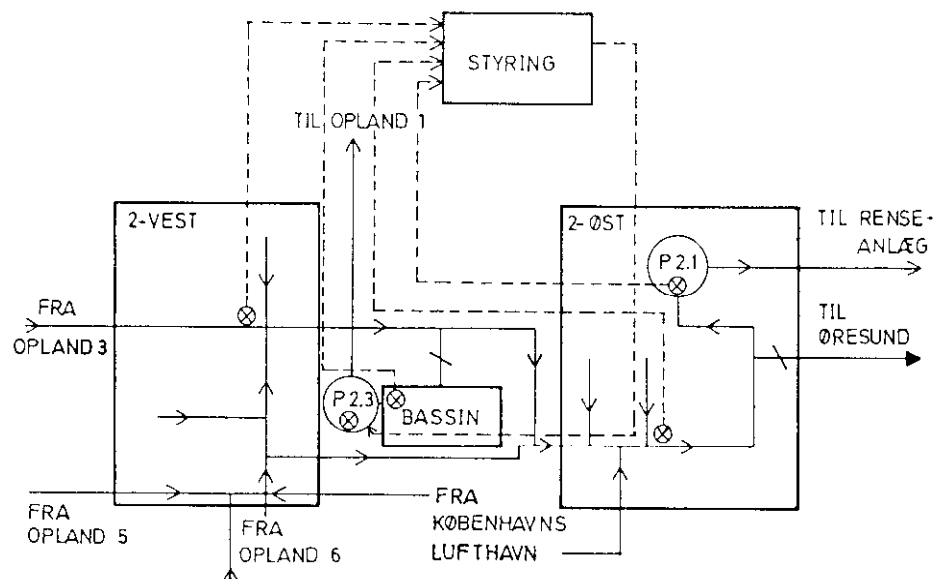
Styringsanlægget i Opland 2 er vist på figur 4.13.

Pumpestation P2.1, der pumper vandet til renseanlægget, vil ikke blive inddraget i den overordnede styring. Vandstrømmen herfra bliver reguleret på renseanlægget, hvor aflastningsmuligheden er bedre.

Afstrømningen i oplandet påvirkes udefra af tilledningen fra lufthavnen, Opland 3, 5 og 6. Af disse tilledninger er det kun P3.1, der vil blive forsynet med reguleringsmulighed.

Der vil ikke blive reguleret på afløbet fra bassinet. Overbelastning af bassinet vil stort set altid vil medføre kælderoversvømmelser, da der ikke er noget nødoverløb fra dette.

Når kapaciteten af ledningerne mellem Opland 2 -øst og -vest overskrides, vil der blive aflastet til bassin.



Figur 4.13
Styringsanlæg i Opland 2.

Styringen af pumpen P2.3 i bassinet, som leder til opland 1, er afhængig af belastningsforholdene i Opland 1 og vandspejlet i bassinet.

Matricen for afstrømningsrettigheden svarer i princippet til den som er vist i figur 4.9.

De fire driftsniveauer i Opland 2 er herefter:

Driftsniveau 0: Normal afstrømning, uden aflastning til bassin.

Driftsniveau 1: Aflastning til bassin.

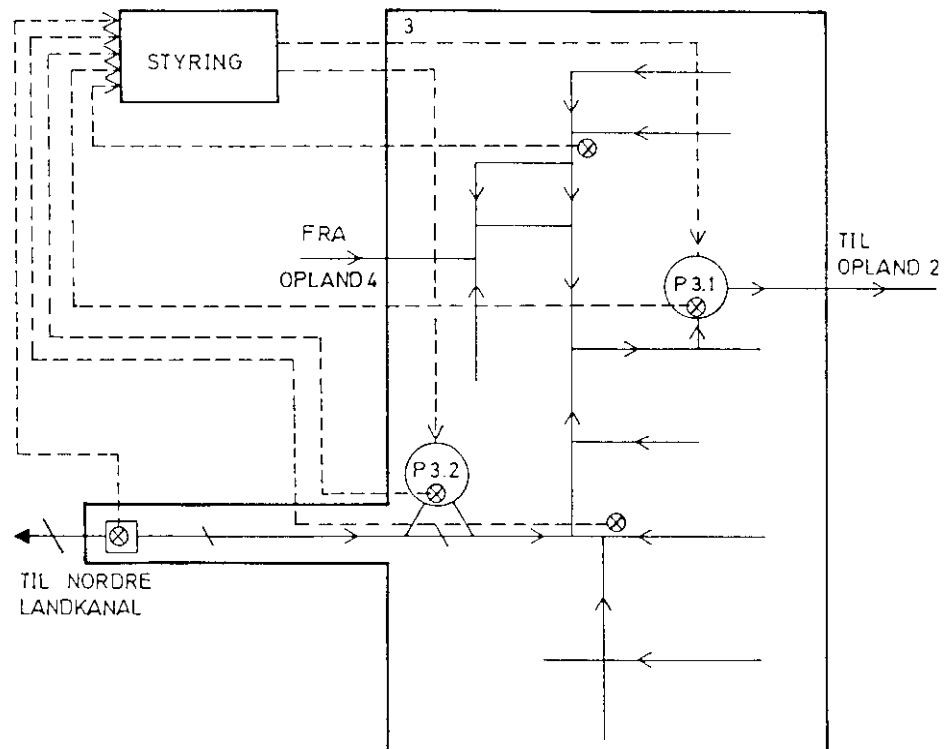
Driftsniveau 2: Aflastning til bassin. Dette er max. 80% fyldt. P2.3 pumper vand til Opland 1, hvis der er rigelig plads i Opland 1.

Driftsniveau 3: Aflastning til bassin. Dette er mere end 80% fyldt. P2.3 pumper vand til Opland 1 uanset driftsniveau i Opland 1.

4.3.7

Opland 3

Styringsanlægget i opland 3 er vist på figur 4.14.



Figur 4.14
Styringsanlæg i Opland 3.

De planlagte niveaumålinger fremgår af figuren.

Reguleringen af belastningen i oplandet vil ske med pumperne i P3.1 og i P3.2. Afstrømningen fra Opland 3 påvirkes af tilledning fra P4.1.

P3.1 pumper til Opland 2, afhængig af driftsniveau i de to oplande jf. figur 4.9.

Når belastningen af ledningsnettet stiger over hvad P3.1 kan pumpe til Opland 2, vil vandet stuve op. Herefter vil P3.2 blive startet og pumpe vandet fra ledningsnettet til bassinet ved landkanalen. Når dette er fyldt, vil der ske aflastning til landkanalen.

De fire driftsniveauer i Opland 3 er:

Driftsniveau 0: Normal afstrømning. P3 kan klare bortpumpningen af alt afløbsvand.

Driftsniveau 1: Begyndende aflastning til bassin, der maximalt er 50% fyldt.

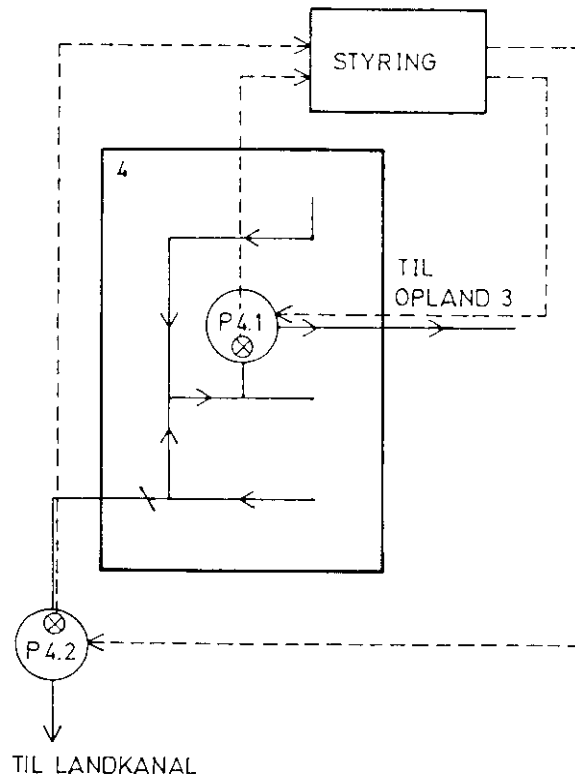
Driftsniveau 2: Aflastning til bassinet, der er mere end 50% fyldt.

Driftsniveau 3: Aflastning fra bassin til landkanalen.

4.3.8

Opland 4

Styringsanlægget i Opland 4 er vist på figur 4.15.



Figur 4.15
Styringsanlæg i Opland 4.

De planlagte niveaumålinger for styringen af Opland 4 fremgår af figur 4.15.

Pumpestationerne P4.1 og P4.2 vil begge indgå i styringen.

Matricen for afstrømningsrettighed for P4.1 svarer til den for P3.1, blot opereres der kun med on/off, jf. figur 4.9.

Driftsniveauerne i Opland 4 er:

Driftsniveau 0: Normal afstrømning uden aflastning.

Driftsniveau 1: Begyndende aflastning til regnvandsledning og kanal.

Driftsniveau 3: Aflastning til regnvandsledning og kanal, hvor P4.2 skal køre uanset driftsniveau i Opland 3.

4.3.9

Opland 5 og 6

Opland 5 og 6 vil ikke blive omfattet af styringsanlægget.

4.4 Registreringer foretaget af Tårnby Kommune

Tårnby Kommunes forsyningsafdeling har gennem en årrække målt nedbør samt foretaget registreringer på overløbsbygværker og pumpestationer i kommunen. Endvidere udtages der jævnligt spildevandsprøver fra renseanlægget til analyse. De registrerede data anvendes dels til kalibrering af den opstillede model og dels som inddata til modellen.

4.4.1

Nedbørsmåling i Tårnby Kommune

Tårnby Kommune har 3 regnmålere, der er tilsluttet Spildevandskomiteens regnmålersystem. Regnmålerne er placeret ved renseanlægget, ved P4.1 og i Opland 6. Regnmålerne har været i drift siden 01.01.1979.

Placeringen af regnmålerne fremgår af figur 5.1.

Nedbørsregistreringerne på de tre målere giver i mange tilfælde mængder, der betragtet over en kort periode varierer betydeligt. Den årlige nedbør registreret ved renseanlægget er på grund af placeringen ved kysten ca. 20% mindre end det, der registreres på de to øvrige regnmålere.

I forbindelse med udarbejdelsen af saneringsplanen for Opland I blev der udført måling af nedbør nordøst for rådhuset. Værdierne var af samme størrelsesorden, som ved P4.1.

Nedbørsmåleren ved P4.1 er placeret forholdsvis centralt. Det er derfor valgt at anvende nedbørsdata fra denne måler ved de videre beregninger.

4.4.2

Registrering af overløb

Tårnby Kommunes Forsyningsafdeling har siden 1979 foretaget registreringer på overløbsbygværket fra Opland I til Kastrup Lystbådehavn. Der foretages kontinuert registrering af start- og sluttidspunkt for aflastning.

I overløbsbygværket fra Opland 3 til landkanalen foretages der manuelt registrering af, om bygværket har været i funktion siden sidste tilsynsdato. Registreringsmetoden betyder, at det ikke er muligt at konstatere, hvornår aflastningen præcis har foregået. Der foretages rutinemæssige tilsyn af bygværket ca. en gang pr. uge.

Bassinet på lufthavnens område er konstrueret således, at der først forekommer aflastning til bassinet, når vandføring mod den østlige del af Opland 2 overstiger ca. 750 l/s. En flowmåler, som registrerer flowet kontinuert på en skriverstrimmel, er placeret i udløbet fra bassinet. På skriverstrimlen registreres endvidere hvor meget vand, der er i bassinet.

4.4.3

Bestemmelse af stofkoncentrationer

Som beskrevet i kapitel 3, er det nødvendigt at kende stofkoncentrationerne i spildevand og regnvand for at kunne beregne de udledte stofmængder fra overløbsbygværkerne. Tårnby Kommune udtager, jævnligt prøver af tilløbet til renseanlægget. Prøverne analyseres bl.a. for suspenderet stof, COD, totalt-kvælstof og totalt-fosfor. I tabel 4.2 er angivet gennemsnitlige værdier for spildevandstilløbet til renseanlægget.

Da det ikke er muligt at bestemme stofkoncentrationerne i regnvand ud fra de foreliggende målinger, anvendes der værdier, der er hentet fra rapporten "Regulering af forurening fra afløbssystemer under regn" udarbejdet af PH-Consult. Disse værdier fremgår af tabel 4.2.

	Spildevand mg/l	Regnvand mg/l
BOD	220	25
Tot-N	50	10
Tot-P	14	2,5
SS	290	180

Tabel 4.2

Koncentrationer for hhv. spildevand og regnvand.

4.4.4

Målinger udført på renseanlægget i Tårnby Kommune

Med henblik på SAMBA-RENS-programmets anvendelse på det eksisterende renseanlæg i Tårnby Kommune

er der i perioderne juli-august 1989 og januar 1990 under fem regnhændelser udtaget prøver i afløbet fra anlægget.

Hensigten var at finde koncentrationerne af BOD, Tot-N, Tot-P og SS under forskellige driftsforhold, nemlig under tørvejr, regnvejr og slamflugt. Disse koncentrationer anvendes som ind-data til SAMBA-RENS-modellen.

Ved hver regnhændelse er der i afløbet udtaget en prøve hver time. Disse er undersøgt for SS. Desuden er der dagligt kl. 10.30 udtaget en prøve til bestemmelse af BOD, Tot-N, og Tot-P. Derudover udtages de efterfølgende 5-7 dage døgnprøver til bestemmelse af SS, bundfald (2 h), COD, BOD, Tot-N og Tot-P.

Endelig noteres tilløbsflow og regnaflastning efter primærtankene.

Resultaterne er sammen med skriverstrimler over tilløbsflow blevet analyseret.

På grund af visse uoverensstemmelser i måledata blev bl.a. prøvetageren undersøgt. Det viste sig, at den ikke opsamlede fuldstændigt repræsentative prøver.

Det var dog muligt at korrigere for målefejlene ved hjælp af de løbende driftsdata og supplerende målinger.

Ud fra resultaterne kan følgende siges om stoffkoncentrationerne under og efter regnhændelserne:

1. Der går omkring 2-3 døgn efter en regnhændelse, indtil udløbskoncentrationerne af COD, BOD, Tot-N, Tot-P, SS og bundfald er blevet stabile igen.
2. Tilløbskoncentrationerne er fortyndet i størrelsesorden 20% 1-1½ døgn efter en regnhændelse, hvorefter normal koncentration opnås igen.
3. Koncentrationen i afløbet af BOD er relativt høj under og umiddelbart efter en regnhændelse.
4. Koncentrationen i afløbet af Tot-N og Tot-P er lav under og umiddelbart efter en regnhændelse. Dette forhold skyldes formodentlig fortynding af tilløbsvandet til renseanlægget.

Gennemgang af tilløbsflowet under de fire regnhændelser viser, at renseanlægget i middel over

1 døgn modtager 2 x tørvejrsmængden (~ 25.000 m³).

Ved disse situationer er der kun ringe aflastning efter forklaringstankene (typisk 500 m³).

Ved den sidste regnhændelse regnede det kraftigt i to døgn, hvorunder tilløbsflowet i 1 døgn nående op på omkring 84.000 m³, hvilket næsten svarer til maksimal pumpekapacitet.

Der blev i denne periode kun aflastet 16.500 m³ ud af et totaltilløbsflow på 140.000 m³.

Herved blev store mængder slam skyllet ud af anlægget, og at det tog lang tid at genoprette normal drift.

Erfaringerne fra disse regnhændelser har medført, at man på anlægget fremover regulerer tilløbsflowet til luftningstankene ved at hæve/sænke et skod ved tilløbet til luftningstankene.

Dette medfører en større aflastning efter forklaringstankene, men samtidig undgås slamflugt, således at den totale forurening reduceres.

Ved gennemgang af data og måleværdier er de i tabel 4.3 fundne/beregnete koncentrationer angivet.

	BOD mg/l	Tot-N mg/l	Tot-P mg/l	SS mg/l
C _{tørvejr}	35	35	8	15
C _{regnvejr}	35	26	7	17
C _{slamflugt}	47	33	10	200

Tabel 4.3

Udløbskoncentrationer målt på renseanlægget.

Disse værdier er overført til kapitel 5.2, hvor de er viderebehandlet til brug for SAMBA-RENS-modellen. Endvidere vil fundne/beregnete tidskonstanter til modellen blive behandlet her.

Som tidligere nævnt er der en overløbsmulighed efter forklaringstankene. Idet vandet der uledes herfra, har gennemgået en primær bundfældning, vil det indeholde lavere stofkoncentrationer, end hvis det blev udledt fra et almindeligt overløbsbygværk. I tabel 4.4 er angivet hvor meget, der bundfældes.

Stof	Reduktion
BOD	15%
Tot-P	5%
Tot-N	5%
SS	50%

Tabel 4.4
Reduktion ved primærbundfældning.

4.5 Opstilling af oplandsmodel

Som det tidligere er omtalt, foretager BHR sideløbende med denne opgave en planlægning, der bl.a. sigter mod at hindre opstuvning i kældrene i Tårnby Kommune. For at kunne gennemføre beregninger der viser stuvningsniveauet, er det nødvendigt at beskrive oplandet mere detaljeret, end hvis beskrivelsen udelukkende skal anvendes til beregninger, hvor formålet er at bestemme belastningen på omgivelserne. Det er derfor valgt at beskrive oplandet så detaljeret, at data kan anvendes til stuvningsberegninger.

Den reducerede oplandsmodel for hele Tårnby Kommune indeholder 331 ledninger, 319 brønde, 4 overløbsbygværker og 4 pumpestationer. Til 199 af de 319 brønde er der tilknyttet arealer.

4.5.1

Bestemmelse af pumpekapaciteter

Afstrømningsforløbet i Tårnby Kommune er karakteriseret ved, at alt vandet passerer mindst en pumpestation inden det ledes til renseanlægget. Udfra kendskabet til pumpekapaciteter og pumpestider er det muligt at bestemme den vandmængde, der har passeret pumpestationen i den betragtede periode. Pumpeydelse er bestemt som den teoretiske ydelse, og er i et enkelt tilfælde verificeret ved hjælp af måling på stedet.

Pumpernes driftstider registreres af Tårnby Kommune som den samlede køretid pr. døgn. På enkelte pumpestationer registreres endvidere hvornår på døgnet, pumperne kører.

4.5.2

Bestemmelse af tørvejrsvandføring

Tørvejrsvandføringen fra de enkelte oplande er bestemt som gennemsnittet af 10 tørvejrs-døgn. Et tørvejrs-døgn er i denne forbindelse defineret som et døgn, hvor det ikke har regnet i indtil 2 døgn før. Definitionen sikrer, at der i bestemmelse af tørvejrsvandføringen ikke medtages indsvivet regnvand.

4.5.3

Bestemmelse af afstrømningsarealer

I MOUSE er der fire inddataparametre, der ud over regnen har indflydelse på den afstrømmende mængde:

- Deloplandets **overfladeareal** og **befæstelsesgrad** er bestemt ved hjælp af planmaterialet og luftfotos. Befæstelsesgraden er et udtryk for, at det kun er fra de befæstede arealer, der sker afstrømning til afløbssystemet.
- **Reduktionsfaktoren** er et udtryk for, at kun en del af regnvandsmængden på de befæstede flader ledes til afløbssystemet. Det skyldes f.eks., at der i nogle villakvarterer er anvendt faskiner.
- **Initialtabet** er et udtryk for den regnmængde, der opmagasineres på overfladen (vandpytter, m.v.). Initialtabet er generelt sat til 0.6 mm.

For at kunne bestemme reduktionsfaktoren er det nødvendigt at kende sammenhængen mellem nedbørsmængden og den afstrømmende vandmængde der hidrører fra nedbøren, altså den samlede afstrømning minus spildevandsmængden.

De tidligere omtalte data fra pumpestationerne er anvendt til at bestemme den afstrømmende vandmængde fra oplandene. Ved at dividere den afstrømmede vandmængde med nedbørsmængden og det befæstede areal fås reduktionsfaktoren. For at få en så god bestemmelse af denne som muligt, er reduktionsfaktoren bestemt som gennemsnittet af mindst tre regnhændelser med en regndybde på minimum 6 mm.

5. Udledte vand- og stofmængder fra det eksisterende system

Til bestemmelse af de udledte vand- og stofmængder fra det eksisterende system anvendes EDB-modellen, SAMBA-RENS. Modellen bestemmer de udledte mængder fra såvel overløbsbygværker som renseanlæg. I afsnit 3.3 er givet en detaljeret beskrivelse af modellen.

5.1 Verifikation af oplandsbeskrivelse

For at sikre, at den opstillede oplandsbeskrivelse afspejler afstrømningsforholdene korrekt, er der foretaget en kalibrering og verifikation af beskrivelsen. I afsnit 4.4 er beskrevet de registreringer, som Tårnby Kommune har foretaget i kloaksystemet gennem de sidste 10 år. Registreringerne omfatter tidspunkt for aflastning fra to overløbsbygværker, samt i hvilke perioder der har været vand i bassinet på lufthavnen. Endvidere registreres nedbør via Spildevandskomiteens regnmålersystem tre steder i kommunen.

Ved at anvende registrerede nedbørsdata målt ved P4.1 som inddata til SAMBA-RENS og sammenligne de beregnede aflastningstidspunkter med de registrerede, er det muligt at justere, den opstillede oplandsbeskrivelse.

Sammenligningen mellem de registrerede og beregnede tidspunkter for aflastningerne viser, at der ikke er fuld overensstemmelse mellem beregningerne og registreringerne. Uoverensstemmelsen skyldes primært regnens variation over oplandet.

Som det er beskrevet i afsnit 4.5, er der konstateret betydelig variation i den målte regnmængde på de tre målere i Tårnby. F.eks. er der registreret en nedbørsmængde på 31 mm den 25.05.1979 på regnmåleren ved P4.1, hvorimod regnmåleren på renseanlægget har registreret 0,4 mm.

Følgende hændelser er udeladt af sammenligningen:

- hvor der er betydelig variation i den regnmængde, der er målt på de forskellige stationer.
- hvor det udfra nedbørsmængden og aflastningen kan konstateres, at registreringen sandsynligvis er fejlbehæftet.

I tabel 5.1 er vist antallet af registrerede og beregnede hændelser, hvor der har været overløb fra de to overløb samt vand i bassinet. Endvidere er angivet antallet af hændelser, hvor der er sammenfald mellem registreringer og beregninger.

	Opland 1	Opland 2 Bassin	Opland 3 Fort Sigurd
Antal re- gistreringer	67	31	65
Heraf usikre	18	4	8
Sikre re- gistreringer	49	27	53
Antal be- regnede	47	25	64
Sammenfald	45	19	50

Tabel 5.1

Sammenligning mellem registrerede og beregnede hændelser.

Sammenligningen i tabel 5.1 viser, at der er overensstemmelse mellem de registrerede og beregnede hændelser i mere end 75% af tilfældene. Det kan således konkluderes, at den opstillede oplandsbeskrivelse beskriver virkeligheden tilfredsstillende.

5.2 Inddata til renseanlægsmodel

Pumperne P1.2 og P2.1, der fører vandet fra oplandene til renseanlægget, kan pumpe en samlet mængde på 1260 l/s. For at beskytte renseanlæggets biologiske del er der placeret et overløbsbygværk, betegnet OVRENS efter den primære bundfældning og inden den biologiske del. Kapaciteten af den biologiske del er bestemt til 900 l/s. SAMBA-RENS beregner udelukkende de udledte stofmængder fra den biologiske del, hvorimod overløbsbygværket OVRENS er at betragte som et almindeligt overløbsbygværk.

I afsnit 4.5 er beskrevet, hvordan data til brug for SAMBA-RENS er opstillet. For at kunne anvende modellen er det nødvendigt at opsplitte koncentrationerne af BOD, Tot-N og Tot-P på opløst form og bundet til SS.

Resultaterne fremgår af tabel 5.2. Beregningsmæssigt er koncentrationerne fundet ud fra erfaringstal for BOD, Tot-N og Tot-P i slam.

		BOD mg/l	Tot-N mg/l	Tot-P mg/l	SS mg/l
C-DSS	C-tørvejr, bundet	0,5	0,6	0,2	15
C-DSO	C-tørvejr, opløst	34,5	34,4	7,8	-
C-RRS	C-regnvejr, bundet	0,6	0,7	0,3	17
C-RSO	C-regnvejr, opløst	40,4	27,5	6,4	-
C-SSS	C-slamflugt, bundet	6,7	8,0	3,0	200
C-SSO	C-slamflugt, opløst	40,4	27,5	6,4	-

Tabel 5.2

Koncentrationer for det eksisterende renseanlæg. Bogstavsymbolerne fremgår af figur 3.4.

Ud over ovennævnte koncentrationer er en række tidskonstanter, se afsnit 3.3, bestemt ud fra måling under regnhændelserne.

Konstanterne er bestemt ud fra målinger på det eksisterende renseanlæg. I tabel 5.3 er de seks tidskonstanter og to beregningsmæssige konstanter vist.

K1 = 0,5 h	K2 = 0,5 h	K3 = 0,2 h	K4 = 0,4
K5 = 36 h	K6 = 0,3 h	M2 = 2,0	KS = 0,2

Tabel 5.3

Tids- og beregningskonstanter for det eksisterende renseanlæg. Bogstavsymbolerne fremgår af figur 3.4.

5.3 Belastningen på omgivelserne fra det eksisterende system

I beregningerne anvendes følgende opdeling af udledningerne:

- til følsomme recipienter med væsentlig rekreativ interesse.
- til mindre følsom recipient med forudgående primærbundfældning.

- til mindre følsom recipient med forudgående mekanisk/biologisk rensning.

Den samlede afstrømmende spildevandsmængde pr. år er opgjort til 4.711.000 m³, og den gennemsnitlige afstrømmende regnmængde er bestemt til 983.000 m³ pr. år.

Beregningerne er gennemført med modellen SAMBA-RENS, med den kalibrerede oplandsmodel og de anvendte stofkoncentrationer for hhv. spildevand og regnvand fremgår af tabel 4.2.

I tabel 5.4 er resultatet af den gennemførte beregning angivet.

Udledningerne er opgjort efter recipienternes følsomhed, samt hvilken rensning udledningen har gennemgået.

De mest følsomme recipienter er:

A00018: Udledning fra Opland I til Øresund ved Kastrup Lystbådehavn.

P2.1 : Udledning til Øresund ved Kastrup Havn. Udløbet ligger ca. 200 m nord for badeanstalten.

P3.1 : Udledning til Nordre Landkanal.

P4.1 : Udledning til Nordre Landkanal.

PKT	Vol [m ³ /år]	BOD [kg/år]	Tot-N [kg/år]	Tot-P [kg/år]	SS [kg/år]
A00018	25.000	849	295	75	4.742
P4.1	2.500	76	27	7	453
P3.1	24.100	849	294	76	4.486
P2.1	200	5	2	1	33
I ALT AFLAST	51.800	1.779	618	159	9.714
OVRENS	17.200	600	217	56	1.628
RENS	5.627.300	210.500	199.544	45.847	127.040
SUM	5.694.000	203.800	200.352	46.055	137.950

Tabel 5.4
Årligt udledte stof- og vandmængder fra det eksisterende system.

Recipienterne, som disse overløbsbygværker aflaster til, er af væsentlig rekreativ interesse. Disse udledninger er summeret under I ALT AFLAST.

Det vand, der ledes til renseanlægget, gennemgår en primærbundfældning, inden det ledes til renseanlæggets biologiske del. Efter den primære del er placeret et overløbsbygværk, som betegnes OVRENS. De udledte forureningsmængder fra dette overløb er reduceret som angivet i tabel 4.4 på grund af bundfældning.

Udledningen fra OVRENS ledes sammen med det rensede vand fra renseanlægget, betegnet RENS, gennem en havledning ca. 2 km ud i Øresund.

6. Beregning af fremtidige forhold

6.1 Generelt

For at belyse den forureningsmæssige effekt af styring er der med udgangspunkt i Tårnby Kommunes afløbssystem vurderet en række varianter af anlægsombygninger og styringstrategier. De enkelte varianter er vurderet med hensyn til hvor store vand- og stofmængder, der udledes fra overløb og renseanlæg. Alternativerne er vurderet på baggrund af beregninger gennemført med SAMBA-RENS og SAMBA-RENSSTYR. På figur 6.1 er oplandsmodellen af Tårnby Kommunes afløbssystem vist skematisk.

Sammenligningerne af de alternative systemer vurderes efter to forhold:

- hvor meget der udledes af stofferne: BOD, Tot-N, Tot-P, SS og i mindre grad vandmængder (kvantitativ).
- hvor meget der udledes til forskellige recipienter af ovennævnte stoffer (kvalitativ).

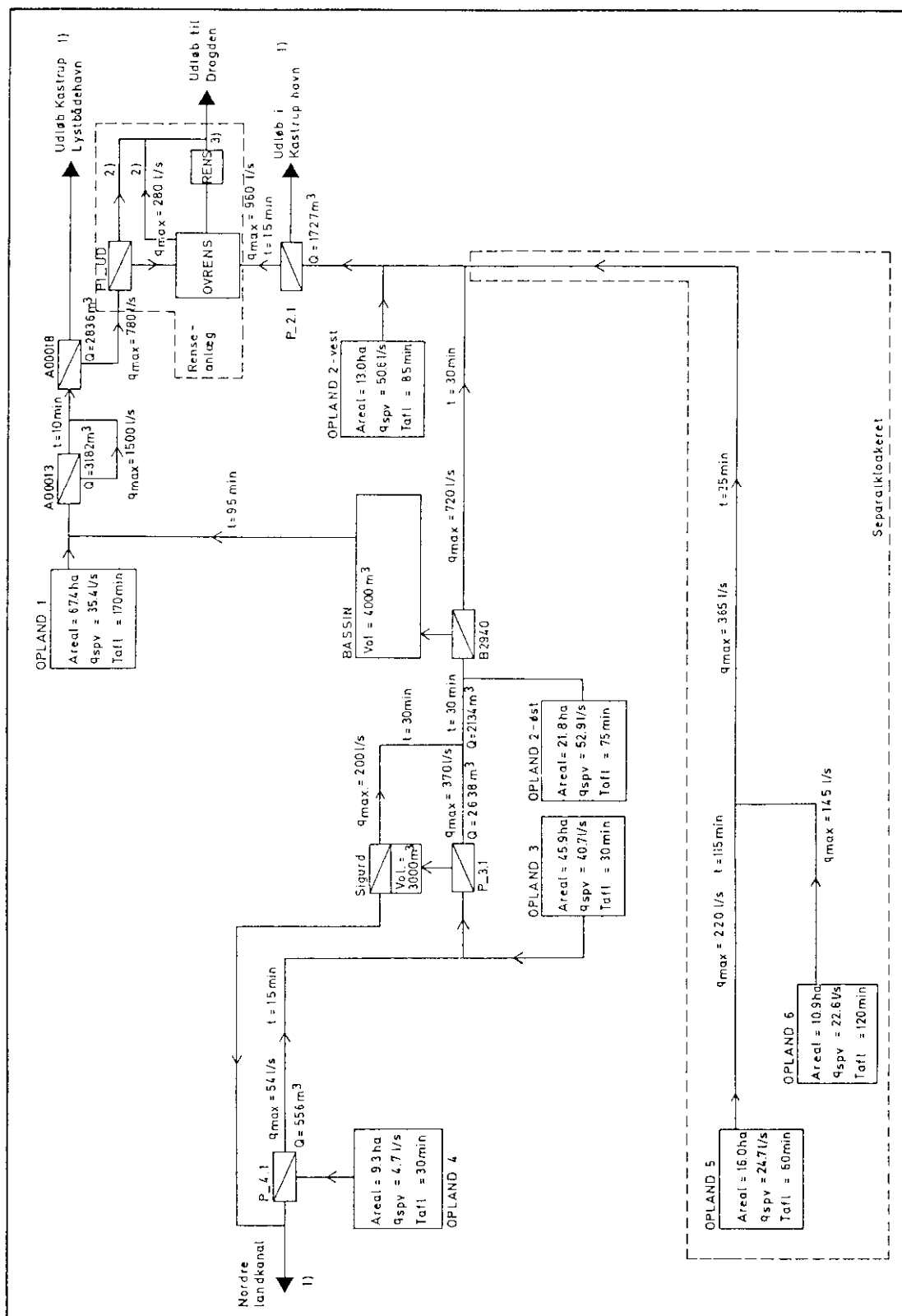
Udledningerne kan opdeles i 3 kategorier:

- 1): **aflastning** (urenset) til sartere recipienter.
- 2): udledning efter **primær bundfældning** ved renseanlægget.
- 3): udledning efter afsluttet behandling i **renseanlæg**.

Udledning efter primær bundfældning ledes sammen med udledningen fra renseanlægget 2 km ud i Øresund.

Sammenligningerne af disse alternativer er behandlet i de følgende fem afsnit:

- 6.2 Afløbssystemet
- 6.3 Renseanlægget
- 6.4 Integreret styring
- 6.5 Udligningsbassin
- 6.6 Planlagt styring i Tårnby



Figur 6.1

Model af det samlede system. Udledningerne er opdelt i 3 kategorier: 1) Aflastning. 2) Udledning efter primær bundfældning. 3) Udledning fra renseanlæg.

For hver enkelt af de opstillede alternativer hører der en model af afløbssystemet og et sæt styringsfunktioner. I afsnit 6.7 og 6.8 er givet en detaljeret beskrivelse af, hvordan styringsfunktionerne er opstillet, samt hvordan de er implementeret i SAMBA-RENSSTYR. Denne detaljerede beskrivelse gælder udelukkende for styringsstrategien, som den etableres i Tårnby, jf. afsnit 4.3 og 4.4. Data for det mulige fremtidige renseanlæg i Tårnby er angivet i afsnit 6.9.

6.2 Afløbssystemet

6.2.1

Sammenligning af det eksisterende og det forbedrede ustyret system

For at kunne vurdere, hvor meget forureningen reduceres ved det forbedrede afløbssystem uden styring, er følgende to beregninger gennemført:

B: eksisterende afløbssystem og fremtidigt renseanlæg

EO: forbedret, ustyret afløbssystem og fremtidigt renseanlæg

Figur 6.2 viser resultatet grafisk af aflastede mængder til sarte recipienter.

I tabel 6.1 er vist den procentvise reduktion.

Aflastning	BOD	Tot-N	Tot-P	SS
Reduktion B/EO	75%	73%	73%	71%

Tabel 6.1

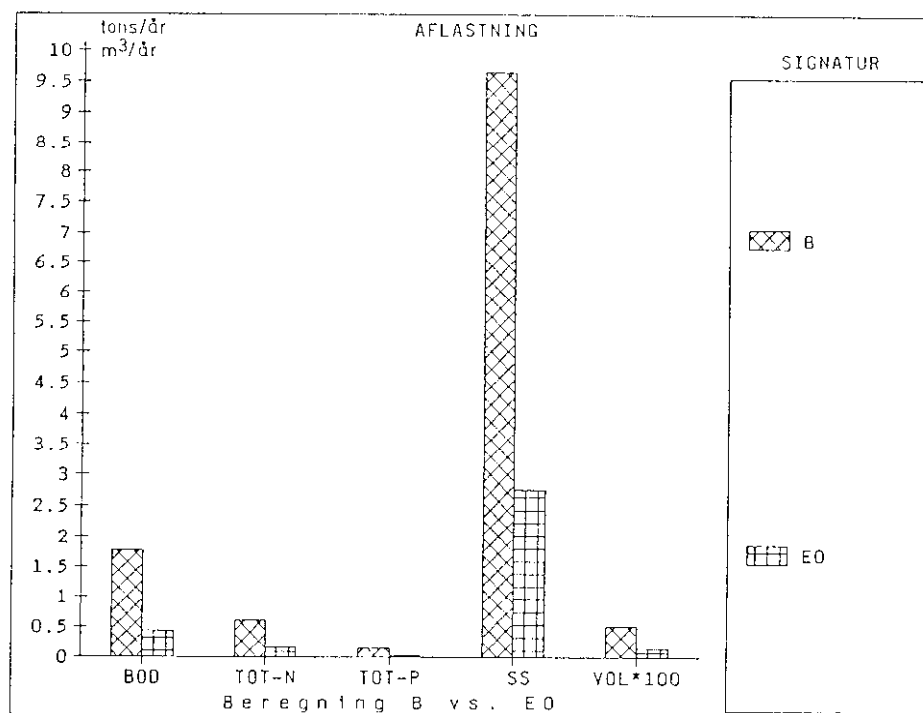
Reduktion af aflastede stofmængder.

Det ses, at man opnår en markant reduktion, alene som følge af forbedringen af afløbssystemet.

6.2.2

Konklusion i forbindelse med afløbssystemet

Der opnås en markant reduktion af aflastede stofmængder til sarte recipienter, idet regnbelastningen udjævnes med den ekstra bassinkapacitet.



Figur 6.2

Aflastede mængder for eksisterende afløbssystem og renseanlæg (B) og forbedret, ustyret afløbssystem og renseanlæg (EO).

Imidlertid har den større bassinkapacitet ingen indflydelse på den samlede udledning, idet renseanlægget belastes tilsvarende mere, hvilket resulterer i større overløbsmængder fra renseanlæggets forklaringstanke. Belastningen overføres altså fra sarte recipienter til mere robuste.

Det er væsentligt at bemærke, at bassinerne i Tårnby pga. det flade, lavtliggende terræn altid anvendes fuldt ud, inden der sker aflastning. Desuden bliver bassinerne fyldt og tømt i samme takt. Der sker derfor ikke aflastning fra et bassin, samtidig med at der er ledig bassinkapacitet et andet sted.

6.3 Renseanlægget

Renseanlægget skal ombygges til næringssaltfjernelse. I det følgende underafsnit belyses hvad der opnås, når det forbedrede renseanlæg også styres.

6.3.1

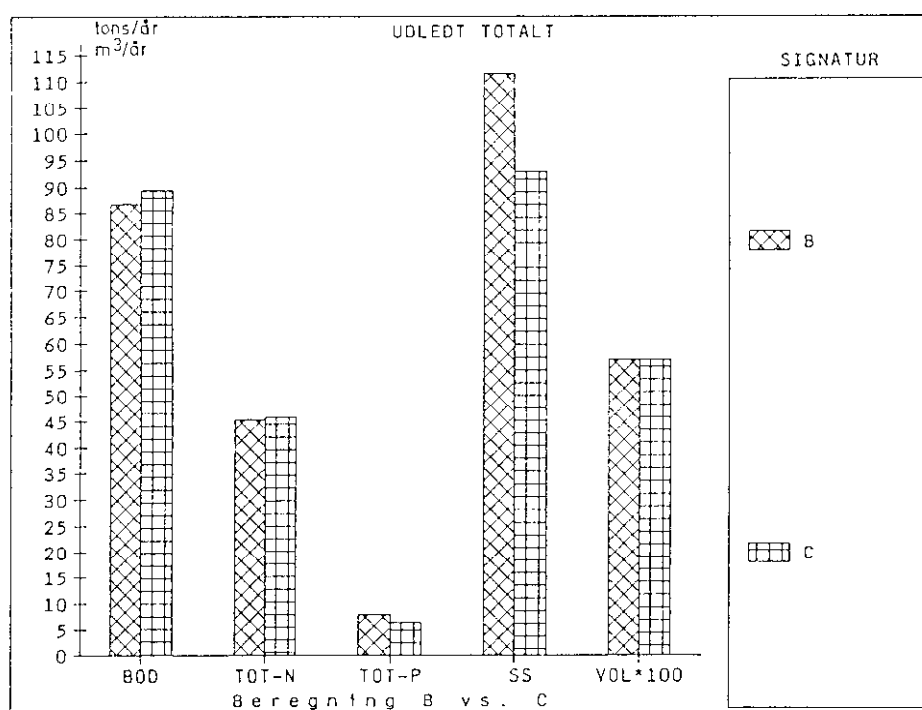
Sammenligning af fremtidigt ustyret renseanlæg og fremtidigt styret renseanlæg

Følgende to beregninger belyser reduktionen i udledte stofmængder, når afløbskapaciteten til renseanlæggets biologiske del styres.

B: eksisterende afløbssystem og fremtidigt ustyret renseanlæg.

C: eksisterende afløbssystem og fremtidigt styret renseanlæg.

Resultatet er præsenteret i figur 6.3, der viser de samlede årlige udledte stofmængder for (B) og (C).



Figur 6.3

Totalt udledte mængder for system med fremtidigt ustyret renseanlæg og fremtidigt styret renseanlæg.

Figuren viser, at styringen af afløbskapaciteten til renseanlæggets biologiske del giver en betydelig reduktion af Tot-P og SS som det ligeledes fremgår af tabel 6.2. Derimod er der tilsyneladende tale om små stigninger for BOD og Tot-N.

Udledt totalt	BOD	Tot-N	Tot-P	SS
Reduktion B/C	-3%	0%	19%	17%

Tabel 6.2
Reduktion af udledte stofmængder.

Reduktionen af specielt SS, som svarer til ca. 19 tons/år, skyldes, at der styres efter slamtæppeniveauet, således at slamflugt aldrig indtræffer.

6.3.2

Konklusion i forbindelse med renseanlægget

Når der etableres styring af afløbskapaciteten efter slamtæppeniveau, så slamflugt undgås, opnås en betydelig reduktion af SS (17% ~ 19 tons/år).

6.4 Integreret styring af afløbssystem og renseanlæg

De følgende underafsnit belyses, hvad der opnås ved integreret styring af afløbssystem og renseanlæg.

6.4.1

Sammenligning af det fremtidige ustyrede system og det fremtidige styrede system

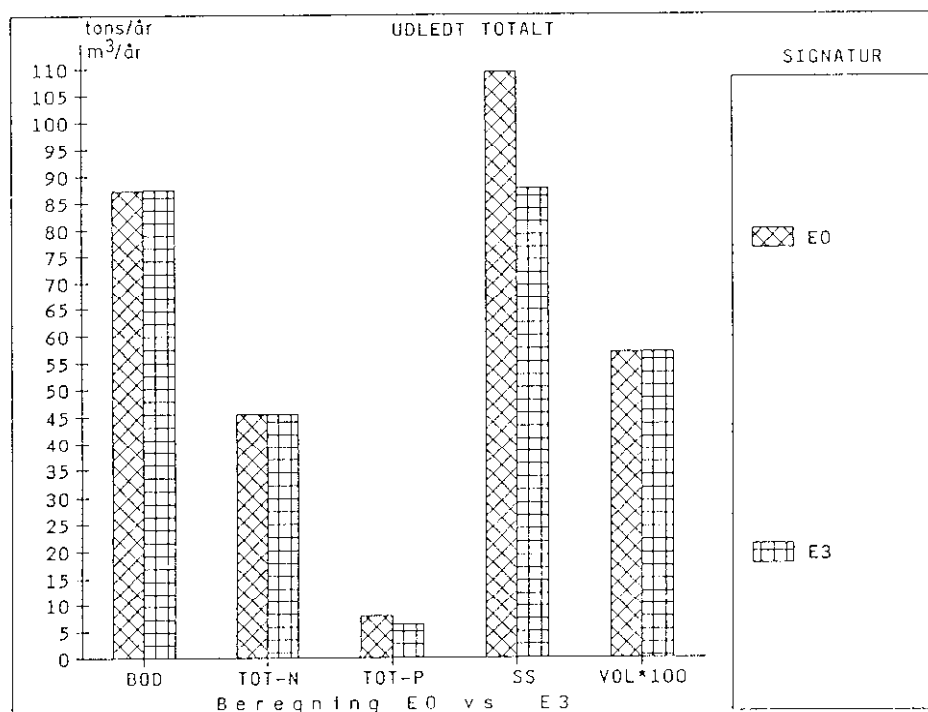
Følgende to beregninger belyser reduktionen af de samlede udledte stofmængder:

EO: fremtidigt ustyret afløbssystem og renseanlæg

E3: fremtidigt styret afløbssystem og renseanlæg

I E3 styres integreret hvilket vil sige, at både afstrømningen fra bassinerne i oplandene og tilløbet til efterklaringstanken styres efter slamtæppeniveauet. I E3 er styringsfunktionerne tilrettelagt, så bassinerne udnyttes fuldt ud svarende til, at aflastningerne minimeres.

Sammenligningen mellem de samlede udledte stofmængder for EO og E3 er vist i figur 6.4.



Figur 6.4
Totalt udledte mængder for fremtidigt ustyret system og samme system med integreret styring.

Figuren viser, at den integrerede styring medfører stor reduktion af udledte stofmængder, specielt for SS, som vist i tabel 6.3.

Udledt totalt	BOD	Tot-N	Tot-P	SS
Reduktion EO/E3	0%	1%	19%	20%

Tabel 6.3
Reduktion af udledte stofmængder.

6.4.2

Konklusion i forbindelse med integreret styring

Med integreret styring, hvor slamflugt undgås, opnås en betydelig reduktion af Tot-P og SS. Tot-P reduceres 19% (~ 1,5 tons/år) og SS reducerer 20% (~ 23 tons/år).

6.5 Udligningsbassin på renseanlæg

I de følgende underafsnit belyses:

- effekten af at udvide renseanlægget med et udligningsbassin, når der ikke styres
- effekten af at udvide renseanlægget med et udligningsbassin, når der styres integreret

I begge tilfælde fastlægges udligningsbassinernes størrelse, så aflastning fra forklaringstanken kun yderst sjældent indtræffer. Når der ikke styres, skal udligningsbassinets volumen være 8.600 m³, mens volumen skal være 48.000 m³, når der styres integreret.

Forskellen i bassinstørrelsen skyldes, at tilfølskapaciteten til renseanlægget ved integreret styring er reduceret, når der er risiko for slamflugt.

6.5.1

Sammenligning af fremtidigt ustyrede renseanlæg og fremtidig ustyrede renseanlæg, udvidet med stort udligningsbassin

Følgende to beregninger belyser den forureningsmæssige effekt, når der i forbindelse med renseanlægget bygges et udligningsbassin på 8600 m³.

B: eksisterende afløbssystem og fremtidigt ustyrede renseanlæg

EU: fremtidigt, ustyrede afløbssystem og fremtidigt ustyrede renseanlæg, udvidet med bassin på 8600 m³

Resultatet er præsenteret i figur 6.5 og viser de samlede årligt udledte mængder for (B) og (EU).

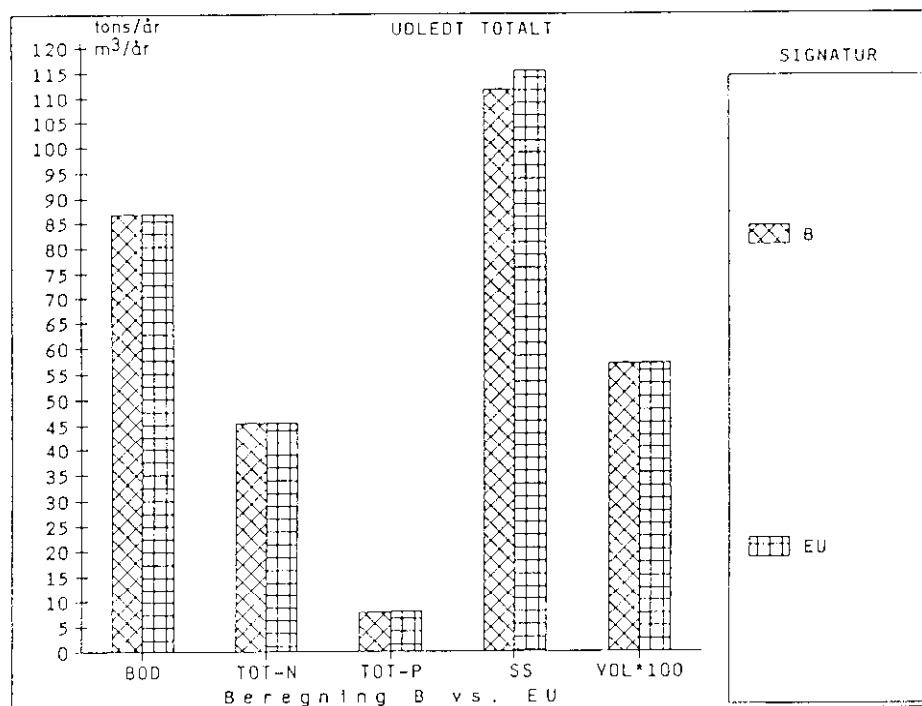
Bassinudvidelsen giver anledning til forøgede stofudledninger fra renseanlæg og dermed totalt. Forøgelsen af stofmængderne fremgår af tabel 6.4.

Udledt totalt	BOD	Tot-N	Tot-P	SS
Stigning B/EU	0%	0%	3%	4%

Tabel 6.4

Stigning af udledte stofmængder.

Resultatet er en følge af, at renseanlægget i længere perioder vil være udsat for maksimal hydraulisk belastning, hvilket giver længere perioder med slamflugt.



Figur 6.5

Totalt udledte mængder for system med fremtidig ustyret renseanlæg (B) og samme renseanlæg udvidet med bassin på 8600 m³ (EU).

6.5.2

Sammenligning af fremtidigt styret system og fremtidigt styret system, udvidet med stort udlægningsbassin

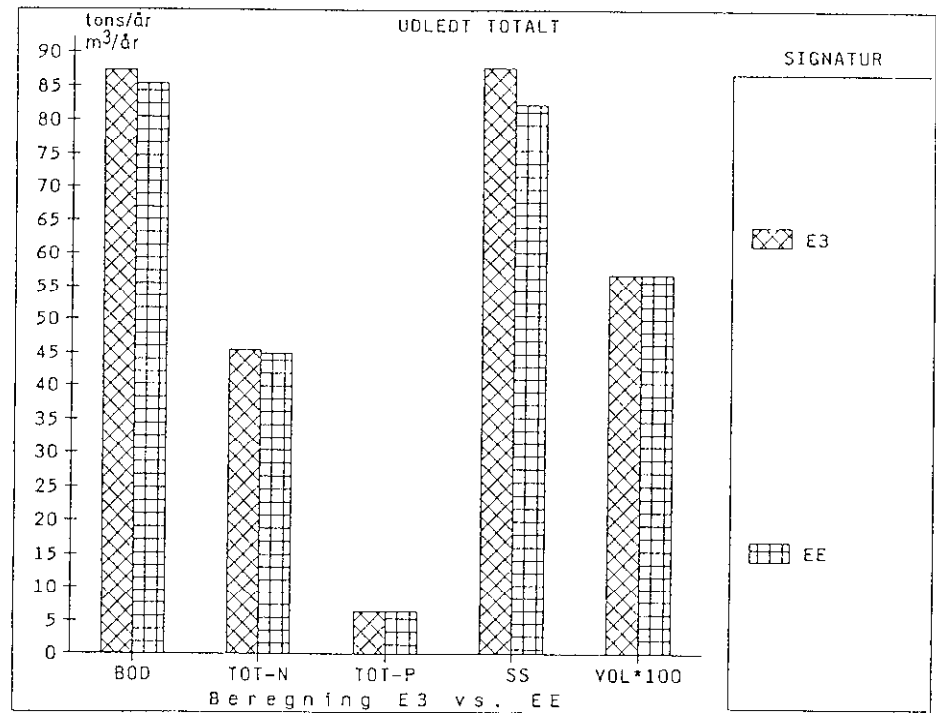
Følgende to beregninger belyser reduktionen af de samlede udledte stofmængder, når renseanlægget udvides med et bassin på 48.000 m³:

E3: fremtidigt styret afløbssystem og renseanlæg

EE: fremtidigt styret afløbssystem og renseanlæg, hvor der etableres et bassin på 48.000 m³

De samlede årlige udledte stofmængder for E3 og EE er vist i figur 6.6.

Bassinudvidelsen vil, når der styres, bevirke en reduktion af udledte stofmængder, men som tabel 6.5 viser af beskedent omfang, når man tager det store bassinvolumen i betragtning.



Figur 6.6

Totalt udledte stofmængder fra det fremtidig styrede system (E3) og samme styrede system udvidet med et stort udligningsbassin.

Udledt totalt	BOD	Tot-N	Tot-P	SS
Reduktion E3/EE	3%	1%	1%	6%

Tabel 6.5

Reduktion af udledte stofmængder.

6.5.3

Konklusion i forbindelse med etablering af udligningsbassin ved renseanlæg

Når der ikke styres, kan udvidelse af bassinvolumen i tilknytning til et renseanlæg medføre stigning i de totalt udledte mængder. I det viste eksempel i afsnit 6.5.1, hvor der etableres et udligningsbassin på 8.600 m³, udledes der 4% mere SS (~ 4 tons/år).

Når der styres, vil udvidelse af bassinvolumen, på renseanlæg kun give anledning til beskeden reduktion af de samlede årlige udledte stofmængder, når det store bassinvolumen tages i betragtning.

6.6 Planlagt styring i Tårnby

I det følgende underafsnit belyses konsekvensen ved at tilrettelægge styringen af systemet, så både hyppigheden af kælderoversvømmelser og de aflastede stofmængder minimeres.

6.6.1

Sammenligning af alternative styringsmetoder for det fremtidige system

Følgende 3 beregninger sammenlignes:

- E0: fremtidigt ustyret afløbssystem og renseanlæg
- E3: fremtidigt styret afløbssystem og renseanlæg, hvor styringen sker efter slamtæpeniveau
- E2: fremtidigt styret afløbssystem og renseanlæg, hvor styringen sker efter at minimere antallet af kælderoversvømmelser

I Tårnby Kommune skal der tages specielt højde for risikoen for kælderoversvømmelser. Det skyldes det flade og lavtliggende terræn, som betyder, at bassinvolumener ikke kan udnyttes fuldt ud under kritisk belastning, uden at det medfører risiko for kælderoversvømmelser. Det er derfor ikke muligt at minimere hyppigheden for kælderoversvømmelser og minimere aflastede/udledte mængder samtidigt.

Den planlagte styring i Tårnby Kommune tilrettelægges, så der i størst mulig omfang tages hensyn til at reducere antallet af kælderoversvømmelser. Styringsfunktionerne opstilles så de følger principperne, som er beskrevet i kapitel 4. Kort fortalt sikrer de planlagte styringsfunktioner at:

- hvis et eller flere oplande er kritisk belastet (risiko for kælderoversvømmelse) bortpumpes der altid maksimalt fra det pågældende opland, uanset om det medfører aflastning.
- slamflugt helt undgås ved, at afstrømning fra bassiner, og tilløbet til efterklaringstanken, styres efter slamspejlsniveauet. Det er denne styringsmetode, der betegnes som integreret styring

- bassinkapaciteter under ikke-kritiske forhold udnyttes mest muligt svarende til mindst mulig aflastning aflastning.

Disse principper er implementeret i system E2. Til sammenligning er styringsprincipperne i system E3:

- slamflugt helt undgås ved at afstrømning fra bassiner og tilløbet til efterklaringstanken styres efter slamspejlsniveau.
- bassinkapaciteter udnyttes altid mest muligt.

Sammenlignes systemerne E0, E3 og E2, vil system E2 aflaste mere end system E3, som igen vil aflaste mere end system E0. Til gengæld vil opstuvningen i system E0 være større end i system E3, hvor den igen vil være større end i system E2. Figur 6.7 og 6.8 illustrerer disse forhold.

I figur 6.7 er skematisk vist, hvorledes en opstuvningssituation tager sig ud i systemets 3 bassiner: SIGURD, BASSIN og A00018 samt i Opland 1's ledningsnet modelleret ved A00013. Stuvningsniveauerne i de 3 bassiner og i A00013 er vist for alternativerne E0, E3 og E2. Situationen er belyst for en kraftig regn, der netop ikke giver aflastning for system E0.

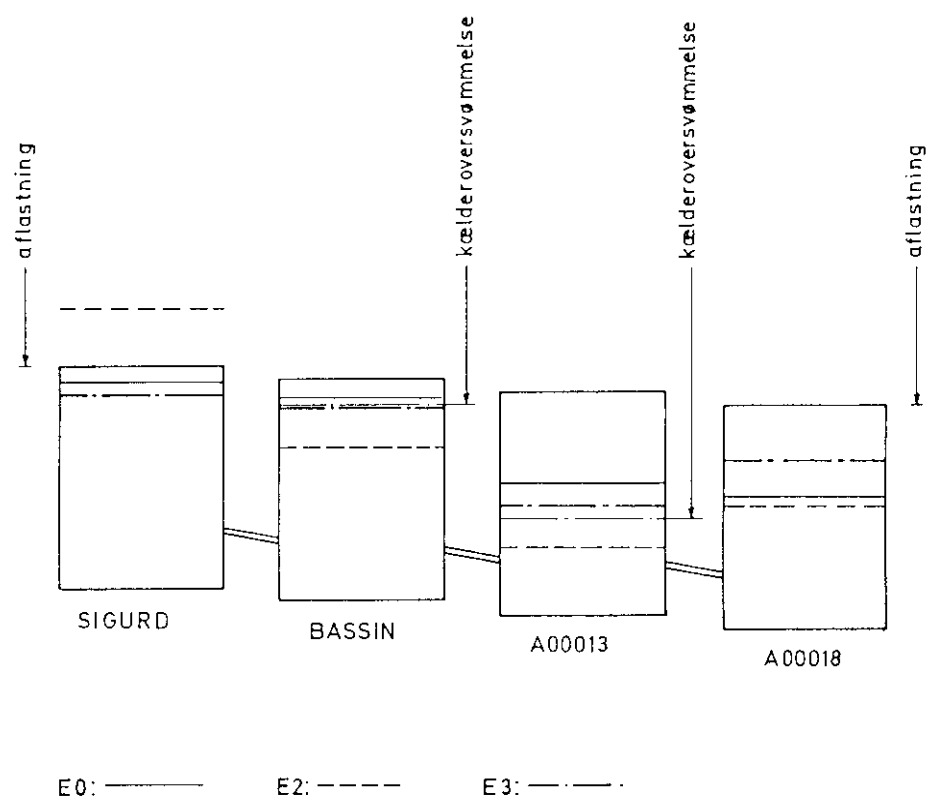
I system E0 vil der optræde kælderoversvømmelse, hvilket er illustreret ved, at det maksimale opstuvningsniveau er overskredet i BASSIN og i A00013.

I system E3 er kælderoversvømmelserne knap så omfattende som under E0. Til gengæld aflastes mere (ca. 10%), hvilket er vist i figur 6.8.

I system E2 ses, at kælderoversvømmelse undgås. Også her aflastes mere (ca. 20%), hvilket ligeledes ses af figur 6.8. Man skal bemærke stigningen først og fremmest skyldes, at der aflastes betydelige større mængder fra SIGURD for at skåne nedstrøms områder under kraftige regn.

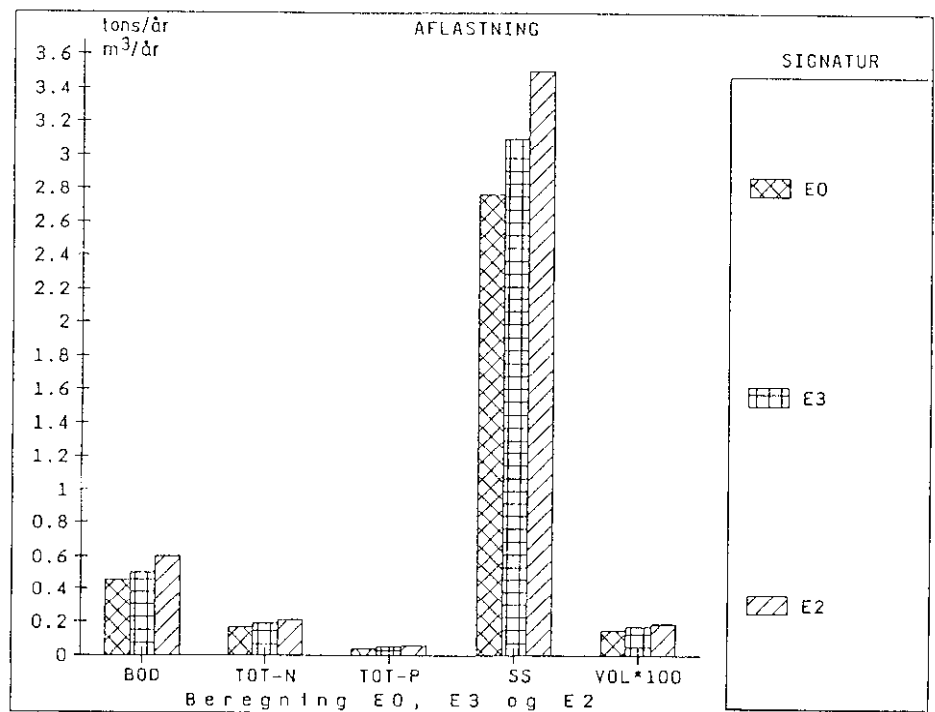
De samlede udledte mængder for de 3 beregnede systemer er præsenteret i figur 6.9 og i tabel 6.6 er vist procentvis stigning fra system E3 til E2.

Styring efter slamtæppeniveau, således at slamflugt undgås giver betydelig reduktion af specielt SS, hvad enten der styres som i system E3 eller system E2.



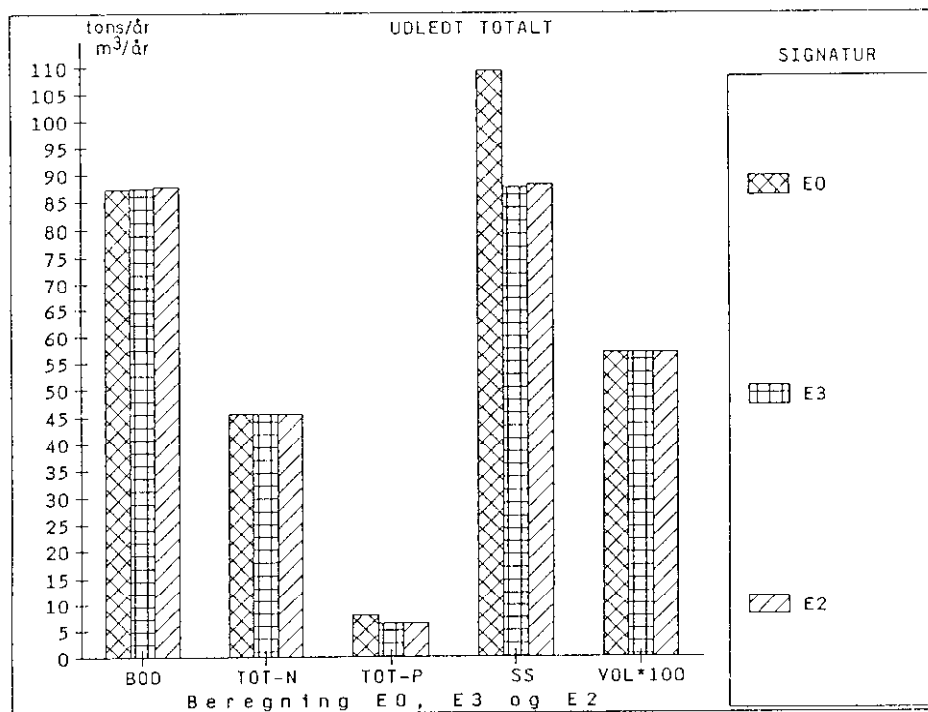
Figur 6.7

Skematisk fremstilling af stuvningsniveauer i de 3 bassiner (SIGURD, BASSIN og A00018) samt i Op-land 1's ledningsnet (A00013) for alternativerne E0, E3 og E2.



Figur 6.8

Aflastede mængder for fremtidigt system, dels ustyret (E0), dels styret primært efter slamtæppe (E3) og dels styret primært efter kældeover-
svømmelse (E2).



Figur 6.9

Totalt udledte mængder for det fremtidige system ved alternativerne E0, E3 og E2.

Udledt totalt	BOD	Tot-N	Tot-P	SS
Stigning E3/E2	1%	0%	1%	1%

Tabel 6.6

Stigning af udledte stofmængder for system E2 i forhold til system E3.

Af tabel 6.6 fremgår det tydeligt, at styringsprincippet i (E2) kun giver anledning til meget små stigninger i de samlede udledte stofmængder.

6.6.2

Konklusion i forbindelse med de specielle forhold i Tårnby

De specielle geografiske forhold i Tårnby gør, at man ved tilrettelæggelsen af styringsfunktionerne må tage specielt hensyn til at nedbringe hyppighederne af kældeversvømmelser.

Dette mål er i nogen grad komplementært med det andet væsentlige mål at reducere forureningen mest muligt.

6.7 Beregningsmetode

Beregningsresultaterne er tilvejebragt ud fra SAMBA-modeller af afløbssystem og renseanlæg. Rækkefølgen for gennemførelsen af projektet har været som følger:

- 1) Opstille SAMBA-model for det eksisterende afløbssystem og kalibrering efter målinger på nettet.
- 2) Detaljeret undersøgelse af Opland 1, herunder
 - stuvningsberegninger med MOUSE-dynamisk bølge og kalibrering efter kotemåling i Opland 1
 - indføring af styring i MOUSE-dynamisk bølge og kalibrere SAMBA med styring efter dynamisk bølge.
- 3) Generalisering af styreprincipper og funktioner til øvrige opland (2-6).

Ændringerne i styringsfunktionerne vil kun i begrænset omfang øge de totalt udledte stofmængder. Hovedparten af stigningen skyldes aflastninger til de sårbare recipienter.

Detaljer omkring beskrivelse af forholdene i det fremtidige system, behandles ikke yderligere, idet der i denne rapport først og fremmest lægges vægt på beskrivelse af metoder og resultater af undersøgelsen fremfor en grundig beskrivelse af de aktuelle forhold i Tårnby.

Figur 6.1 viser strukturen af det samlede system - Opland 1 til Opland 6 - og renseanlægget som det beregningsmæssigt indgår i SAMBA-RENSSTYR og SAMBA-RENS. Figuren viser de væsentligste parametre: oplandsarealer, spildevandsmængder, afløbstider samt bassinvolumener.

Renseanlægget er modelleret ved overløbet efter forklaringstanken, OVRENS hvirvelseparatoren. PI_UD samt det biologiske renseanlæg, RENS. Beregningspunkterne A00018 mv., som indgår i beregningsmodellen, anvendes herefter bl.a. ved gennemgang af styringsfunktioner.

6.8 Styringsprincip

Principperne for styring af renseanlæg og afløbssystem beskrives med udgangspunkt i strukturen, som vist i figur 6.1. Data for det reducerede system er vist herunder i tabel 6.7.

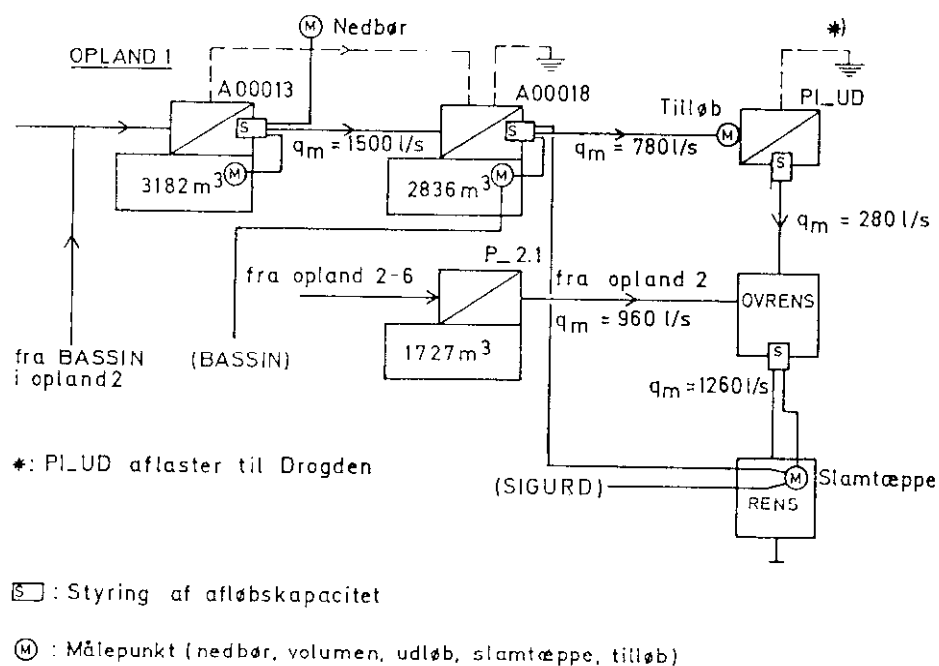
Knodepunkt	Koter		Overløbs-		Afløbskapacitet
	Bund (m)	Top (m)	Kote (m)	Punkt	Q-max. (l/s)
A00018	-1.70	1.66	0.0	*	280
A00013	-1.67	2.20	0.0	A00018	1500
P 2.1	-7.10	1.70	0.2	*	960
P 3.1	-4.70	4.50	0.3	SIGURD	370
P 4.1	-5.40	2.10	-1.3	*	54
OPL5	2.95	6.00	5.9	*	220
OPL6	1.80	6.00	5.9	*	145
BASSIN	0.00	4.00	4.0	*	200
SIGURD	0.00	2.00	1.0	*	200
B2940	0.98	5.10	3.5	BASSIN	720
PI UD	-1.75	2.30	0.0	*	280
OVRENS	-1.80	2.00	0.0	*	1240
RENS	-1.85	2.00	-	-	-

Tabel 6.7
Data for reducerede system.

I det følgende gives en kort beskrivelse af de opstillede styringsfunktioner for det valgte fremtidige system E2.

Figur 6.10, 6.11 og 6.12 viser med udgangspunkt i figur 6.1 den styringsmæssige kobling i hhv. Opland 1, renseanlæg, Opland 2 og Opland 3 og 4. Der foretages ingen styring i opland 5 og 6.

TK styringsprincip i SAMBA-RENSSTYR



Figur 6.10
Model af styring i Opland 1.

Modelpunkterne i Opland 1 er:

- A00013: Ledningsnettets volumen.
- A00018: Ledningsbassinets volumen.
- P_2.1: Pumpestation i Opland 2, hvorfra der pumpes til renseanlægget. Ledningsvolumen i Opland 2 er indeholdt knyttet til P_2.1.

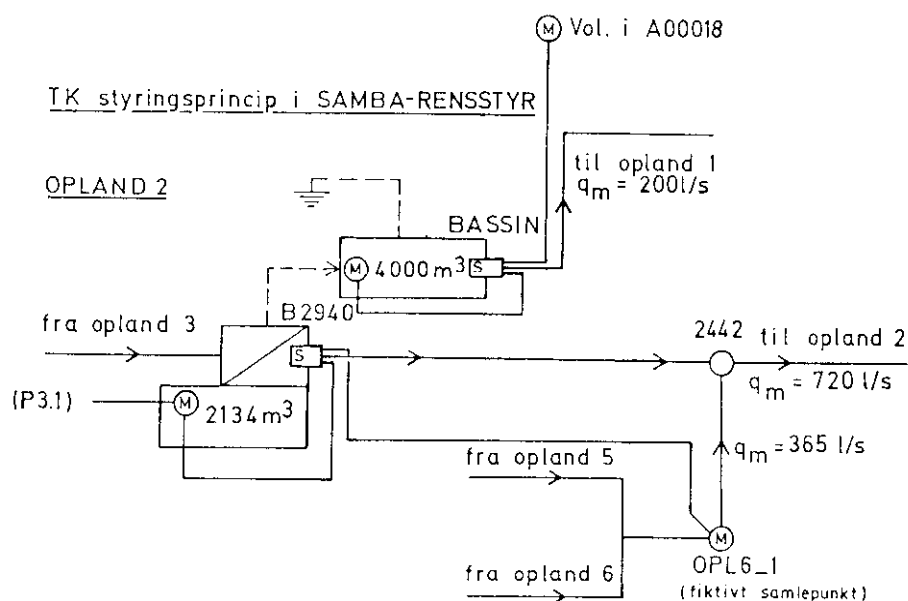
Renseanlægget er modelleret ved:

- PI_UD: Hvirløbsseparatoren.
- OVRENS: Forklaringstanken.
- RENS: Renseanlæggets biologiske del.

Princippet for styring af modelpunkternes afløbskapacitet er:

- A00013: Styres dels efter fyldningsgraden i Opland 1 og dels efter regnintensiteten. Des mere fyldning des mere pumpning (fra 140 l/s i tørvejr til 2.200 l/s, når kritisk niveau indtræffer, dvs. ved stor risiko for kælderoversvømmelse). Styring efter fyldningsgraden overlejljes af styring efter regnintensitet.
- A00018: Styres dels efter fyldningsgraden i ledningsbassinet og dels efter slam-spejlsniveauet i RENS. I takt med at slamspejlet stiger til kritisk niveau, reduceres A00018's afløbskapacitet på en sådan måde, at hvirvel-separatorens (PI_UD) rensekapacitet først udnyttes maksimalt. Derefter aflastes fra ledningsbassinet (A00018).
- PI_UD : Styres efter tilløbet til renseanlægget. Såfremt tilløbet overstiger (280 l/s) træder PI_UD i funktion.
- OVRENS: Styrer alene afløbskapaciteten efter slamtæppeniveauet i RENS. I takt med, at slamtæppet stiger til kritisk, niveau drøvler OVRENS tilløbet til RENS fra 1.260 l/s til 245 l/s.

Styringsfunktionen for OVRENS er bestemt, dels så regn af kortere varighed ikke giver aflastning, og dels så slamflugt undgås. Dette opnås ved, at OVRENS' afløbskapacitet er maksimal (1.260 l/s), indtil slamtæppet nærmer sig 90% af det slamtæppeniveau, som kan give slamflugt. Herefter drøvles kraftigt ned til 245 l/s.



[S] : Styring af afløbskapacitet

(M) : Målepunkt (nedbør, volumen, udløb, slamtæppe)

Figur 6.11

Model af styring i Opland 2.

Modelpunkter i Opland 2 er

- B2940: Ledningsvolumen i Opland 2.
- BASSIN: Bassinvolumen.

B2940 aflaster til BASSIN, hvorfra vandet pumpes til Opland 1 (A00013).

Princippet for styring af modelpunkternes afløbskapacitet er:

B2940 : Styringen af afløbskapaciteten i B2940 sker dels efter fyldningsgraden i Opland 2, dels så summen af afstrømningerne fra B2940 og Opland 5+6 aldrig overstiger 720 l/s. Dette styrings-

princip sikrer, at afstrømningen fra Opland 5+6 (som fortrinsvis indeholder spildevand) prioriteres fremfor afstrømningen fra B2940.

BASSIN: Styring af afløbskapaciteten i BASSIN sker dels efter fyldningen i Opland 1 og dels efter, hvor fyldt BASSIN er. Kun så længe der ikke er risiko for kælderoversvømmelse i Opland 1, afstrømmer BASSIN hertil, medmindre BASSIN er næsten fyldt. I såfald pumpes der til Opland 1, da aflastning fra A00018 ud i Øresund prioriteres, fremfor aflastning fra BASSIN til kældre.

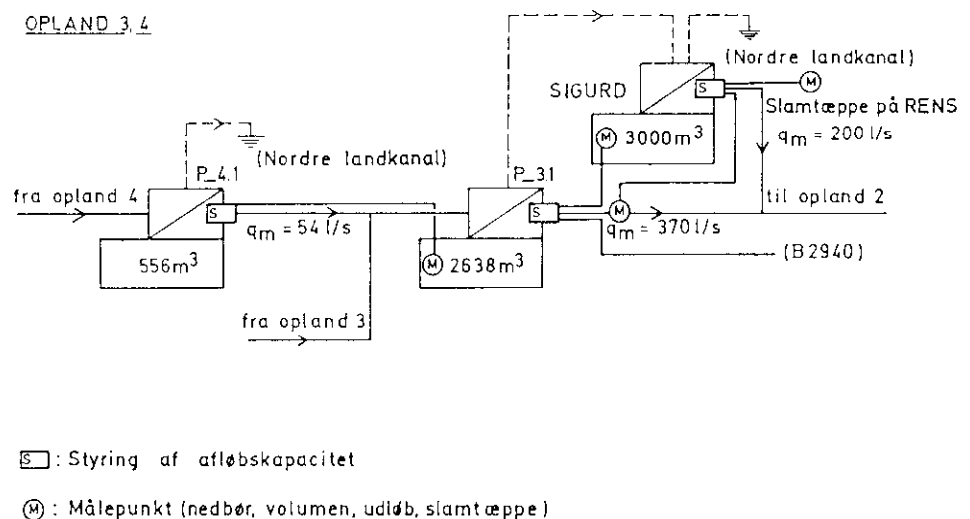
Da BASSIN's afløbskapacitet styres efter volumen i A00018, som styres efter slamtæppeniveauet i RENS, er BASSIN's styring indirekte afhængig af slamtæppeniveauet.

6.8.3

Styringsprincip i Opland 3 og 4

TK styringsprincip i SAMBA-RENSSTYR

OPLAND 3, 4



Figur 6.12
Model af styring i Opland 3 og 4.

Modelpunkterne for Opland 3 og 4 er

- P_3.1 : Pumpestation i Opland 3, hvorfra der pumpes til Opland 2. Ledningsvolumen i Opland 3 er knyttet til P_3.1.
- SIGURD: Bassin i tilknytning til Opland 3.

P_3.1 kan aflaste til SIGURD. Herfra kan vandet strømme tilbage til Opland 3, når der bliver plads.

- P_4.1 : Pumpestation i Opland 4, hvorfra der pumpes til Opland 3. Ledningsvolumen i Opland 4 er knyttet til P_4.1.

Styringsfunktioner for de 3 modelpunkter er:

- P_3.1 : Så længe der er plads i SIGURD, styres afløbskapaciteten efter fyldningsgraden i B2940. Der reduceres i takt med, at B2940 fyldes. Først når aflastning fra SIGURD træder i funktion, pumpes der med maksimal kapacitet fra P_3.1, uanset hvor meget B2940 er fyldt.
- SIGURD: Afløbskapaciteten styres alene efter slamtæppniveauet i RENS. Når slamtæppniveauet nærmer sig det kritiske niveau reduceres udledningen fra SIGURD mest muligt.
- P_4.1 : Afløbskapaciteten styres alene efter fyldningen i Opland 3. Kun når niveauet i Opland 3 ikke er kritisk, pumpes der fra P_4.1.

6.9 Data for det fremtidige renseanlæg

Beregningerne i afsnit 6.2 til afsnit 6.6 er gennemført enten med programmodulen SAMBA-RENS-STYR (slamtæppemodulet) eller med SAMBA-RENS (statistikmodulet). Disse moduler er beskrevet i kapitel 3.

Til begge programmoduler angives dimensioneringsdata for renseanlægget.

6.9.1

SAMBA-RENSSTYR data

Som tidligere beskrevet, vil det skitserede anlæg blive udbygget til næringssaltfjernelse ved at bygge nye reaktortanke og efterklaringstanke. Til dimensionering af det fremtidige anlæg er følgende forudsætninger opstillet:

Belast-
ning: 100.000 PE

Daglige
tilled-
ninger: 4.000 kg BOD, 4.800 kg SS,
800 kg total-N, 268 kg total-P

Tilløbs-
flow: $Q_{\text{døgn}} = 20.000 \text{ m}^3$
 $Q_{\text{time}} \text{ maks. tørvejr} = 2.000 \text{ m}^3/\text{h}$
 $Q_{\text{time}} \text{ maks. tørvejr+regn} = 4.000 \text{ m}^3/\text{h}$

Udleder-
krav: BOD = 15 mg/l
SS = 20 mg/l
NH₃ = 2 mg/l
Total-N = 8 mg/l
Total-P = 1,5 mg/l

P-fjer-
nelse: Simultanfældning i luftningstank

Ud fra disse forudsætninger er følgende stør-
relser for luftnings- og efterklaringstanke
fundet:

Luftningstank, volumen = 28.500 m³
Efterklaringstank, volumen = 13.500 m³
Efterklaringstank, overflade = 4.360 m²
Efterklaringstank, dybde = 3,11 m

Derudover er beregnet og defineret en række vær-
dier og konstanter. Af disse indgår følgende i
SAMBA-RENSSTYR-modellen:

Udbyttedefaktor = 0,63 kg SS/kg BOD (efter forbe-
handling)
Tyknerzonehøjde i efterklaringstank = 1,28 m
Slamvolumenindex = 155 ml/g
Slamkoncentration i luftningstank = 4 g/l
Returslamføring, tørvejr = 107%
Returslamføring, regnvejr = 55%

Endelig indgår konstanterne a og b, der i et be-
regningsudtryk angiver, hvor stor kortslutnings-
graden er, dvs., hvor meget "klaret vand", der
pumpes tilbage med returslammet. Disse værdier
er fundet til: a = 0,23, b = 0,35.

Det skal pointeres, at dimensioneringsparametre-
ne ikke nødvendigvis er de endelige parametre,
idet der ikke er taget stilling til det nye an-
lægs endelige opbygning, men kun til rammerne
for det udbyggede anlæg.

For at kunne belyse effekter af at styre efter slamtæppeniveauet er det nødvendigt at gennemføre beregninger med både SAMBA-RENSSTYR og SAMBA-RENS. I tabel 6.8 og 6.9 er inddata til SAMBA-RENS for det fremtidige renseanlæg angivet.

		BOD mg/l	Tot-N mg/l	Tot-P mg/l	SS mg/l
C-DSS	C-tørvejr, bundet	0,4	0,3	0,7	13,3
D-DSO	C-tørvejr, opløst	14,3	7,5	0,4	-
C-RRS	C-regnvejr, bundet	0,7	0,5	1,1	20
C-RSO	C-regnvejr, opløst	14,3	7,5	0,4	-
C-SSS	C-slamflugt, bundet	6,6	5,0	11,2	200
C-SSO	C-slamflugt, opløst	18	6,5	0,3	-

Tabel 6.8

Typiske udløbskoncentrationer for det fremtidige renseanlæg til brug i SAMBA-RENS. Bogstavsymbolerne fremgår af figur 3.4.

$K_1 = 1,0 \text{ h}$	$K_2 = 1,0 \text{ h}$	$K_3 = 0,2 \text{ h}$	$K_4 = 0,4 \text{ h}$
$K_5 = 36 \text{ h}$	$K_6 = 0,3 \text{ h}$	$M_2 = 2,0$	$KS = 0,2$

Tabel 6.9

Typiske reaktionstider for det fremtidige renseanlæg til brug i SAMBA-RENS. Bogstavsymbolerne fremgår af figur 3.4

Ved dimensionering af efterklaringstanke indgår den hydrauliske belastning under regn. Efterklaringstankene bygges således, at der under en regnperiode på få timer med fuld hydraulisk belastning (Q-time maks. tørvejr + regn) ikke vil ske overskridelse af udlederkravene.

Ved udbygning af Tårnby renseanlæg og bygning af flere regnvandsbassiner samt drift af afløbssystemet og renseanlægget vil renseanlægget modtage mere vand til rensning ved regnhændelser. Til gengæld vil det være muligt at regulere tilløbsflowet således, at anlægget ikke behøver at be-

lastes fuldt hydraulisk hele tiden. Man kan derfor forestille sig, at man bygger mindre efterklaringstanke og belaster dem mindre under og efter en regnhændelse. Dette medfører, at regnbelastningen bliver længere, idet der pumpes mindre til anlægget pr. time. Der er dog begrænsninger på, hvor meget mindre efterklarings-tankene kan udformes, da både afløbskravene stadig skal overholdes og en rimelig Q-time maks. tørvejr + regn skal benyttes. Endvidere kan returslamføringen ændres.

7. Konceptuelt design af styringssystem

7.1 Målsætning

Målsætningen for renoveringen af afløbssystemet i Tårnby Kommune er

- at minimere antallet af kælderoversvømmelser
- at beskytte sårbare recipienter som landkanalerne på Vestamager og strandzonen langs Øresund
- at minimere den forureningsmæssige belastning på hovedrecipienten Øresund

For at leve op til denne målsætning udføres der en række ændringer af afløbssystemets udformning som beskrevet i afsnit 6. Desuden etableres der et SRO-system, der skal styre, regulere og overvåge driften.

Ved etableringen af SRO-systemet skal en række forudsætninger være overholdt.

- Funktionen af afløbssystemet skal være intakt, hvis SRO-anlægget falder ud.
- Ved strømudfald skal ledningerne til overløb være åbne for at reducere omfanget af kælderoversvømmelser.
- Der skal være tilstrækkelig med overbestemmelser af måleværdier til at fejlvisninger kan kasseres.
- Fejlfunktion af en styret enhed må ikke medføre alvorlige konsekvenser for recipienter eller beboere.

Anlægget til at styre og regulere afstrømningen i Tårnby Kommunes afløbsnet består af

- SRO-anlæg (hovedstation og en række understationer)
- Styrende enheder
- Styrede enheder

7.2 SRO-system

Hovedstationen med terminal placeres på renseanlægget. Desuden er der en overvågningsterminal på Rådhuset.

Hovedstationen består af en PC'er, der dels indsamler oplysninger om den aktuelle driftssituation fra understationerne. Derefter beregnes driftsniveauerne og der afgives ordre til eventuelle omlægninger af driften.

Desuden kan hovedstationen løbende udarbejde rapporter om driften.

Hovedstationen vil være forberedt for at udveksle oplysninger med en station, der styrer renseanlægget.

På de vigtigste pumpestationer er der placeret understationer, der indsamler driftdata fra pumpestationens opland og videresender dem til hovedstationen. Efterfølgende modtages ordrer fra hovedstationen om eventuelle driftsomlægninger som understationen effektuerer.

Hvis forbindelsen til hovedstationen falder ud vil understationen være programmeret til at overtage driften på lokalt niveau.

Hvis understationen falder ud, vil der være en fastfortrådet back-up. Det kan f.eks. være en traditionel pumpestyringsenhed.

Det er væsentligt ved planlægningen af SRO-anlægget at gennemanalysere hvilke krav, der skal stilles til anlægget. Det er som regel vanskeligt at få udarbejdet nye ønsker. På den anden side kan det være dyrt at medtage alle mulige rapporteringsmuligheder.

Det vil i de fleste tilfælde være optimalt at udbyde SRO-anlægget med hovedstation og understation, hardware og software i én licitation på grundlag af en kravspecifikation, og efterfølgende lade leverandøren projektere anlægget sammen med kommunen eller rådgiveren.

7.3 Styrende enheder

De styrende enheder er de målere, der registrerer driftssituationen i et punkt.

Det drejer sig på ledningsnettet om

- regnmålere
- niveaumålere

På renseanlægget vil der være en række målere, af hvilke måling af slamtæppeniveauet er det vigtigste i forbindelse med dette projekt.

Tårnby Kommunes regnmålere er tilsluttet Meteorologisk Instituts regnmålersystem og de registreres automatisk over telefonnettet. Data fra disse regnmålere kan derfor hentes via telefonnettet.

I det aktuelle projekt anvendes kun regnmåleren ved PIV.

Der etableres en række niveaumålere i afløbssystemet. Oppe i oplandene vil der blive sat niveaumålere for at registrere opstuvningsniveauet, i bassiner registreres det resterende volumen og i pumpestationer skal der være en traditionel niveaumåling i pumpesumpene.

7.4 Styrede enheder

Hovedparten af de styrede enheder er pumper, medens der i enkelte tilfælde anvendes spjæld. Endelig installeres der kontraklapper som skal sikre afløbssystemet f.eks. ved strømsvigt.

Der er påregnet at etablere styring af ni pumpestationer med en kapacitet på op til 1.800 l/s. Automatiske spjæld vil kun blive anvendt, hvor konsekvensen af en fejlfunktion kan overses. Det drejer sig f.eks. om spjæld til åbning for tømmingen af bassiner.

7.5 Udgiftoverslag

Det er vurderet, at et SRO-system bestående af hovedstation med to terminaler og 5 understationer vil koste ca. 2.2 mio. kr. i levering og ca. 300.000 kr. i rådgiverhonorar. I denne pris er indregnet diverse målepunkter i nettet. Endelig er der medtaget udgifter til oprettelse af APL-ledningsforbindelse til regnmåleren ved PIV, til understationer og diverse målepunkter.

Der er ikke medtaget udgifter til etablering af de styrede enheder som pumper og spjæld, idet disse i vid udstrækning skulle have været etableret uanset om der blev etableret et SRO-anlæg. Ligeledes er der ikke medtaget udgifter til udarbejdelse af styringsfunktioner.

Registreringsblad

Udgiver: Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K.

Serietitel, nr.:

Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen, nr. 18

Udgivelsesår: 1991

Titel:

Integreret styring af afløbssystem og renseanlæg i Tårnby

Undertitel:

ISART

Forfatter(e):

Udførende institution(er):

Vandrensningsrådet (spons); Tårnby Kommune; B. Højlund Rasmussen A/S; I. Krüger A/S; PH-Consult ApS

Resumé:

Afløbssystemet i Tårnby er anvendt til undersøgelse af, hvad der kan opnås ved integreret styring af afstrømning i afløbssystemet og tilløbet til renseanlægget. Formålet med styring er dels at mindske antallet af kælderoversvømmelser dels at reducere regnvandsbetingede udledninger fra afløbssystem og renseanlæg. På grundlag heraf er skitseret en række indgreb til forbedring af afløbssystemet og renseanlægget. Ved integreret styring kan opnås betydelig reduktion af den samlede udledte forurening.

Emneord:

regulering; driftsforhold; renseanlæg; afløb; ledningsnet; nedbør; afstrømning; programmel; Tårnby

ISBN: 87-503-9140-2

Pris (inkl. 22% moms): 95,- kr.

Format: A4

Sideantal: 96

Md./år for redaktionens afslutning: december 1990

Oplag: 250

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 rejektivand
- Nr. 18 : Integreret styring af afløbssystem og renseanlæg i Tårnby

Integreret styring af afløbssystem og renseanlæg i Tårnby

Afløbssystemet i Tårnby er anvendt til undersøgelse af, hvad der kan opnås ved integreret styring af afstrømning i afløbssystemet og tilløbet til renseanlægget. Formålet med styring er dels at mindske antallet af kælderoversvømmelser dels at reducere regnvandsbetingede udledninger fra afløbssystem og renseanlæg. På grundlag heraf er skitseret en række indgreb til forbedring af afløbssystemet og renseanlægget. Ved integreret styring kan opnås betydelig reduktion af den samlede udledte forurening.



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Strandgade 29 · 1401 København K · Tlf 31 57 83 10

Pris kr. 95,- inkl. 22% moms

ISBN nr. 87-503-9140-2