

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Oslo

80115

RETTLEIING FOR UTJAMNINGSMAGASIN I AVLØPSNETT

22. oktober 1981

Sakshandsamar: Kjell Øren

For administrasjonen: J.E. Samdal  
Lars Overrein

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60  
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

|                         |
|-------------------------|
| Rapportnummer:<br>80115 |
| Undernummer:            |
| Løpenummer:<br>1333     |
| Begrenset distribusjon: |

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Rapportens tittel:<br><br>RETTELEIING FOR UTJAMNINGSMAGASIN I AVLØPSNETT | Dato:<br>16. november 1981        |
| Forfatter(e):<br><br>Øren, Kjell   | Prosjektnummer:<br>80115          |
|  | Faggruppe:<br>SEKVRF              |
|  | Geografisk område:<br>GEN.        |
|  | Antall sider (inkl. bilag):<br>35 |

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Oppdragsgiver:<br>Statens forurensningstilsyn<br>Nordisk Ministerråd | Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): |
|--|----------------------------------|

Ekstrakt:

Rettleiinga gjev eit kortfatta oversyn over utjamningsfunksjonar i avløpsnett, med vurdering av viktige faktorar ved planlegging og dimensjonering. Rettleiinga skil mellom utjamning som skal redusera forureiningsbelastninga til resipienten, og utjamning for å redusere oversvømmingsfare. Ein rår til å integrera utjamninga i ei totalvurdering av avløpssystemet, og større bruk av overordna styringsstrategi

|                      |
|----------------------|
| 4 emneord, norske:   |
| 1. Utjamningsmagasin |
| 2. Avløpssystem      |
| 3. Planlegging       |
| 4. Dimensjonering    |
| 5 Rettleiing         |

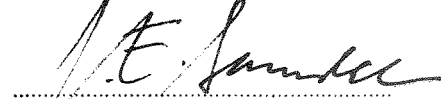
|                             |
|-----------------------------|
| 4 emneord, engelske:        |
| 1. Flow equalization basins |
| 2. Sewer systems            |
| 3. Planning                 |
| 4. Design                   |

6 SFT 7. Nordisk Ministerråd

Prosjektleder:

For administrasjonen:





Seksjonsleder:



ISBN 82-577-0437-7



F Ø R E O R D

Utjæmningstiltak i avløpssystem er ei av fleire åtgjerder for å gjera systema betre. Denne rapporten gjev eit kortfatta oversyn over ein del faktorar som må vurderast ved planlegging og dimensjonering av utjæmningsbasseng.

Nordisk Ministerråd har ytt kr 35.000,- til arbeidet, og Statens forurensningstilsyn kr 35.000,-. Under arbeidet har Nordisk Ministerråd hatt ei prosjektgruppe med følgjande deltakarar:

*Avdelingsdirektør Jan Hällgren, Sverige*

*Dipl.ing. Risto Laukkanen, Finland*

*Siv.ing. Birger Ettrup, Danmark*

*Forskningsleiar Ole Jakob Johansen, Noreg*

*Siv.ing. Peter Stahre har utført arbeid for gruppa i ein tidlegare fase av prosjektet, og har også delteke i dette arbeidet.*

*Siv.ing. Kjell Øren har stått for denne rapporten.*

*Takk til alle medarbeidarane for vel utført arbeid.*

*Oslo, 26. oktober 1981*



*Kjell Øren*

I N N H A L D S L I S T E

|   | Side: |
|---|-------|
| FØREORD   | 1     |
| INNHALDSLISSTE                                  | 2     |
| 1. INNLEIING                                    | 4     |
| 1.1 Generelt                                    | 4     |
| 1.2 Definisjon av utjammingsmagasin             | 4     |
| 1.3 Hovudgrupper av utjammingsfunksjonar        | 5     |
| 1.3.1 Spreidd utjamning                         | 6     |
| 1.3.2 Samla utjamning                           | 6     |
| 1.4 Val av utjammingsmetode                     | 6     |
| 2. PLANLEGGINGSGRUNNLAG                         | 7     |
| 2.1 Handlingslinje ved planlegging              | 7     |
| 2.2 Mål med utjammingsmagasin                   | 9     |
| 2.2.1 Generelt mål                              | 9     |
| 2.2.2 Operasjonelle mål                         | 9     |
| 2.3 Variasjonar i avløpsvassføringa             | 9     |
| 2.3.1 Type tilførsler                           | 9     |
| 2.3.2 Hushaldskloakk                            | 12    |
| 2.3.3 Industrielt avløpsvatn                    | 12    |
| 2.3.4 Uønskt innlekkingsvatn                    | 13    |
| 2.3.5 Overvatn og dreneringsvatn frå byggegrunn | 13    |
| 2.4 Plassering av utjamningstiltak.             | 13    |
| 2.5 Kostnader og nytte.                         | 14    |
| 3. PRINSIPP FOR TEKNISK UTFORMING               | 16    |
| 3.1 Val av overløpsprinsipp                     | 16    |
| 3.2 Serie- og parallellkopling                  | 18    |
| 3.3 Regulatorar                                 | 19    |
| 3.4 Styringsstrategi                            | 20    |
| 3.5 Driftsfunksjonar                            | 22    |

|  | <u>Side:</u> |
|--|--------------|
| 4. DIMENSJONERINGSGRUNNLAG               | 24           |
| 4.1 Generelt                             | 24           |
| 4.2 Overslagsrekning av utjammingsvolum  | 26           |
| 4.2.1 Overflateavrenning                 | 26           |
| 4.2.2 Hushaldskloakk                     | 28           |
| 4.3 Dimensjonering av utjammingsvolum    | 29           |
| 4.3.1 Bruk av modeller                   | 29           |
| 4.3.2 Inngangsdata                       | 29           |
| 4.3.3 Måloppnåing                        | 30           |
| <br>                                     |              |
| 5. AVSLUTTANDE VURDERINGAR               | 31           |
| <br>                                     |              |
| 6. LITTERATUR                            | 32           |
| 6.1 Referert litteratur                  | 32           |
| 6.2 Annan litteratur om styringsstrategi | 33           |

## 1. INNLEIING

### 1.1 Generelt

Denne rettleiinga gjeld utforming av utjamningsmagasin. Det er ikkje ønskeleg å vurdere utjamning isolert frå avløpsanlegga elles. Noko av det viktigaste ved prosjekteringa av avløpsanlegg er å føreta ei velegna samanbygging av dei ulike tekniske installasjonane, og leggja til rette for gode driftsfunksjonar. Rettleiinga kan likevel ikkje ta opp alle aspekt ved planlegging og vurdering av tiltak i avløpssystema, men ein viser til annan litteratur på området. Likeeins viser ein til lærebokstoff om utjamning, sidan rettleiinga er forsøkt forma både kort og konsentrert.

Rettleiinga bør vera ei utfordring til fantasi, systemtenking og ingeniørkunst meir enn til bruk av isolerte, ferdiglaga løysingar.

### 1.2 Definisjon av utjamningsmagasin

Eit utjamningsmagasin består av eit tilgjengeleg volum med tilhøyrande tekniske innretningar som endrar vassføringa over tid for eit gitt avrenningsvolum på slik måte at maksimalverdiane vert reduserte.

#### Vi merkar oss:

- 1) Vi tek med termen teknisk innretning, for på denne måten markere eit skilje til naturleg utjamning som skjer i alle leidningsnett.
- 2) Vi bruker også "gitt avrenningsvolum". Dette inneber at vi skil ut alle infiltrasjonsinnretningar, som har til føremål å redusera volumet som går til avrenning.  
  
Infiltrasjonsanlegg er viktige og interessante. Sidan reduksjon av avrenningsvolumet er det primære ved desse anlegga, vil ein ikkje ta dei med i denne rettleiinga, men syner til andre rettleiingar som er utarbeidde.
- 3) Utjamningsmagasina kan også vera spesielt utstyrt for å fylle ei oppgåve som avsettings- eller sedimenteringsbasseng. Denne tilleggsfunksjonen blir heller ikkje teken opp her.

### 1.3 Hovudgrupper av utjammingsfunksjonar

Figur 1 syner hovudtrekka i eit avløpssystem. Det er føremålstenleg å skilja mellom spreidd og samla utjamning.

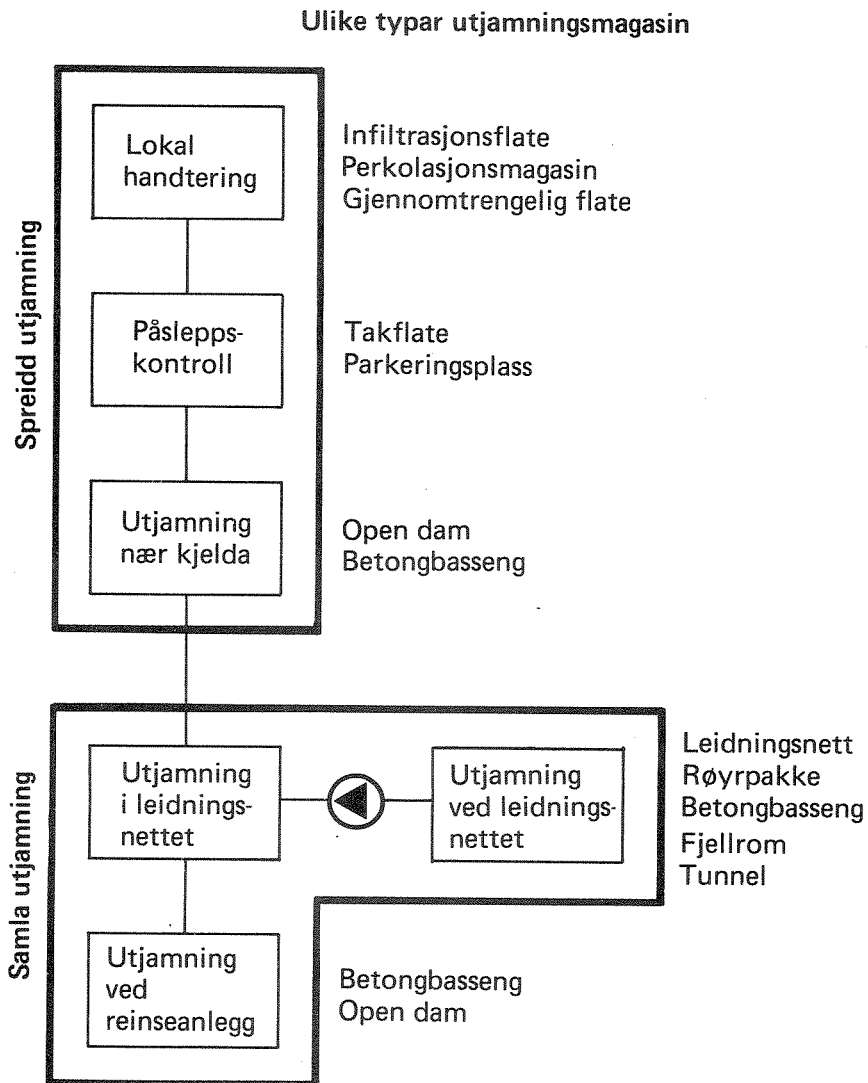


Fig. 1. Systematisering av utjammingsmagasin ut frå plassering i avløps-nettet, og døme på teknisk utforming (etter (1)).

### 1.3.1 Spreidd utjamning

er eit samleomgrep for alle dei tekniske innretningane som kan endra tidsforløpet av ei gitt volumavrenning før vatnet når avløpsnettet.

Som døme på dette nemner eit påsleppskontroll til sluk, bruk av parkeringsplassar m.v. til mellomlager (opne flater, hustak, dammar m.v.).

### 1.3.2 Samla utjamning

Med dette forstår ein tekniske tiltak for å endra tidsforløpet av ei gitt volumavrenning etter at vatnet har nådd avløpsnettet, dvs. tiltak i og nær sjølve avløpsnettet.

Vi skil ikkje mellom utjamning ute i nettet, og utjamning som skjer framfor t.d. reinseanlegg. Prinsippa er båd stader dei same, skilnaden går kun på kvar i nettet utjamninga er plassert.

## 1.4 Val av utjammingsmetode

Alle utjammingsfunksjonar bør spesielt tilpassast to vilkår:

- vera fleksible overfor nye føresetnader og endringar i krav
- vera ein lekk i ein plan som byggjer på prinsippa om moderne overvasshandtering (gjeld der utjamning av overvatn er aktuelt)

Ut frå dette vil ein generelt tilrå å nytte "lette" løysingar i størst mogeleg grad, dvs. utnytta lokal handtering så langt som råd før ein går på meir sentraliserte løysingar.



## 2. PLANLEGGINGSGRUNNLAG

### 2.1 Handlingslinje ved planlegging

Rettleiinga gjeld i prinsippet for både heilt nye og eksisterande avløpsområde av alle storleikar. I praksis vil dei einskilde løysningane sjølv sagt måtte avpassast etter lokale tilhøve.

I ei samordna planlegging må ein m.a. gje svar på følgjande:

- Kva mål har ein for avløpssystemet?
- Er utjamning den beste måten å nå dette målet på?
- Kva type avløpsvatn skal utjammast?
- Kvar skal utjamningstiltaket plasserast?
- Korleis skal systemet drivast?

For eldre område er dette opplysningar som naturleg skal framgå av ein saneringsplan. Likeeins vil ein alternativsanalyse for nye område gje svar på desse spørsmåla.

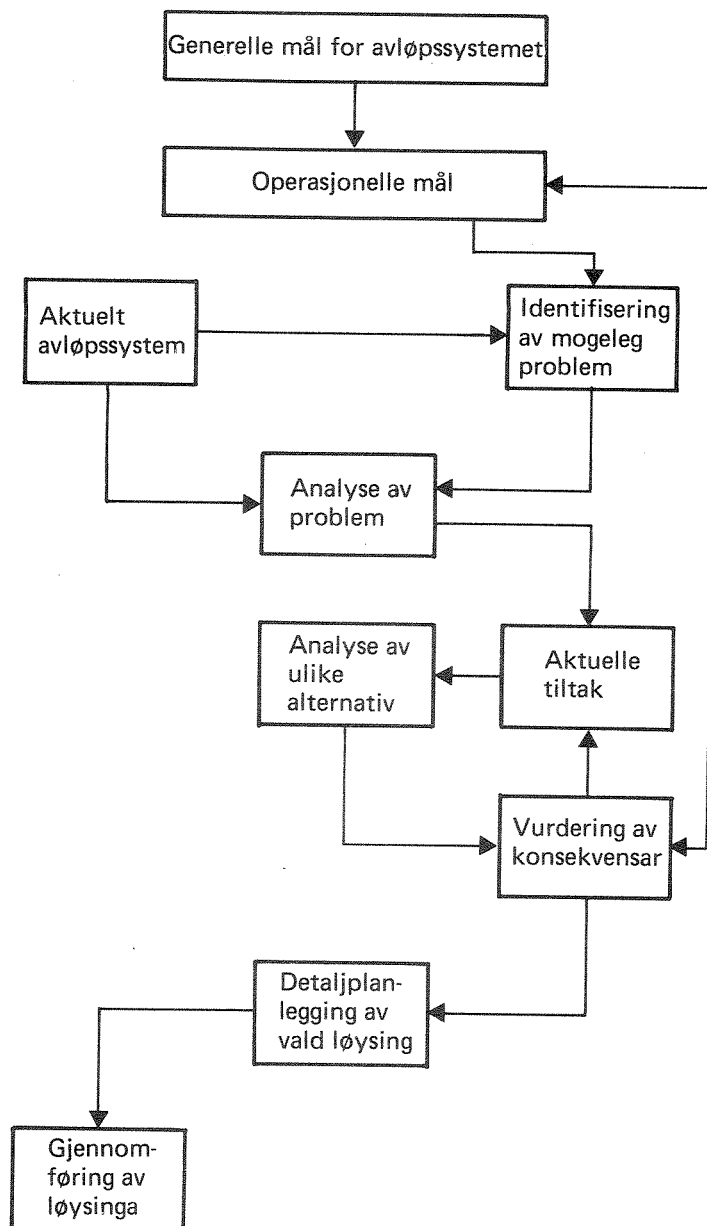
Rettleiinga har ikkje til føremål å gå i detaljar på desse problemstillingane. Figur 2 illustrerer tankegangen, og kan forklarast såleis:

VI MÅ: - Ha eit mål for det vi ønskjer å oppnå:

- a) uttrykt i grunnsyn eller grunnleggande preferansar - generelle mål
  - b) presisera dei generelle måla fram til uttrykk som kan brukast til styring (operasjonelle mål)
- Finna ut kva som er, eller kan bli, problemet i avløpssystemet
  - Analysera problemet for å finna årsaker og aktuelle tiltak
  - Analysera og vurderer ulike tiltaksalternativ
  - Detaljplanlegge den valde løysinga
  - Gjennomføre løysinga

I denne handlingsrekkja har vi viktige ledd der rasjonelle planleggingsverktøy, som t.d. EDB-modellar, er til stor hjelp. Det gjeld:

- analyse av eit gitt problem
- analyse av ulike tiltaksalternativ
- detaljplanlegging



Figur 2. Handlingslinje ved planlegging av tiltak i avløpssystem

## 2.2 Mål med utjammingsmagasin

### 2.2.1 Generelt mål

Eit naturleg mål vil vera å få best mogeleg funksjonsdugande avløpssystem til lægst mogeleg kostnad.

### 2.2.2 Operasjonelle mål

Det generelle målet vil i hovudsak innebera:

- a) minst mogeleg forureina avløpsvatn til resipienten
- b) å retta opp eller hindra effekten av fysiske mishøve (dvs. oversvømming) i avløpsanlegga
- c) totaløkonomisk gunstig resultat

Effekten av utjammingsmagasin må vurderast ut frå dette. I konkrete tilfelle vil desse måla bli spesifisert for kvart delområde, slik at måla tek omsyn til både resipienttilhøve og fysiske omgivnader.

## 2.3 Variasjonar i avløpsvassføringa

### 2.3.1 Type tilførsler

Type tilførsler avgjer i kva mon utjamning kan vera aktuelt eller ikkje. Viktig og avgjerande er

- kor stor er variasjonen?
- kor ofte opptrer variasjonen?
- kor lenge varer den?

Normalt kan tilførslene delast i fire hovudgrupper:

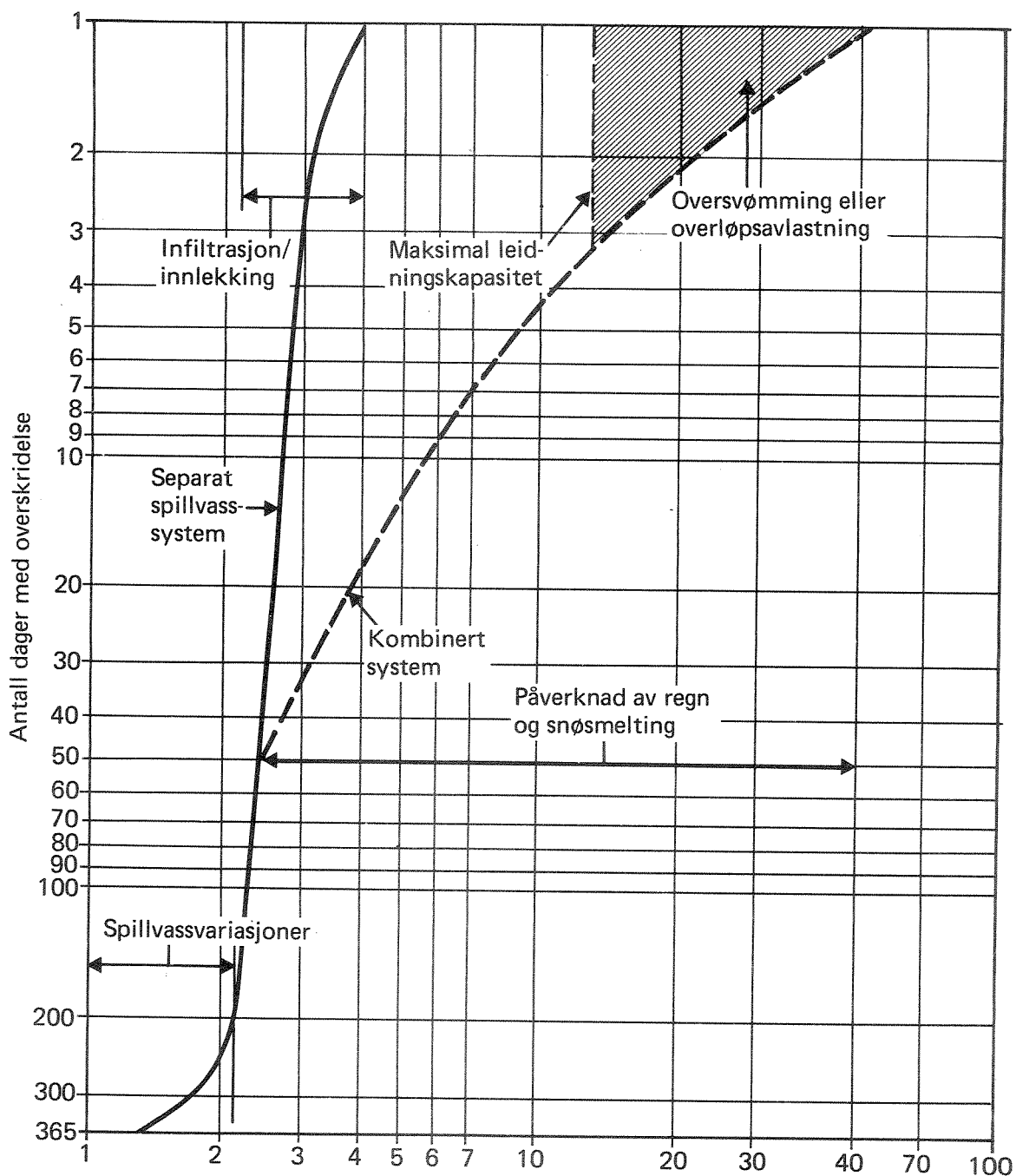
- a) hushaldskloakk frå hushald, serviceinstitusjonar og industri
- b) industrielt avløpsvatn
- c) uønskt innlekkingsvatn
  - c1) innlekking av grunnvatn
  - c2) nedbøravhengig innlekking (feilkoplingar)
- d) overvatn og dreneringsvatn
  - d1) nedbør
  - d2) snøsmelting
  - d3) drenering frå byggegrunn

Tabell 1 syner spennvidda i dei tilførsleane ein oftast skal ta hand om i avløpsvatnhandteringa.

Tabell 1. Variasjonsmønster i avløpsvassføring  
(Bearbeidd etter Lasse Vråle i (3).)

| Type variasjon, årsak  | Variasjonskoeffisient k                                    | Variasjonen normalt   | Normal utjæmningstid                                       | Kan utjæmnast                          |
|--|--|---|--|--|
| a) Menneskeleg døgnrytme   | Avhengig av storleiken på avløpsnettlet<br>k fra 5 til 1,5 | 5-10 timar  | < 1 døgn   | Ja                                     |
| a) Diskontinuerleg produksjon av avløpsvatn. Skular, hotell, sesongdrift | Svært varierende, frå største verdi til null               | Frå ½ døgn til ½ år<br>avhengig av institusjon                    | < 1 døgn   | I einsskilde tilfelle                  |
| b) Støybelastning frå industriutslepp, brann, tapping av basseng         | Avhengig av utsleppsmengde i høve til normal avrenning     | Over døgn   | < 1 døgn   | Ja, for mindre belastningar            |
| c1) Inntak av innlekkingsvatn  | Avhengig av ledningsnettets tilstand og grunnvassmagasin   | Frå døgn til fleire månader                                       | -  | Nei                                    |
| c2) Inntak av regnvatn<br>d1)  | Avhengig av nedbørsintensitet og avløps-system             | 2-4 timar for høg intensitet. Vesentlig lengre for låg intensitet | < 1 døgn<br>(mindre basseng)<br>< 1 veke<br>(store system) | Ja, i alle høve kortare og mindre regn |
| d2) Snøsmelting  | Avhengig av temperatur og avløpssystem                     | Dagtopp på 6-7 timar, avhengig av temperatur                      | -  | Delvis, berre i store system           |
| d3) Drensvatn frå byggegrunn   | Avhengig av grunn- og grunnvassmagasin                     | -   | -  | Nei                                    |

$$\text{Variasjonskoeffisient } k = \frac{\text{maksimal timeavrenning}}{\text{midlare timeavrenning pr. tørrversdøgn}}$$



FORHOLDET  $\frac{\text{dagleg maksimal vassføring}}{\text{daglig midlere tørrversvassføring}}$

Figur 3. Døme på årleg fordeling av daglege maksimalvassføringar for to ulike avløpssystem (5)

Figur 3 gjev ei rettesnor når det gjeld storleiken av variasjonane i system utan avlasting. Figuren syner spesielt skilnaden mellom eit separat spillvassystem og eit felles - eller kombinertsystem. Skalaen i figur 3 tener kun som illustrasjon, sidan storleiken på variasjonane er avhengig av avløpsområde og lokale tilhøve elles.

### 2.3.2 Hushaldskloakk

Hushaldskloakk er det avløpsvatnet som oppstår ved bruk av vatn til vanlege føremål (matlaging, vask, oppvask, bad, klosett arb.) i hushaldet. Tilsvarande avløpsvatn frå institusjonar, sjukehus, skular, serviceverksemd og industri reknast her også til hushaldskloakk.

Utjamning er aktuelt for mindre anlegg, der støybelastningane kan bli heller store. For større anlegg er spesielle utjamningstiltak mindre aktuelle, sidan leidningsnettet i seg sjølv verkar utjamnande.

### 2.3.3 Industrielt avløpsvatn

Industrielt avløpsvatn reknast vera alt avløpsvatn i verksemdar bortsett frå avløpsvatnet frå kantiner, kontor, toalett m.v., og ikkje ureina avløpsvatn (som t.d. kjølevatn).

Det industrielle avløpsvatnet skifter frå industri til industri, og generelle reglar for vassmengder, konsentrasjoner og variasjonar kan difor ikkje gjevast.

Mengda og variasjonane skal fastleggjast gjennom målingar og kartlegging av dei industrielle avløpstilhøva. Ein bør særleg vera merksom på intermittente prosessar med satsvis utslepp.

Vanlegvis vil industrielt avløpsvatn vera velegna for utjamning. Utjamning er her også av spesiell interesse av kvalitetsomsyn.

#### 2.3.4 Uønskt innlekkingsvatn

Innlekking av grunnvatn er nytta i tydinga grunnvatn som vert ført inn i leidningen via skøytar og røyrvegg.

Det er viktig å merke seg at tidskonstanten er så stor at utjamning er ikkje praktisk mogeleg. Er grunnvassinnlekking hovudproblemet, må difor andre løysingar prøvast.

Nedbøravhengig innlekking er vatn som vert leia inn på separat spillvassleidning på grunn av feilkopling av sluk, taknedløp, drenering og overvatn frå utette kummar. Variasjonane her er så store frå område til område at ein må måle i kvart einskild tilfelle. Ein del av desse variasjonane kan utjamnast.

#### 2.3.5 Overvatn og dreneringsvatn frå byggegrunn

Overvatn, dvs. avløp som ved nedbør eller snøsmelting renn av frå overflater, er den tilførslegruppa som normalt er mest aktuell å utjamna.

Nedbøravrenning kan utjamnast. Korte, intense regn er lettare å utjamne enn langvarige, men mindre intense.

Snøsmelting kan delvis utjamnast. Ein manglar likevel tilstrekkeleg kunnskap til å kvantifisera kor stor del av avrenninga som er eigna for utjamning.

Dreneringsvatn som bevisst vert leia bort frå bygninger m.v., er ikkje eigna for utjamning.

#### 2.4 Plassering av utjamningstiltak

Tabell 2 gjev ei rettesnor for plassering av aktuelle utjamningstiltak.

For hushaldskloakk vil det normalt vera driftsmessige føremoner ved å plassera utjamninga i tilknytning til sjølve reinseanlegget.

Industrielt avløpsvatn oppstår ofte satsvis. For å unngå støytbelastningar til kommunalt nett, bør utjamninga skje der variasjonane oppstår, dvs. før påslepp til offentleg nett.

For nedbøravhengig innlekking og snøsmelting finn ein det tenleg med samla utjamning i eller nær hovudleidningsnett. Dette grunnast mykje på effektiv tilsyn med driftsfunksjonar og styringsopplegg, og at det kan vera vanskeleg å lokalisera innlekkingspunkta.

Normal nedbøravrenning som bevisst vert tilført leidningsnett, bør så langt råd er haldast attende (og gjerne reduserast) ved kjelda. Dette tilsier utstrekt bruk av lokal handtering i form av infiltrasjon m.v., og spreidd utjamning.

I aktuelle situasjonar må ein plassera og tillempa utjamningstiltaka til det praktiske. Sjølv om den rettleiinga tabell 2 gjev ikkje kan følgjast heilt ut, bør ein i alle høve vurderera prinsippa.

Tabell 2. Plassering av utjamningstiltak

| Type avløpsvatn                   | Eigna for utjamning | Føretrekt utjamning |       | Føretrekt plassering av utjamningstiltak |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|-------|--|
|                                   |                     | Spreidd             | Samla |  |
| Hushaldskloakk                    | Ja                  |                     | X     | Ved/i reinseanlegget                     |
| Industrielt avløpsvatn            | Ja                  | X                   |       | Før påslepp til kommunalt nett           |
| Infiltrasjons- og innlekkingsvatn |                     |                     |       |  |
| Infiltrasjon                      | Nei                 |                     |       |  |
| Nedbøravhengig innlekking         | Ja                  |                     | X     | I eller ved hovudleidningsnett           |
| Overvatn frå                      |                     |                     |       |  |
| Nedbør                            | Ja                  | X                   |       | Nær dei flater avrenninga oppstår        |
| Snøsmelting                       | Delvis              |                     | X     | I eller ved hovudleidningsnett           |

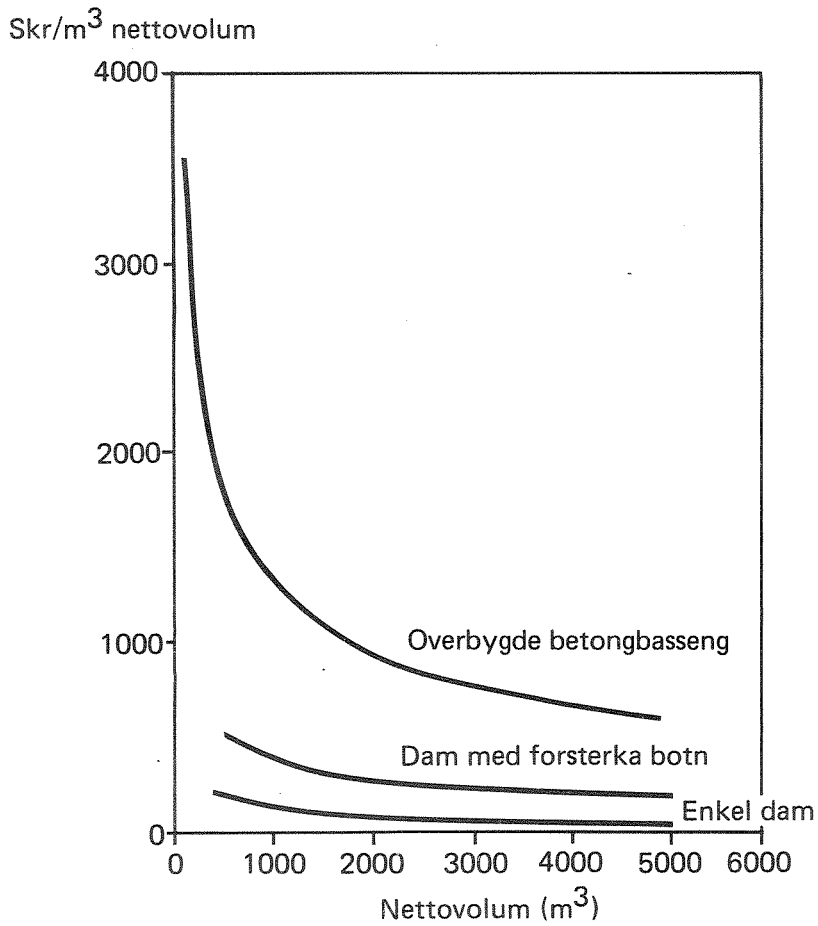
## 2.5 Kostnader og nytte

Kostnadene for utjammingsmagasin vil variere etter lokale tilhøve, bygnings-teknisk standard, maskinell utrustning, styringsopplegg m.v.

Ut frå dette vil ein rå til å utarbeida kostnadstal frå situasjon til situa-sjon. Ein bør ikkje vurderera bygningsmessige arbeid åleine. Minst like viktig er å få realistisk oversyn over kostnadene med effektiv styringsopplegg, maskinelt utstyr og gode driftsfunksjonar.

Som eit døme på kostnaden ved det bygningstekniske arbeidet for nokre basseng tek ein med figur 4. Realistiske kostnadstal må skaffast i kvart tilfelle.





Figur 4. Investeringskostnader for bygningsteknisk arbeid (1), (4).  
Prisnivå november 1980

Kostnadene med utjamningstiltak skal aldri vegast opp mot null-alternativet (dvs. å ikkje gjere noko), men mot dei andre tiltaka som kan gje tilsvarende nytte som utjamning.

Eit klassisk døme på dette er kombinertsystem med utjamning vurdert mot etablering av nytt separatsystem.

### 3. PRINSIPP FOR TEKNISK UTFORMING

#### 3.1 Val av overløpsprinsipp

I dei tilfella utjammingsvolumet er utnyttat, må overskytande vassmengder avlastast i overløp. Ein skil mellom to typar basseng;(fig. 5 og 6):

- basseng med gjennomstrøyming av overløpsvatnet
- basseng utan gjennomstrøyming av overløpsvatnet

Dessutan kan dei ulike gruppene kombinerast:

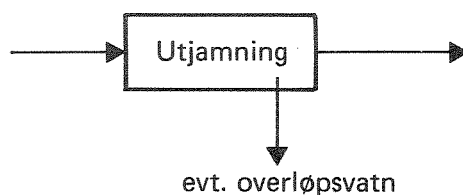


Fig. 5 Gjennomstrøyming av overløpsvatn

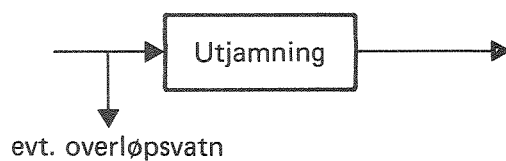


Fig. 6 Utan gjennomstrøyming av overløpsvatn

To av dei viktigaste faktorane ved val av overløpsprinsipp er:

- variasjonane i forureiningskonsentrasjonane i avløpsvatnet som funksjon av tida
- resipienttilhøva der overløpsvatn frå utjammingsbassenga blir sleppt ut.

Slike vurderingar bør gjerast særskilt i kvart tilfelle. Der dette er vanskeleg, kan tabellane 3 og 4 tena som ei grov rettleiing.

Tabell 3. Praktisk rettleiing for samanhengen mellom forureinings-transport og avrenningstid. (Bearbeidd etter (1) og (9))

| Avrenningstid<br>i<br>avløpsområdet | Sannsynet for markert konsentrasjon<br>av forureiningstransport tidleg i<br>avrenningsforløpet |
|-------------------------------------|--|
| < 10 min                            | Stor   |
| 10-20 min                           | Middels  |
| > 20 min                            | Liten  |

Tabell 4. Praktisk rettleiing for val av overløpsprinsipp ut frå resipientomsyn. (Bearbeidd etter (1) og (9))

| Resipientkrav | Sannsynet for markert konsentrasjon<br>av forureiningstransport tidleg i<br>avrenningsforløpet |         |       |
|---------------|--|---------|-------|
|               | Stor   | Middels | Liten |
| Streng        | U  | M       | M     |
| Middels       | U  | U       | M     |

U = avlasting utan gjennomstrøyming

M = avlasting med gjennomstrøyming

Som ein grov regel er avlasting utan gjennomstrøyming å føretrekkja for mindre felt, medan gjennomstrøymingsbasseng er mest høveleg for større avrenningsområde. Grunnen er at ein lettare får ein markert topp i forureiningstransporten tidleg i avrenninga for mindre felt. Ein gjerne vil ta hand om denne utan å "fortynna" med avløpsvatn frå seinare i avrenningsforløpet.

### 3.2 Serie- og parallellkopling

Plasseringa av utjammingsmagasin er sterkt avhengig av lokale terrengtilhøve, m.a. om sjølvfall kan nyttast, eller om pumping blir nødvendig.

Dette kan resultere i løysingar der utjammingsmagasina er plassert enten i serie eller parallell til dei andre avløpsanlegga, fig. 7 og 8.

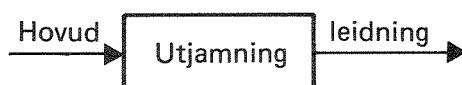


Fig. 7 Seriekopling

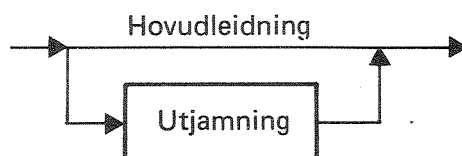


Fig. 8 Parallellkopling

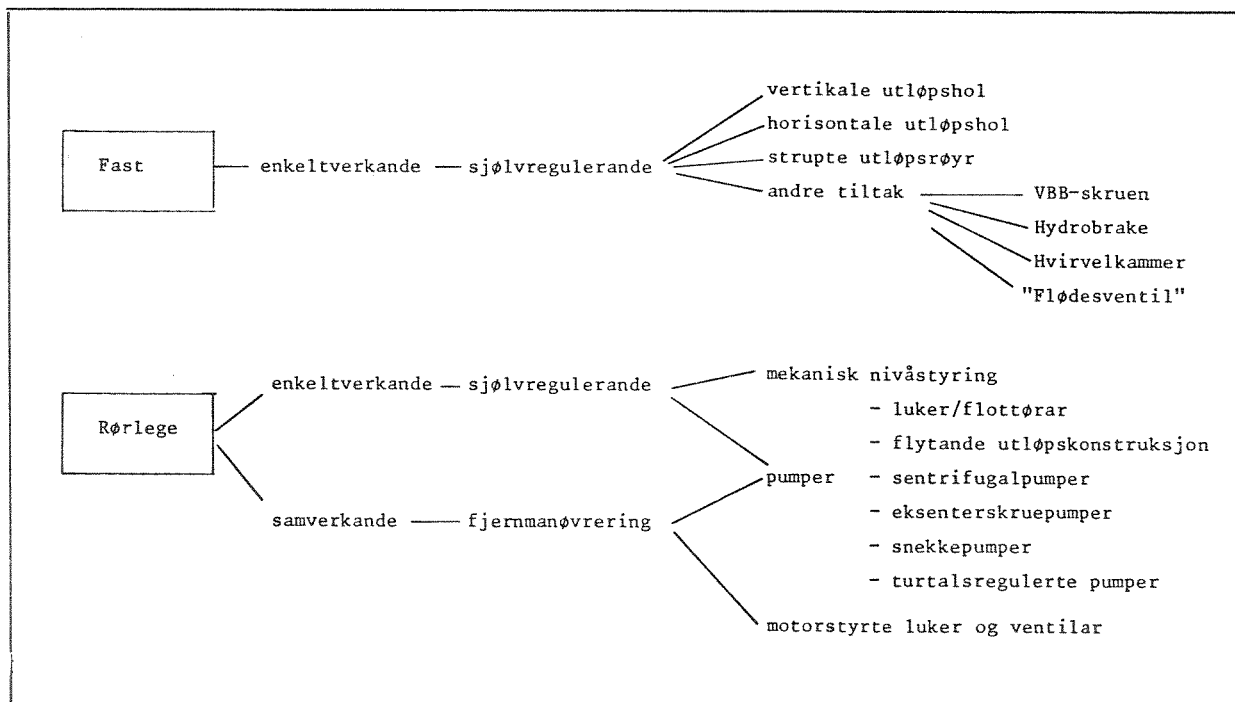
Valet mellom desse to er først og fremst lokalt bestemt. Som ein hovudregel er seriekopling vanlegast der ein nyttar sjølvfall, og parallellkopling der pumping er påkravt.

### 3.3 Regulatorar

I tillegg til eit tilgjengeleg volum består ei utjammingsinnretning av ein eller fleire regulatorar som styrer utjammingsfunksjonen.

Tabell 5 gjev eit hovudoversyn over grupper av regulatorar.

Tabell 5. Oversyn over regulatorar (1)



Det er skilt mellom faste regulatorar, som ikkje har mekanisk rørlege deler, og rørlege regulatorar der ytre styring er mogeleg. For nærare skildring av desse syner ein til annan litteratur (1).

Ein bør leggje vinn på at regulatorane gjev den nødvendige hydrauliske kontrollen for effektiv utnytting av utjammingsvolumet.

Det er eit viktig skilje mellom enkeltverkande regulatorar, og regulatorar som verkar saman gjennom sams styringsfunksjon. Sjølv om det i dag er vanleg å bruke enkeltverkande regulatorar vil en ikkje rå til bruk av enkeltverkande regulatorar anna enn i små område og under oversiktlege tilhøve.

### 3.4 Styringsstrategi

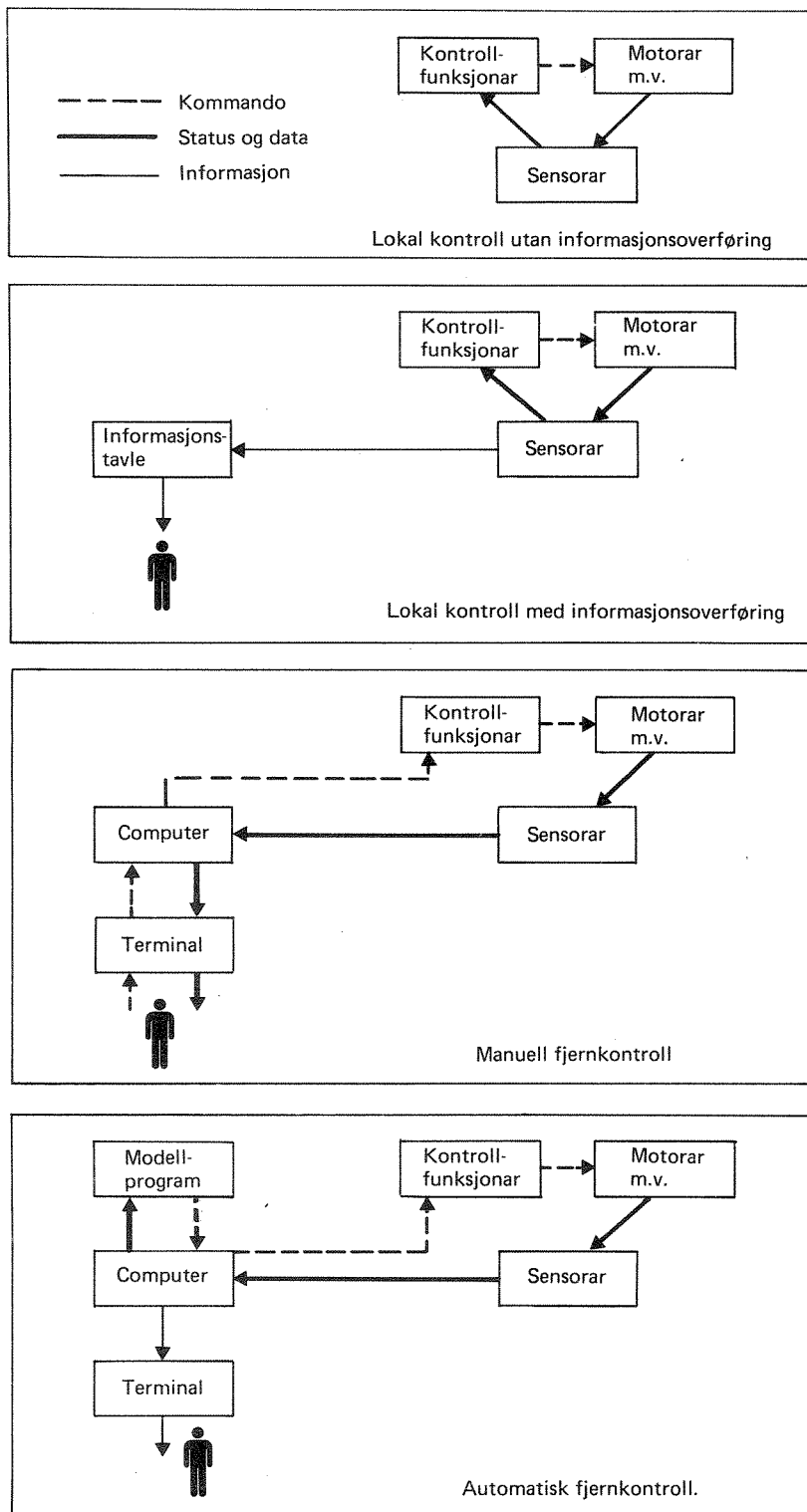
Gevinst oppnår ein først og fremst ved å integrera utjammingsfunksjonane i eit større heile og finna fram til beste samverknaden mellom ulike avløps-tekniske installasjonar. Alle regulatorar bør difor i størst mogeleg grad vera kopla saman med overordna styringsfunksjon.

Det er rimeleg å venta at større utjamningstiltak i byar og tettstader alltid vil ha eit styrings- og overvakingssystem. Som døme på tre ulike strategiar, tek vi med figur 9 (6), (7), (8):

- 1) Lokal kontroll, dvs. at kvar regulator verkar uavhengig av dei andre og er styrt av impulsar frå nære omgivnader. Regulatorane kan t.d. vera pumpestasjonar eller luker. Elektroniske kontrollfunksjonar i kvar stasjon sørgjer for automatisk å kontrollera og operera lukestillingar og pumper.

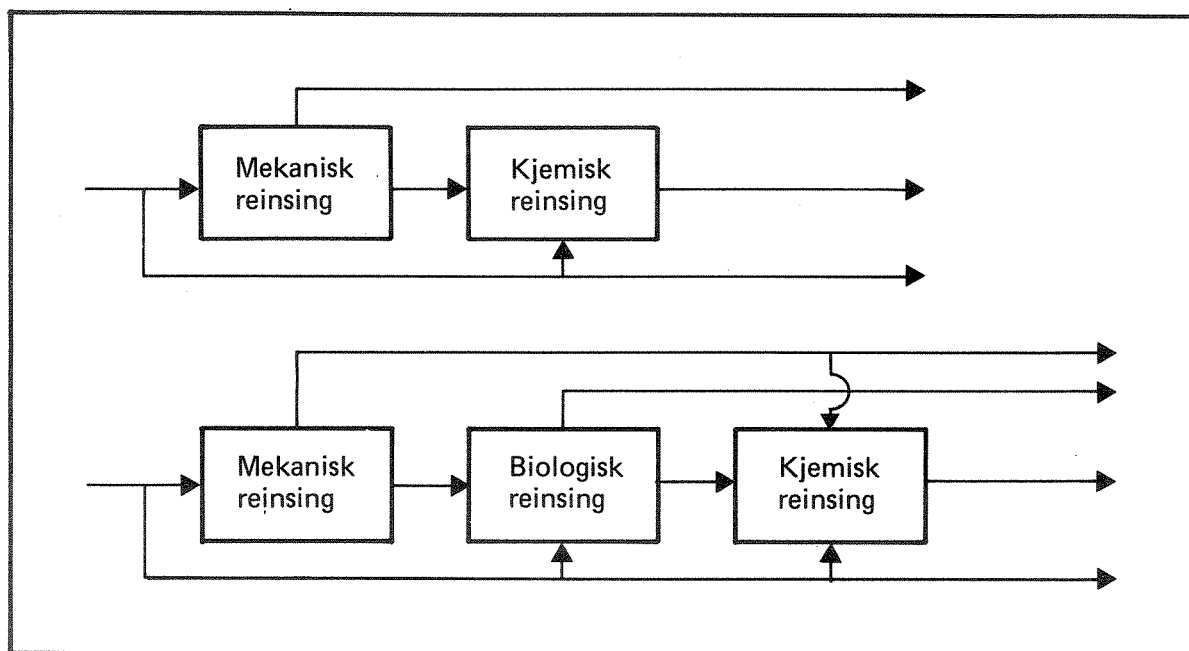
Den lokale kontrollen kan delast i to:

- utan informasjonsoverføring, dvs. at alle informasjonar forblir i stasjonen.
  - med informasjonsoverføring til ein sentral, der ein kan halda oversynet over den aktuelle status i dei ulike stasjonane.
- 2) Manuell fjernkontroll, dvs. operatøren kan styra alle lokale stasjonar frå ein fjernsentral. På denne måten har operatøren kontroll over heile systemet samstundes.
  - 3) Automatisk fjernkontroll, dvs. at alle regulatorar blir styrte av eit program som er utarbeidd på førehand, og som tek samla omsyn til heile avløpsnett.



Figur 9. Ulike styringsstrategiar for utjamningsfunksjonar.

Reguleringa bør ikkje kun vera for transportsystemet, men i like stor grad ta med reinseanlegget. Av spesiell interesse nemner ein idéen om parallellkøying av einingsprosessar i staden for seriekøying. På denne måten kan ein reinsa større vassmengder på same tid. Figur 10 illustrerer prinsippet. Stikkordet er fleksibel drift, t.d. med mogeleg kjemikalie-tilsetting både i mekanisk og biologisk trinn.



Figur 10. Fleksibel drift av reinseanlegg (10)

### 3.5 Driftsfunksjonar

Eit utjamningstiltak inneber ei ekstra innretning som krev tilsyn og vedlikehald. For å gjera driftsfunksjonen best mogeleg, skal ein ta følgjande omsyn (11), (13):

- Alle basseng som tek hand om vatn med innslag av hushaldskloakk skal vera lukka
- Bassenga må vera sjølvreinsande



- Bassenga må vera lette å reingjera etter bruk
- Bassenga må ha god ventilasjon
- Overløpa i eller nær bassenga bør ha rist for fjerning av større flytestoff
- Alle regulatorar skal ha lett tilkomst for ettersyn og vedlikehald

#### 4. DIMENSJONERINGSGRUNNLAG

##### 4.1 Generelt

Nødvendig magasinivolum for å ta hand om ei gitt avrenning er:

$$V = \int_0^t (q_{\text{inn}} - q_{\text{ut}}) \cdot dt$$

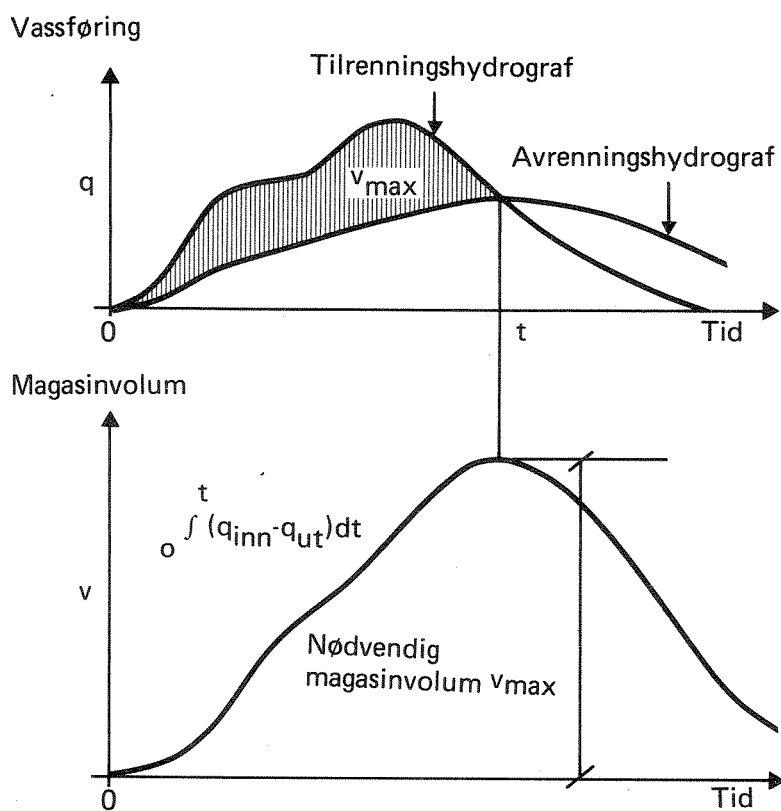
der  $V$  = magasinivolum

$t$  = tid frå magasineringa startar

$q_{\text{inn}}$  = innkomande vassføring

$q_{\text{ut}}$  = utgåande vassføring

Dette er også illustrert i figur 11.



Figur 11. Bestemming av magasinivolum (2)

For å få ei realistisk dimensjonering av utjamningsvoluma, er det ønskeleg å basera dimensjoneringa på følgjande:

- 1) Avløpsmålingar over lengre tidsrom (helst eitt år) bør vera gjennomført på dei stadene det er aktuelt å plassera utjamningsmagasinet.
- 2) Styringsstrategien for magasinet er klarlagt, slik at ein får vurdert korleis magasinet verkar saman med avløpsanlegga elles.
- 3) Den tekniske utforminga av utløpsarrangementet er kjend.

Grunnen til desse omfattande ønskja er at ein vil leggja tilhøva til rette for at utjamninga også kan fylla den oppgåva den er tiltenkt. Dersom ein ikkje ønskjer å gå inn på dei aktivitetane som er skisserte, bør ein på ny vurdere tanken om utjamningsbasseng.

Det er sjølvsagt ikkje enkelt å gjennomføra avløpsmålingar, spesielt over lengre periodar. All praktisk røynsle tilsier likevel at målingar gjev det beste biletet av avløpsnettets sin funksjon. Målingar over kortare, men karakteristiske periodar vil også vera verdfulle.

I område under planlegging er det ikkje mogeleg å utføra målingar. I ein tidleg fase kan ein også ønskja å få ei grov rettesnor for nødvendig storleik på utjamningsbassenga, utan å studera styringsstrategien og utløpsarrangementet i for stor detalj. Til hjelp i ei slik første vurdering vil det bli gitt ein del tal i avsnitt 4.2. Tala må ikkje nyttast i ei avsluttande dimensjonering av praktiske anlegg.

Ved all dimensjonering må ein vurdere måloppnåing ut frå dei ønskje ein har sett. For dei døme på mål som er gitt i avsnitt 2.2.2 vil dette seie kontroll av:

- forureiningsbelastning til resipient
- oversvømmingsfare
- totaløkonomisk resultat

## 4.2 Øverslagsrekning av utjammingsvolum

### 4.2.1 Øverflateavrenning

Nødvedig utjammingsvolum blir bestemt ut frå to ulike føremål:

- reduksjon av forureiningsbelastning til resipienten
- reduksjon av av oversvømmingsfare i nedstrøms avløpsleidningar.

Der anna materiale ikke finst, kan tabell 6 nyttast som grovt øverslag der ein vil redusere forureiningsbelastinga til resipienten.

Tabell 6. Spesifikt magasinvolym ( $m^3/ha_{red}$ )<sup>1)</sup>, utjammning av øverflateavrenning. (Bearbeidd etter (1))

Føremål: Reduksjon av forureiningsbelastning til resipienten

| Avrenningstid<br>i feltet | Standard        | Utløp frå magasinet<br>( $l/s ha_{red}$ ) <sup>1)</sup> |    |    |    |
|---------------------------|-----------------|---|----|----|----|
|                           |                 | 10  | 20 | 20 | 40 |
| 10 min.                   | A <sup>2)</sup> | 35  | 20 | 10 | 7  |
|                           | B <sup>3)</sup> | 10  | 5  | 2  | -  |
| 20 min.                   | A               | 30  | 12 | 5  | -  |
|                           | B               | 7   | 1  | -  | -  |
| 30 min                    | A               | 25  | 8  | -  | -  |
|                           | B               | 5   | -  | -  | -  |

1)  $ha_{red}$  = ha tette flater i tilsigsområdet

2) Standard A: Strenge resipientkrav, 3-månadersregnet  
dimensjonerande

3) Standard B: Middels resipientkrav, 1-månedsregnet  
dimensjonerande

Lokale nedbørtilhøve er avgjerande for magasinstorleiken. Tabell 6 er teken frå (1), og er utrekna for nedbørtilhøva i Stockholm. Dessutan byggjer tabellen på følgjande føresetnader:

- Ved strenge resipientkrav (standard A) er eit dimensjonerande regn med 3 månaders gjentaksintervall nytta. Praktiske røynsler tyder på at slike regn kan gje ein utsleppsfrekvens på 1-2 gonger pr. år. Ein understrekar at grunnlaget her er svakt, og at vidare forskning er nødvendig på dette feltet.
- Ved middels resipientkrav (standard B) er regn med 1 månads gjentaksintervall nytta som dimensjonerande. Bakgrunnen er den same som for standard A, i praksis vil dette venteleg gje utslepp 4-5 gonger pr. år.

Dersom føremålet er reduksjon av oversvømmingsfare i nedstrøms leidningar, og betre vurderingsgrunnlag ikkje finst, kan verdiane i tabell 7 brukast. Verdiane gjev rettesnor for kva dimensjonerande regnskyll avløpssystemet minst bør greie ta unna utan oppstuving.

Tabell 7. Minimumsverdiar for intervallet mellom dimensjonerande regnskyll der føremålet er reduksjon av oversvømmingsfare (12)

| Type/område   | Separatsystem<br>(overvassleidning) | Fellessystem |
|---|-------------------------------------|--------------|
| Ope <sup>1)</sup> område utanom sentrumsstrok         | 2 år                                | 5 år         |
| Ope område innanfor sentrumsstrok                     | 2 år                                | 5 år         |
| Innestengt <sup>1)</sup> område utanfor sentrumsstrok | 5 år                                | 10 år        |
| Innestengt område innanfor sentrumsstrok              | 10 år                               | 10 år        |

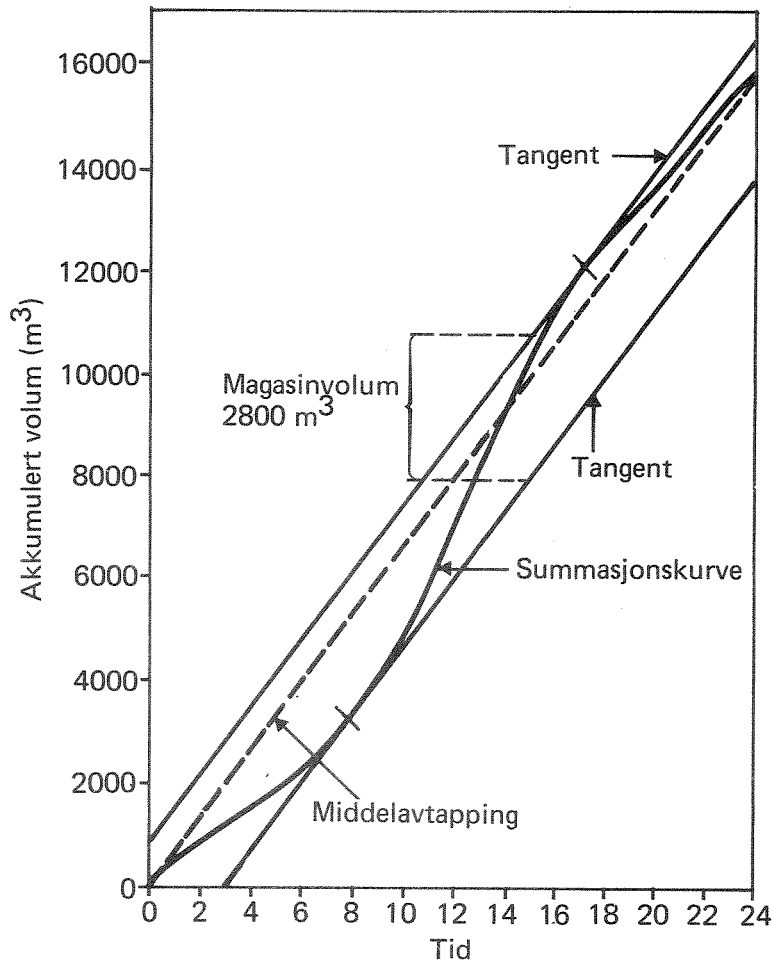
1) Ope område: Eit område der overvatn kan leiast bort med sjølvfall på overflata,

Innestengt område: Eit område der overvatn ikkje kan leiast bort med sjølvfall på overflata.

#### 4.2.2 Hushaldskloakk

Vi vil ikkje tilrå bruk av generelle data for å bestemme utjammingsvolumet for hushaldskloakk.

Voluma bør bestemast ut frå måleseriar. Eit døme på bruk av slike seriar er konstruksjon av summasjonskurver, figur 12. I figuren er magasinet føresettt ha konstant avtapping.



Figur 12. Døme på summasjonskurvemethoden (1)

### 4.3 Dimensjonering av utjammingsvolum

#### 4.3.1 Bruk av modellar

Grunnlaget for god drift av magasinerna legg ein ved dimensjoneringa.

Til no har ein ofte nytta enkle, manuelle metodar basert på eit dimensjonerande regn for å finna eit magasinivolum. Vi finn det ønskjeleg at ein heretter går over til EDB-baserte modellar. Grunnen er ikkje at dei tradisjonelle metodane er ubrukande. Skal ein få studera korleis driftsfunksjonen vil vera i mange ulike situasjonar, vil dei manuelle metodane likevel vera så arbeidskrevjande at det i praksis er vanskeleg å gjera dei inngåande studiane som er nødvendig.

Av datamodellar som er tilgjengelege, nemner vi:

- ILLUDAS
- NIVANETT
- CTH-modellen
- SWMM

Dessutan kan det vera aktuelt å nytta meir spesialiserte rutiner for utjammingsmagasin. KTH-UTMAG er døme på ein slik metode.

Drifts- og styringsstrategi bør utviklast for kvart prosjekt.

#### 4.3.2 Inngangsdata

Modellane treng inngangsdata av tre hovudtypar:

- Nedbørstatistikk

Alle modellar bør kalibrerast mot målingar. Til å utvida desse måleseriane treng ein nedbørstatistikk (korttidsnedbør) og kjennskap til snøsmelteprosessane i området.

- Data om avrenningsområdet

Døme på slike data er folketal, type overflate (tett eller gjennomtrengelig), avrenningskoeffisientar, eventuelt infiltrasjonsdata og overflatemagasin, spesifikke avløpsvassmengder og forureining i avløpsvatn og overvatn.

- Konstruksjonsdata for avløpsnett

Dette omfattar nettdata (geometri), data for overløp, utjammingsbasseng og pumpestasjonar.

#### 4.3.3 Måloppnåing

Forureiningsutslepp. Desse må vurderast spesielt i kvart tilfelle, både med omsyn til frekvens og storleik.

Ein bør skilje mellom lokal- og hovudresipient.

#### Oversvømming

Oversvømmingsfaren må kontrollerast i kvart einskild tilfelle, og ein må vurderer kva konsekvensar eventuelle oversvømmingar kan få.

#### Økonomi

For kvart alternativ må totalkostnaden både for investering og drift kartleggjast for seinare jamføring mellom prosjekta.



## 5. AVSLUTTANDE VURDERINGAR

Eit utjammingsmagasin inneber store økonomiske utteljingar og fører til nye oppgåver på driftssida. Ut frå dette er det rimeleg å stilla følgjande krav: skal ein først byggja eit anlegg, må det også vera ein føresetnad at dette skal drivast på effektiv og omsorgsfull måte.

To stikkord for å nå dette er styring og fleksibilitet. Det er ønskjeleg å ha eit overordna styringssystem, og det trengst ei systemoppbygging som kan tilpassast endra føresetnader. I så måte kan utjammingsfunksjonane ikkje vurderast isolert, men som ein del av eit samla avløpssystem.

Utjamningstiltak vil difor ikkje vera det einaste som må vurderast ved problem i avløpsnettet. Grunnlagsmateriale for ei overordna vurdering må hentast fram i alle høve, og vil vera tilgjengeleg også for vurdering og dimensjonering av utjammingsfunksjonar.

I nye og mindre område vil utjamning i det tydinga denne rapporten bruker, kanskje vera mindre aktuell. Meir nærliggande er tiltak for å redusera overflateavrenninga, dvs. infiltrasjon m.v.

I større byområde, og spesielt der det i dag er fellessystem, kan utjammings-tiltak gjera stor nytte om dei blir tilpassa ei samordna avløpsvasshand-tering.

## 6. LITTERATUR

### 6.1 Referert litteratur

- (1) Stahre, Peter:  
Flödesutjämning i avlöpsnät.  
T13:1981, Byggforskningsrådet, Sverige 1981
- (2) Bergström, Torsten:  
Utjämningsmagasin i avloppsnet  
Svenska vatten och avloppsverksföreningen, VAV P31, mars 1976
- (3) Nordforsk:  
Seminar om utjevningsbassenger.  
Märsta, 7.-8. november 1978.  
Nordforsk-prosjektet: Drift av renseanlegg, rapport 1.
- (4) Akvadan - Harvey:  
Utjevningsmagasin i avløpsnett. Rapport om anlægsomkostninger for  
bassiner. Rapport av 20.1.81 til Nordisk Ministerråds prosjekt  
180.21-1.2.
- (5) Ongerth, J.E.:  
Evaluation of Flow Equalization in Municipal Wastewater Treatment.  
EPA-600/2-79-096, USA
- (6) Øren, Kjell:  
The CATAD System in Seattle - Principles and Experiences.  
Notat, Q607, Norsk institutt for vannforskning, 1979.
- (7) Leiser, Curtis P.:  
Maximizing Storage in Combined Sewer Systems.  
Municipality of Metropolitan Seattle, Dec. 1971  
(EPA-WQO Contract No. 13 - WASH-1, Project No. 11022-WLK)
- (8) Leiser, Curtis P.:  
Computer Management of a Combined Sewer System.  
Municipality of Metropolitan Seattle, July 1974  
(EPA-670/2-74-022)

- (9) Munz, W.:  
Regenüberläufe mit und ohne Regenbecken. Eidg. Anstalt für  
Wasserversorgung, Abwasserreinigung & Gewässerschutz, Publ.  
Nr.645 Zürich 1977.
- (10) Øren, Kjell:  
Operation of a Wastewater Treatment Plant A L-P-Approach, Notat,  
Q 607, Norsk institutt for vannforskning, 1979.
- (11) Yndestad, S.O.:  
Fordrøyningsbasseng og regnvannsoverløp. Typer, anvendelser og  
beregning. VHL, Trondheim 1974.
- (12) Statens forurensningstilsyn:  
Veiledning ved dimensjonering av avløpsledninger. Oslo, 1979.
- (13) Nyseth, Ingvald:  
Bruk av utjevningsbasseng med avløpsrenseanlegg. NTNFs utvalg  
for drift av renseanlegg, juli 1980. Prosjektrapport 23.

## 6.2 Annan litteratur om styringsstrategi

- (14) Chan, Man-Loong, Loucks, D. Peter:  
Application of stochastic output regulator theory to optimally  
route stormwater through a combined sewer network.  
Application of Kalman Filter to Hydrol., Hydraul. and Water  
Resour; +r0c. og Am. Geophys. Union Chapman Conf.,  
Univ. of Pittsburg, Pa., May 22-24 1978  
Publ. by Univ. of Pittsburg, Dep. of Civil Engineering,  
Stochastic Hydraul. Program, Pa 1978, p. 745-767.
- (15) Elsahragty, Mohamed M.:  
Optimal Operation of Combined Overflow Storage Treatment Systems.  
Adv. Instrum. v. 22 pt. 3 1977  
Proc. of the USA Conf. and Exhib., Niagara Falls, NY, Oct. 17-20 1977.  
Publ. by USA Pittsburg, Pa., 1977, p. 29-44.

- (16) Trotta, P.D.; Labadie, J.W., Grigg, N.S.:  
Automatic Control Strategies for Urban Stormwater.  
ASCE, J. Hydraul. Div., v. 103 n. 12 Dec. 1977, p. 1443-1459.
- (17) Bradford, Bruce H.:  
Real time Control of Storage in a Combined Sewer System.  
Ky. Univ. Off. Res. Eng. Serv. Bull. n. 111, Dec. 1976.  
Natl. Symp. on Urban Hydrol., Hydraul. and Sediment Control  
Proc., Univ. of Ky.,
- (18) Bradford, Bruce H.:  
Optimal Storage Control in a Combined Sewage System.  
J. Water Resour. Plann. Manage Div., ASCE, c. 103, n. 1  
May 1977, p. 1-5.
- (19) Bell, W., Johnson, G.R., Winn, C.B.:  
Simulation and Control of flow in Combined Sewers.  
Simul. Symp., 6th Annu, Rec. og Proc., Tampa, Fla, Mar 7-9 1973,  
p. 26-47. Available from Annu Simul. Symp. (Prog. in Simul.,  
col. 3), Tampa, Fla, 1973.
- (20) Giessner, W.R., Cockburn, R.T., Moss, F.H., Noonan, Mark E.:  
Planning and Control of Combined Sewerage Systems.  
ASCE, J. Environ. Eng. Div., c. 100 n EE4, Aug. 1974,  
Pap. 10744, p. 1013-1032.
- (21) Pew, K.A., Callery, R.L., Brabdstetter, A., Anderson, J.J.:  
Data aquisition and combined sewer controls in Cleveland.  
J. Water Pollut. Control Fed., v. 45, n. 11, Nov. 1973, pp. 2276-2289.
- (22) Giessner, W.R., Moss, F.H., Cockburn, R.T.:  
Minicomputer points the way to sewer-system improvements.  
Electronics v. 46 n. 11, May 24, 1973, p. 114-118.

(23) Harris, G.S.:

Real-time routing of flood hydrographs in storm sewers.

ASCE, J. Hydraul. Div., v. 96, n. HY6, Juni 1970, paper 7327,  
p. 1247-1260.

(24) Anderson, J.J.:

Real-time computer control of urban runoff.

ASCE, J. Hydraul. Div., v. 96, n. HY1, Jan. 1970,  
paper 7028, p. 153-164.