

## DEL B. BESKRIVNING AV DELOMRÅDEN

### 1. UNDERCENTRALER

#### 1.1 Hårdvara och installation

Undercentraler monteras i apparatskåp, ofta eget skåp åtskiljt ifrån elkraftförsörjning. Krav på kapslingsklass anges i svensk standard (SS IEC 529).

/2.1/ I praktiken innebär kraven på skyddsformer att skyddsklassen i verk med avskilda och ventilerade apparatrum att kraven på *kapsling blir IP 23*. I anläggningar med fuktig och/eller frätande miljö t.ex pumpstationer m m blir kraven på *kapsling i regel IP54*.

/2.1/ I övrigt bör *belysning och eluttag i skåp, batteribackup, skydd mot åska och transienter* beskrivas. Vidare bör man på ett tidigt stadium bestämma sig för om en lokal operatörspanel i form av knappsats och display ska finnas.

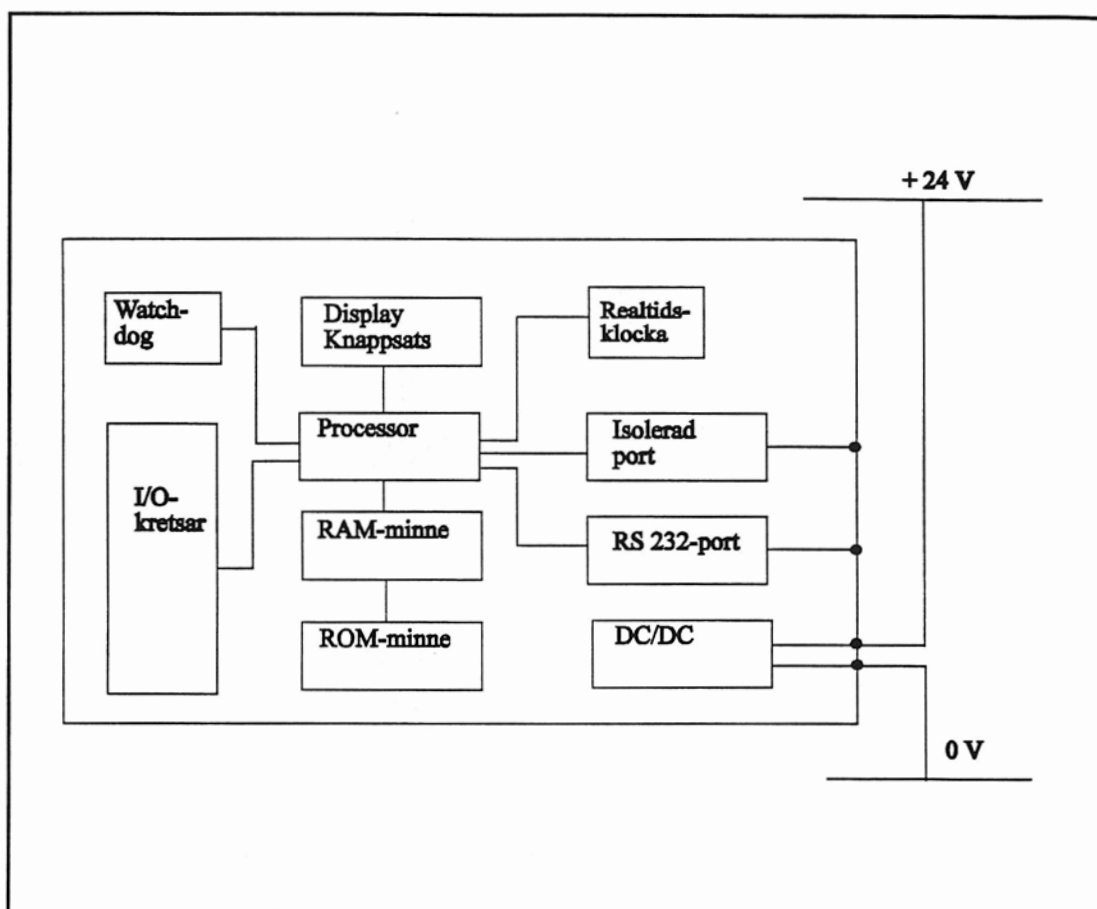
/2.1/ Ingångarna och utgångarna på datorbaserade styr- och övervakningssystem är normalt avsedda för lågnivåsignaler. *Det är viktigt att dessa är skyddade mot överspänningar (transienter)*, framför allt på ställen där signalledningarna är förlagda på så sätt att störningarna kan induceras av närliggande starkströmskablar eller stora elektriska maskiner. Prov av transientskydd finns beskrivet i SS436.1503

Åska ställer ofta högre krav på skydd än transienter orsakade av installationer. I anläggningar där signalkablar är utsatta för åska måste skyddet vara grundligt.

#### 1.2 Uppbyggnad

Det som är speciellt med uppbyggnaden av en undercentral jämfört med en vanlig dator är att det finns delar för in- och utgående signaler, sk I/O-kretsar. I/O-kretsarna kan finnas internt i undercentralen eller i extern enhet. För kommunikation mot överordnad dator finns en särskild port. I vissa fall finns även en mjukvarumässig kontrollenhet sk Watchdog som övervakar processorns arbete. Denna kan kombineras med hårdvarumässig utrustning som genererar larm. Upp-

byggnaden av en undercentral kan se ut som i figur 2.



Figur 2. Typisk uppbyggnad av en undercentral.

Undercentralen innehåller ett nätaggregat eller en spänningsomvandlare. Omvandlaren ger galvanisk isolation mot interna kretsar och I/O-kretsar. Omvandlaren möjliggör även matning av givare och potentialfria kontakter. Operativsystem lagras i ROM-minne. Användardefinierade program kan t.ex lagras i batteri-uppbackat RAM-minne, E-PROM eller EE-PROM. Lagring i E-prom kräver användning av PROM-brännare och medför att programmet ej kan ändras innan befintligt program raderats med särskild utrustning.

### I/O-enheter

I/O-enheter består av interna eller externa moduler till vilka in- och utgångssignaler anslutes fysiskt. De olika signaltyper som förekommer beskrivs nedan.

**1. Digitala insignaler (DI)** har värdet 1 eller 0 vilket speglar ett tillstånd som

till/från, öppen/stängd eller motsvarande. *DI bör vara optokopplade för galvanisk skiljning från övrig elektronik.*

/2.1/

**2. Digitala utsignaler (DO)** sätts till värdet 1 eller 0 efter att programmet i undercentralen löpts igenom ett varv. Utgångarna användes t.ex för till- och frånslag av kontaktorer. Om utgångarna är av transistortyp klarar de en belastning på ca 200 mA och behöver då förses med *mellanreläer* för att kunna styra en kontaktor. Utgångarna kan ha ett visst transientskydd inbyggt, detta kan dock behöva kompletteras.

/2.1/

**3. Analoga insignaler (AI)** kommer ifrån givare av olika slag. Mätsignalen är en ström- eller spänningssignal som åstadkommes genom matning ifrån undercentralen eller annan spänningskälla.

En egenmatad givare kallas även fyrtrådsmatad, matning och överföring av mätsignal sker på olika trådpar. Med hänsyn till störningar från omgivande installationer kan galvaniska skiljeförstärkare krävas för att mätsignalen ej ska påverkas.

Givare matad direkt från undercentral kallas även tvåtrådsmatad, matning och överföring av mätsignal sker på ett och samma trådpar. För matning av givaren användes 4 mA och mätsignalen ligger i området 4-20 mA. Galvanisk skiljeförstärkare eller isolerad förstärkare kan behövas för att skydda emot störningar och läckströmmar.

*För att dämpa snabba variationer av mätsignalen kan den behöva filtreras.* Detta kan göras programvarumässigt i undercentralen eller hårdvarumässigt med hjälp av ett RC-filter direkt på ingången.

/2.2/

*Analoga insignaler bör kunna gränsvärdesövervakas,* gärna med två låga och två höga nivåer. Varje nivå bör kunna förses med en hysteres, dvs ett intervall som signalen får variera inom innan gränsoverskridande registreras.

/2.2/

*Analoga insignaler bör kunna rimlighetskontrolleras.* Kontrollen bör omfatta att mätvärdet ligger inom givarens mätområde och att förändringen från föregående mätvärde är rimligt.

/2.2/

/2.1/ Upplösningen på ingången har betydelse för mätnoggrannheten. Upplösningen bestäms av antal bitar som hanterar signalen. Sambandet mellan antal bitar i upplösning och mätsignalens noggrannhet framgår av tabell 1. Exempelvis ger 10 bitars upplösning för ett mätområde på 4 m noggrannheten  $4000 \text{ mm}/1024=3.9 \text{ mm}$  vilket motsvarar ca 0.1 % av mätområdet. Man bör observera att mätnoggrannheten även påverkas av noggrannheten på givare, förstärkare och eventuell skiljeförstärkare vilket kan uppgå till någon eller några procent. Kravet på antal bitars upplösning på ingången bör anpassas till hela kedjans noggrannhet.

/2.1/ **4. Analoga ut signaler (AO)** användes för att ställa ut en reglersignal av ström- eller spänningstyp för t.ex varvtalsstyrning. Galvaniska skiljeförstärkare kan bli aktuella även för utgångar. *Upplösningen på utgången* har betydelse för noggrannheten vid reglering.

Antal bitar	7	8	9	10	11	12
Mätomr. uppd.	128	256	512	1024	2048	4096
Mätnoggr. %	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05	0.024

Tabell 1. Samband mellan upplösning i antal bitar och mätnoggrannhet.

**5. Pulsingångar** kan användas för t.ex flödesmätare. Maximalt tillåten frekvens på pulsingången måste matchas emot aktuell frekvens från mätenheten.

#### Display och knappsats

/2.1/ För lokal manövrering, avläsning av mätvärden, larmhantering m m kan en *inbyggd display och knappsats* vara användbar. Man får härigenom möjlighet att förändra börvärden och på plats studera effekten av förändringar. Alternativet till en permanent manöverpanel är att man vid besök har med en transportabel panel eller en bärbar persondator och ansluter till undercentralen.

#### Kommunikationsportar

Via kommunikationsportarna sköts kommunikationen med överordnad eller underställd utrustning. Vidare kan olika typer av yttre enheter anslutas t.ex

skrivare, eller kan persondator för programunderhåll anslutas. Man bör vara observant på att undercentralen har tillräckligt många kommunikationsportar för de uppgifter som den är tänkt att sköta.

### Batteribackup

/2.1/

Man ska skilja på två olika typer av batteribackup. Internt finns normalt ett batteri för RAM-minne och klocka. Om man vill att programexekveringen ska fortgå vid strömavbrott krävs en *yttre batteribackup*. En anledning till detta kan vara att mätvärdesinsamling ska fortgå trots att alla andra funktioner upphört. Observera att även matningen av *givare i så fall måste vara batteriuppsäckad eller skötas av undercentralen direkt*. En annan anledning att ha en batteribackup kan vara att larm ska kunna utfärdas vid strömavbrott.

## 1.3 Arbetssätt

### Programexekvering

Programexekveringen i en undercentral kan ske på två olika sätt, avsökande eller sekvensiellt.

I ett avsökande system sker programgenomläsningen i tre steg. Först avsöks samtliga ingångar och resultatet sparas. Därefter läses användarprogrammet igenom rad för rad och utfallet av uppsatta villkor sparas. Slutligen uppdateras utgångarna med hänsyn till resultatet av programgenomläsningen. Cykeltiden för detta förlopp är beroende på antalet instruktioner i programmet men är normalt mindre än 100 ms.

I ett sekvensiellt system sker programgenomläsningen stegvis. Ett steg lämnas först när ett villkor är uppfyllt. Ett antal sekvenser jobbar parallellt och kan på detta vis täcka in många simultana funktioner.

### Flyttalsberäkning

/2.2/

*Vissa undercentraler kan hantera flyttal och andra bara heltal*. Flyttalsberäkning innebär en lättare programmering då konstanter och variabler kan anges direkt i

ingenjörseenheter. Dessutom kan en högre noggrannhet uppnås vilket kan vara värdefullt vid t.ex medelvärdesberäkningar. En nackdel med flyttalsberäkningar är att dessa tar betydligt längre tid att utföra jämfört med heltalsberäkningar, detta medför en högre belastning på undercentralen och därmed en längre cykeltid. Vidare är utrymmesbehovet för flyttal normalt dubbelt så stort som för heltal vilket påverkar såväl lagringsbehov som tiden för överföring mellan undercentralen och det överordnade systemet.

#### **1.4 Programmering**

Ett programmeringsspråk ska vara enkelt, kraftfullt och väl anpassat till den aktuella applikationen. Hur ett sådant språk ska se ut råder det delade meningar om. Hur man upplever ett programspråk vid första kontakten beror säkert på vilken bakgrund man har.

Programmeringsspråken kan delas upp i PLC-språk och högnivåspråk.

##### 1.4.1 Högnivåspråk

Högnivåspråk innebär inte att kunskapsnivån behöver ligga på en högre nivå än för PLC-programmering. Däremot sker programmeringen längre ifrån datorns exekveringsmetod vilket gör att man som programmerare mindre behöver bekymra sig om minnesceller, databitar m m.

Högnivåspråken kan antingen vara standardspråk som Basic, C och Pascal eller förenklingar av dessa språk som den enskilde leverantören utformat.

Kännetecknande för högnivåspråken är att man får tillgång till en friare programmering när det gäller beräkningar, villkor m m. Programmeringen kan ofta göras i en vanlig fullskärmseditor i en persondator, men för att få programmet i körbart skick måste det kompileras. Under kompileringen kontrolleras syntaxen i programmet.

En undercentral som programmeras i ett högnivåspråk bör snarare kallas för processdator än PLC-system.

### 1.4.2 PLC-programmering

Utmärkande för PLC-språken är att de är mera maskinnära och därmed mera kryptiska än högnivåspråken. Som visas nedan finns dock flera olika grafiska hjälpmedel vid PLC-programmering som underlättar uppbyggnad och förståelse. PLC-språken skrivs i regel under kontinuerlig syntax-kontroll, varje rad eller sats kontrolleras av det "operativsystem" som man jobbar under. Nedan följer en beskrivning av några olika programmeringsmetoder för PLC-system.

#### Instruktionslista

En instruktionslista består av en operationsdel och en operanddel. Varje instruktion lagras på sin bestämda minnesplats.

Operationsdelen bestämmer vad centralenheten ska göra, t.ex utföra en logisk funktion. En logisk funktion beskrivs med hjälp av Boolesk algebra. Detta matematiska hjälpmedel baseras på två binära operationer med grundfunktionerna Och (AND), Eller (OR) samt Icke (NOT). Grundfunktionerna kan också kombineras t.ex Icke-Och (Nand) och Icke-Eller (Nor). Utfallet av operationerna kan studeras i en sanningstabell.

Operanddelen delas upp i typ och parameter. Typ kan vara ingång, utgång, konstant e.d. En instruktionslista innehållande en sats kan skrivas enligt följande:

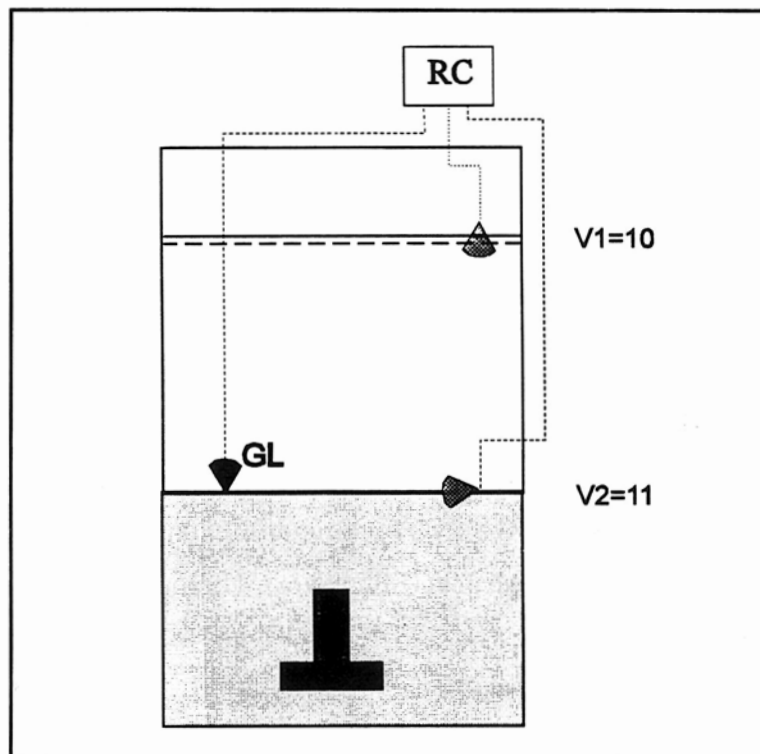
```
*
A          10 : Instruktion som
A          11 : bildar ett villkor.
=          40 : Villkorlig instruktion.
*
```

Ovanstående sats får resultatet att om ingång nr 10 och nr 11 är ettställda så blir utgång 40 ettställd.

Nedan följer ett exempel på pumpstyrning med hjälp av vippor alternativt med analog givare, allt beskrivet med hjälp av en instruktionslista. I figur 3 illustreras exemplet.

### Funktionsbeskrivning

En pump ska starta då vattnet når upp till nivån V1, ingång 10. Pumpen ska inte stoppa förrän vattnet sjunkit under nivån V2, ingång 11. Med i kretsen ska samtidigt finnas manöverbrytare på ingång 14, motorskydd på ingång 12, och torrkörningsskydd på ingång 13. Hjälpminne finns på adress 500.



Figur 3. Pumpstyrning

### Exempel 1: Vippor

	<u>Program</u>	<u>Kommentar</u>
Sats 00	*	
	AP	start parentes
	A 10	om ingång 10 är ett-ställd
	O 11	eller ingång 11 är ett-ställd
	A 500	och hjälpminnet 500
	RP	slut parentes
	A 14	och manöverbrytaren är tillslagen
	AN 12	och inte motorskyddet är utlöst
	AN 13	och inte torrkörningsskyddet är aktivt
	= 500	då ska hjälpminnet 500 ett-ställas
	*	



Sats 01 *			
A	14		om manöverbrytaren är tillslagen
A	500		och hjälpminnet 500 är ett-ställt
=	40		då ett-ställs utgång 40, pumpen startar

I ovanstående exempel kan fysiska adresser t.ex "A 10" bytas ut emot symboliska adresser som t.ex "A Start".

Exempel 2:

Nivågivare ansluten till analog ingång 1, AI1. Mätområdet är 0-3 m och talområdet är 0-65535. Tillslagsnivån på t.ex 2.58 motsvarar talet 56300, fråslagsnivån 2.29 motsvarar talet 50000. Hjälpminne 71,72 och 73 användes om mätvärdet är mindre än, lika med eller större än till- respektive fråslagsnivån.

<u>Program</u>	<u>Kommentar</u>		
Sats 01 *			
GET	AI1		hämta analog signal
CMP	K56300		jämför med registervärde
Sats 02 *			
A	73		om nivån är större än
O	72		eller lika med tillslagsnivån
=	S500		så ettställs hjälpminne 500
Sats 03 *			
GET	AI1		hämta analog signal
CMP	K50000		jämför med registervärde
Sats 04 *			
A	71		om nivån är mindre än
O	72		eller lika med fråslagsnivån
=	R500		så nollställs hjälpminnet
Sats 05 *			
A	14		om manöverbrytare är tillslagen
A	500		och hjälpminne 500 är ettställt
AN	12		och inte motorskydd är utlöst
AN	13		och inte torrkörningsskydd är utlöst
=	40		så ettställs utgång 40 och pumpen startar

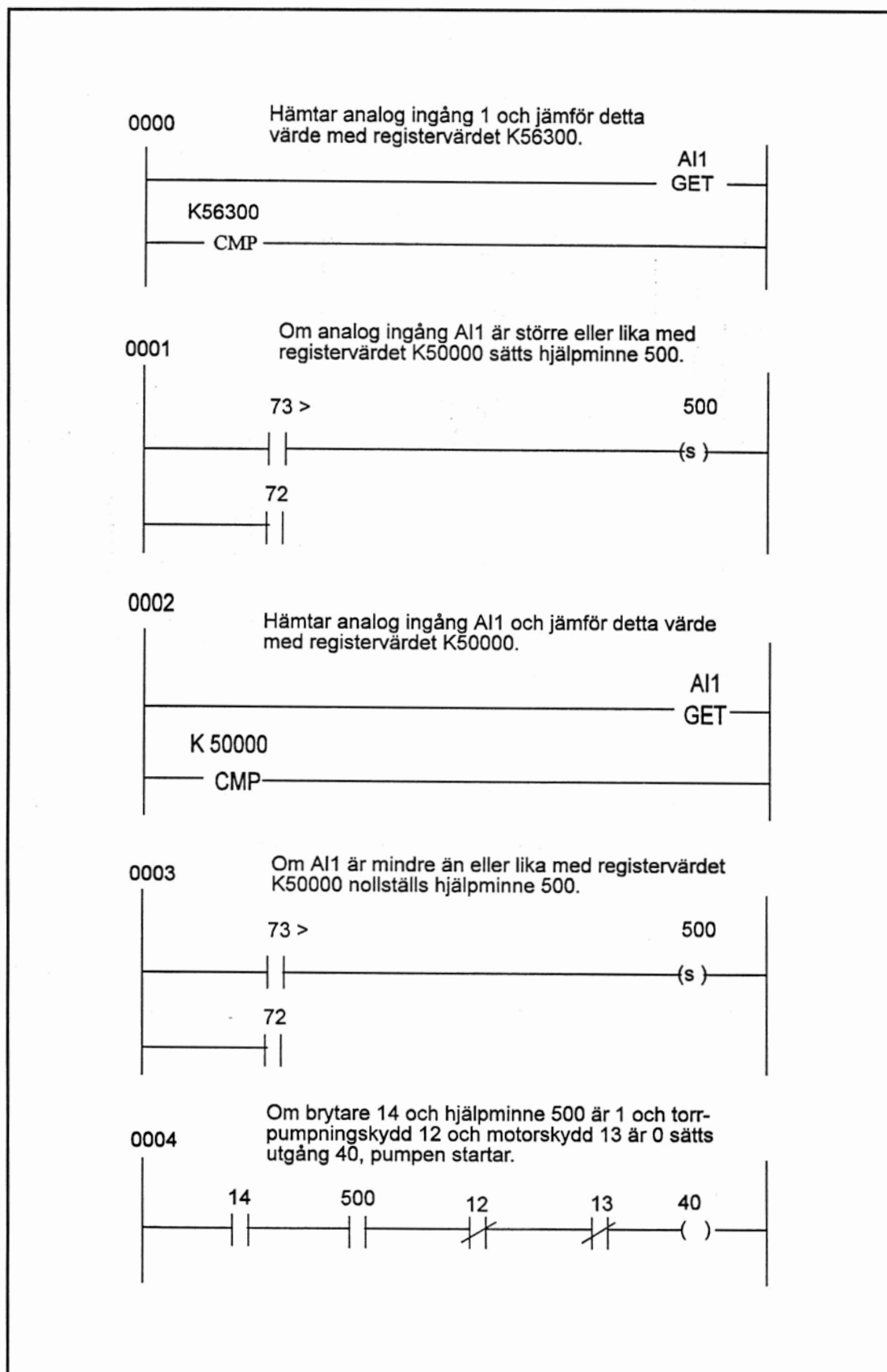
En instruktionslista kan även innehålla räknare, timers, subrutiner mm. Subrutiner användes när en funktion återkommer flera gånger. Huvudprogrammet kan då kalla upp subrutinen vid varje tillfälle istället för att funktionen beskrives flera gånger.

### Reläschemata

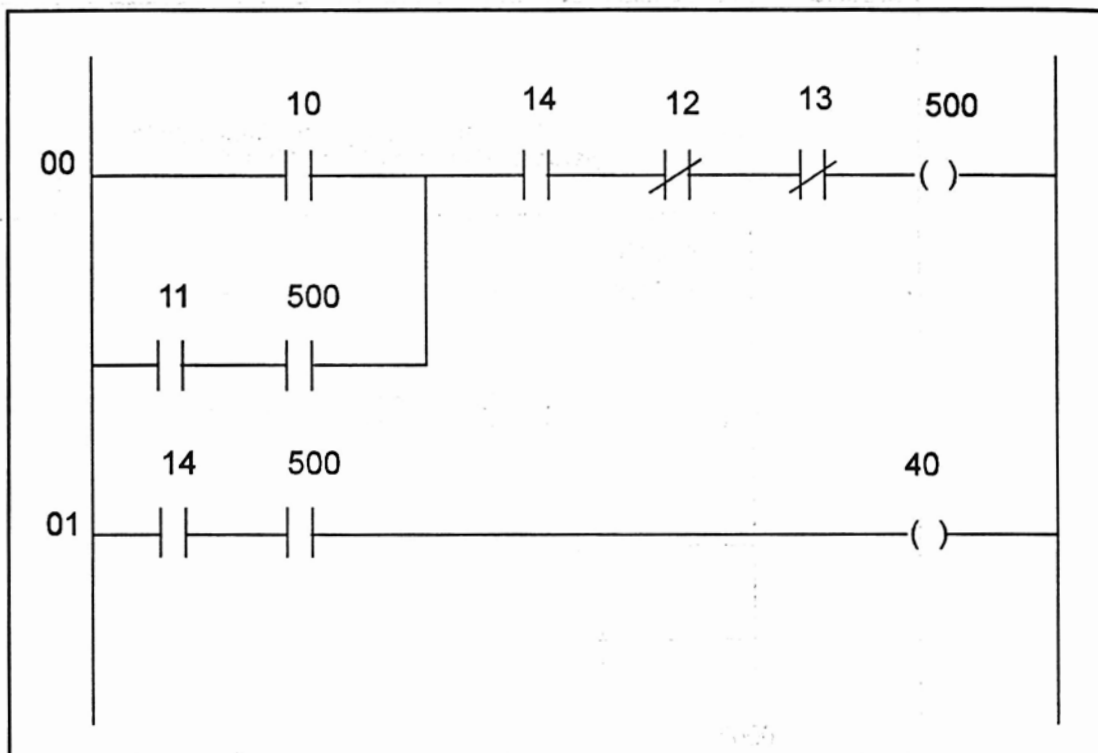
Reläprogrammering (ladder) är det programmeringssätt vilket mest liknar den gamla relätekniken med dess kretsscheman. Därför känner en användare med elbakgrund igen sig vid uppbyggnad och felsökning.

Ovanstående exempel på pumpstyrning med analog mätning av nivån får ett utseende enligt figur 4 i reläschemametoden.

Samma programexempel med vippor får ett utseende enligt figur 5 om det utförs enligt reläschemametoden.



Figur 4. Pumpstyrning med analog givare programmerad i reläschemata.

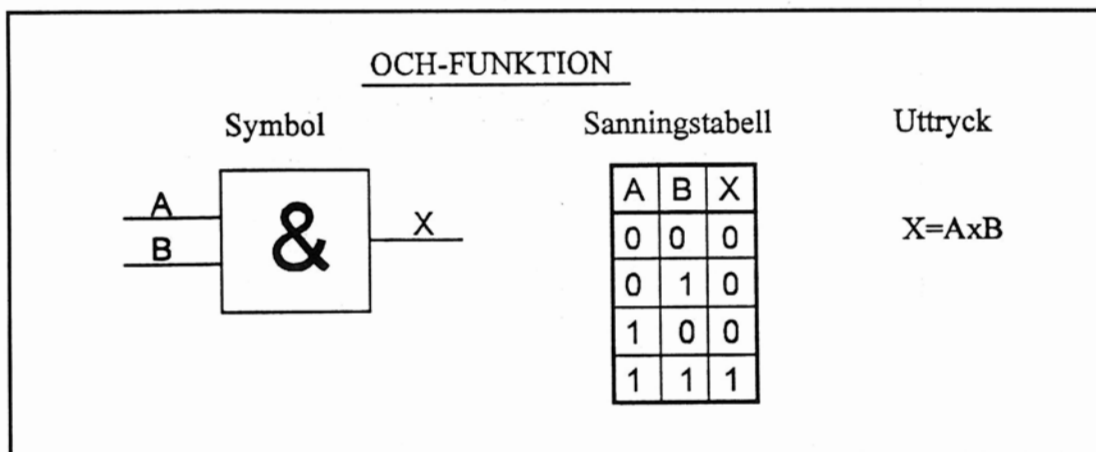


Figur 5. Pumpstyrning med vippor programmerad i reléschema.

### Grindlogik

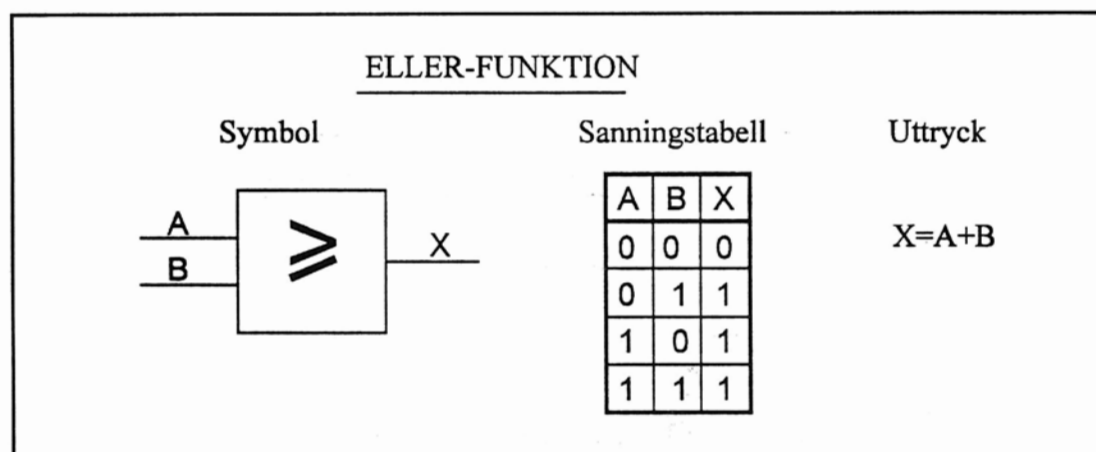
En logisk krets byggs oftast upp av de tre grundfunktionerna "OCH", "ELLER" samt "ICKE". Dessa tre enklare funktioner kan tillsammans med speciella fördröjnings- och pulsfunktioner bilda sammansatta funktioner.

Symbolen inuti fyrkanten visar aktuell logikkrets. För **OCH**-funktionen gäller att samtliga ingångar skall vara lika med 1 för att utgång X ska bli 1-ställd. Symbol och sanningstabell visas i figur 6.



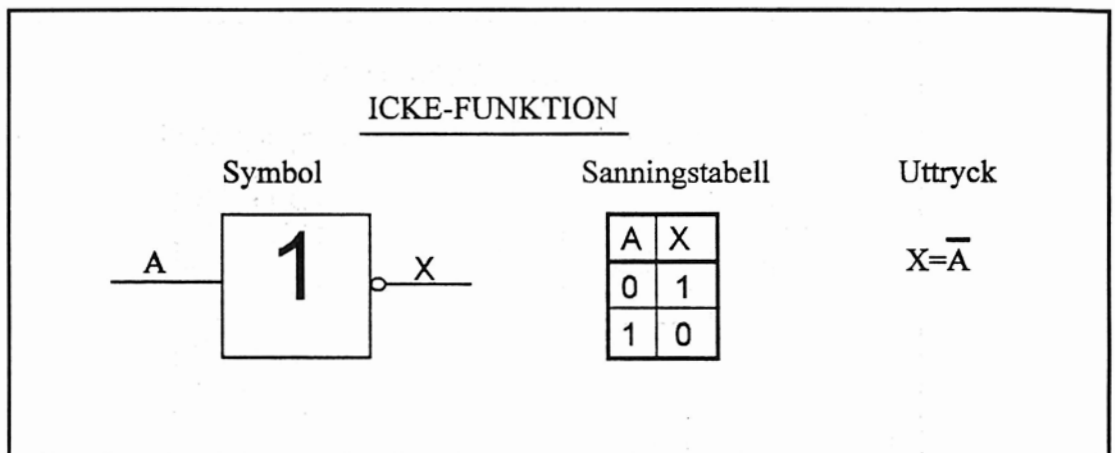
Figur 6. OCH-funktion

För en **ELLER**-funktion gäller att om en eller flera ingångar har 1-tillstånd får utgången 1-tillstånd. Symbol och sanningstabell framgår av figur 7.



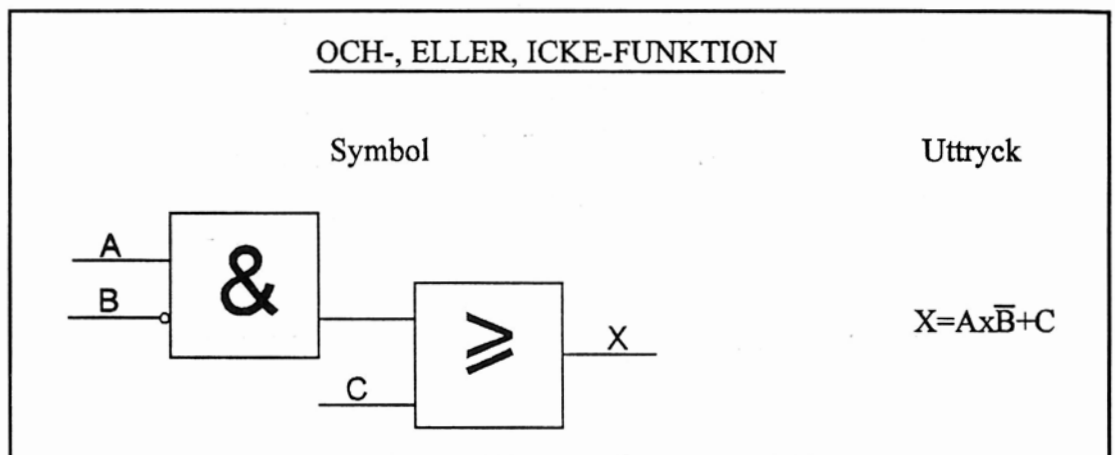
Figur 7. ELLER-funktion

En **ICKE**-funktion eller invers funktion medför att utgången får motsatt tillstånd i förhållande till ingången (ingången inverteras). Symbol och sanningstabell framgår av figur 8.



Figur 8. ICKE-funktion

Krets innehållande **OCH**, **ELLER**, **ICKE** är en sammansättning av ovanstående funktioner. Symbol och uttryck framgår av figur 9.



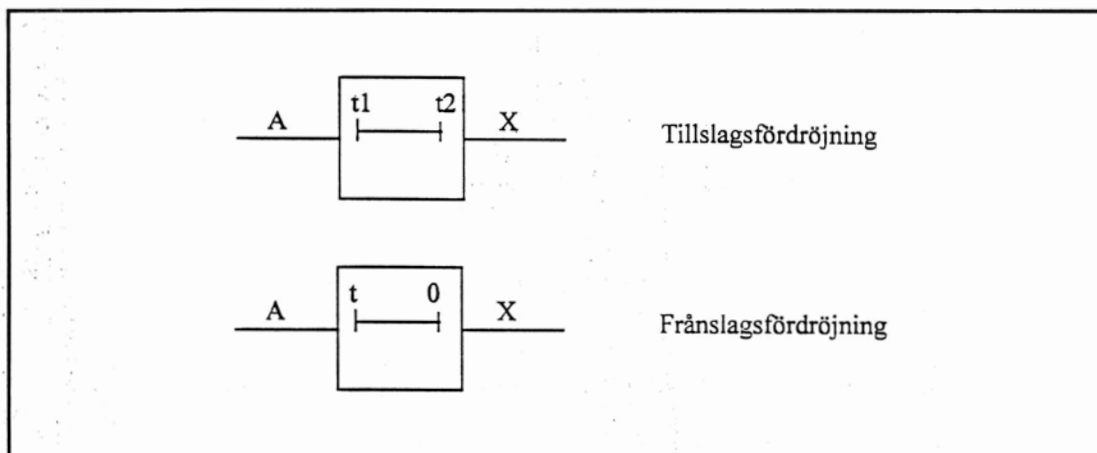
Figur 9. OCH-, ELLER-, ICKE-funktion.

En fördröjningsfunktion kan vara antingen tillslagsfördröjd eller frånslagsfördröjd.

En tillslagsfördröjd funktion kan användas för att t.ex förhindra samtidig pumpstart efter strömavbrott.

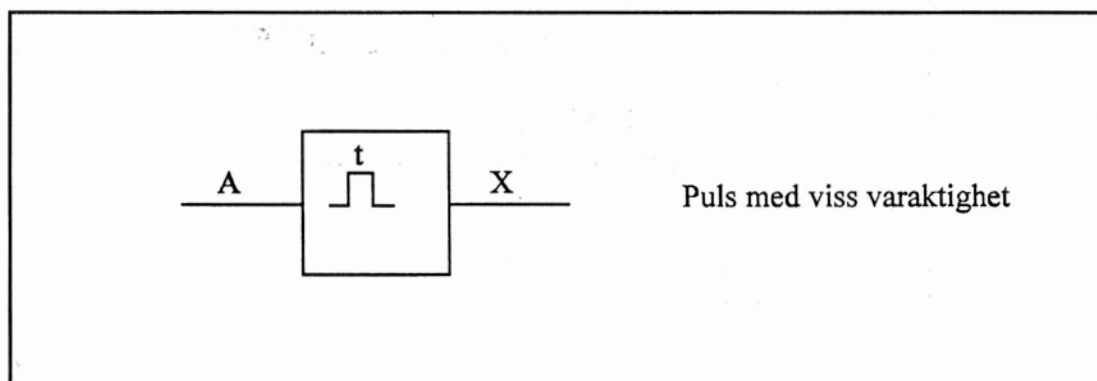
En frånslagsfördröjd funktion kan t.ex användas för att förhindra en pump att rotera baklänges efter ventilstängning på trycksidan.

Fördröjningsfunktioner kan åskådliggöras enligt figur 10.



Figur 10. Fördröjningsfunktioner

En pulsfunktion kan användas då en insignal måste ha en viss varaktighet. Exempelvis kan kontakttiden från en regnmätare med vippskål vara för kort för att hinna uppmärksammas vid programexekveringen som sker med en viss cykeltid. Genom att definiera en pulsfunktion prioriteras då avkänningen av den aktuella ingången. En pulsfunktion med fördröjning kan åskådliggöras enligt figur 12.



Figur 11. Pulsfunktion med fördröjning

### Grafcet

Med målsättningen att skapa en översiktlig och tydlig programstruktur utvecklades i Frankrike på 70-talet en grafisk programmeringsmetod som heter Grafcet.

Metoden har sedan blivit upphöjd till internationell standard (IEC 848).

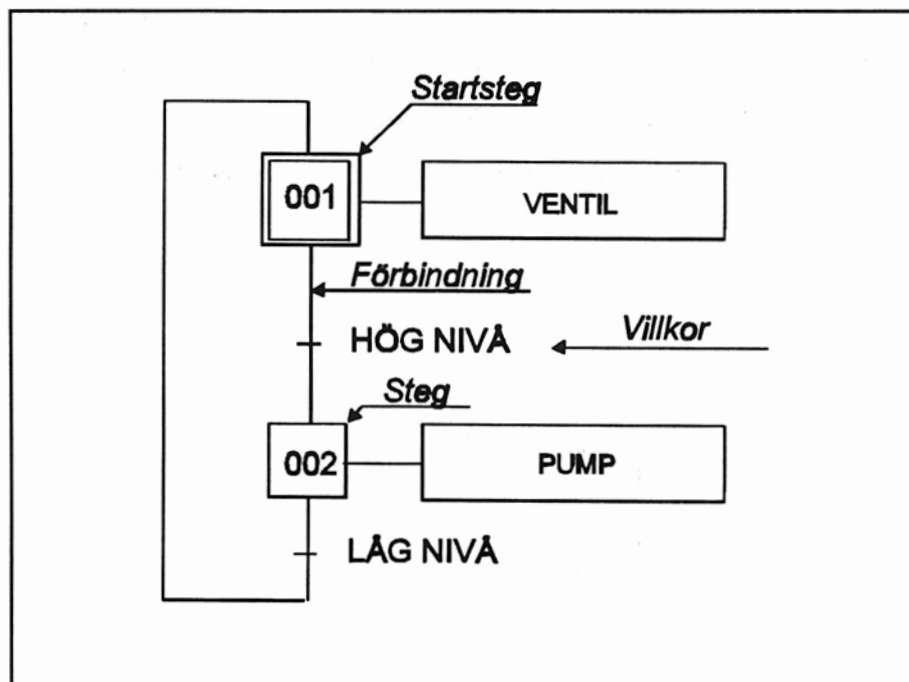
En programsekvens i Grafcet kallas för en graf. En graf består av fyra grund-element, se figur 12.

**Startsteget** markeras med en dubbelram, det kan bara finnas ett startsteg i varje graf. Händelseförloppet startar alltid i detta startsteg.

Ett **steg** beskriver en händelse eller ett helt förlopp.

Mellan två steg finns en **övergång**. Övergången är ett villkor, tex "vid låg nivå". Villkoret i övergången beskrivs med hjälp av instruktioner (Boolesk algebra). Vid listning kan villkoret även visas i form av reläschemata.

Ett steg och en övergång binds ihop av en **förbindning**.



Figur 12. Exempel på en graf i Grafcet.

### 1.4.3 Programmering on-line och off-line

Om man utvecklar ett styrprogram i en utrustning som är fristående ifrån systemet t.ex en persondator eller en särskild undercentral kallas detta att man *program-*



*merar off-line*. Programmet får då flyttas över till målsystemet, härvid stoppas programexekveringen och det nya programmet laddas in och körs igång.

/2.3/ Vid *programmering on-line* förändras styrprogrammet satsvis under drift utan att programexekveringen avbryts.

Båda ovanstående metoder kan utföras centralt eller lokalt. I detta sammanhang menas med lokalt att programmeringen sker vid undercentralen medan centralt innebär att man programmerar från den överordnade datorn. För vissa fabriker kräver detta en separat kommunikationslinje vid sidan av den ordinarie för dataöverföring m m.

/2.3/ En kombination av central och off-line programmering innebär att man *från överordnat system för över ett helt program till undercentralen och även startar upp det på avstånd*. Här kan dock en varning vara på sin plats, ett nytt program bör alltid startas upp under närvaro av operatören, endast mindre förändringar av ett uttestat program bör tillåtas för central uppstart.

## 2. PROCESS

### 2.1 Styrning och Reglering

Syftet med styrning och reglering är primärt att:

- Processen ska hållas igång.
- Slutproduktens kvalite ska uppfylla ställda krav.
- Driftkostnaderna ska minimeras.

#### Styrning

Med styrning avses en kontroll av processen där en eller flera ingångsvariabler påverkas efter ett förutbestämt tidsschema eller beroende på bestämda gränsvillkor. Utmärkande för styrning till skillnad ifrån reglering är att någon mätning som kontrollerar resultatet inte sker.

Exempel på styrfunktioner är:

- Tidsstyrning av slamskrapor och backspolning av filter.
- Pumpning med fasta pumpsteg styrd av endast start och stoppnivåer i en pumpgrop.

Sådan styrning har tidigare lösts med hjälp av reläteknik och är enkel att flytta över till programmerbara styrsystem.

#### Reglering

Med reglering menas återkopplad styrning, dvs den reglerade processvariabelns mätsignal återförs till regulatorn och jämförs där med ett börvärde. Baserat på denna skillnad beräknar regulatorn sedan en styrsignal som skickas ut till ett styrdon som påverkar processen på så sätt att felet mellan är- och börvärde förväntas att minska.

Insignalerna till en regulator (är- och börvärden) är alltid analoga eller uttrycks åtminstone som sådana. Utsignalen kan antingen vara analog (ström eller spänn-

ing) som är kopplad till t.ex kontrollringången på en frekvensomriktare eller digital som är kopplad till t.ex en ventil.

Digitala utsignaler kan ha flera olika former. Antingen två lägen som är "till" eller "från" tills regulatorn utför ett nytt ingrepp eller att "till"-läge är på under viss av regulatorn bestämd tid och därefter sker en återgång till "från"-läge. Det förekommer även att en regulator sänder ut ett pulståg av bestämd form och längd.

Regleringen sker normalt med lokala regulatorer. Med lokal menas här att regulator påverkar en lokal variabel t ex nivå, temperatur eller syrehalt och inte att regulator är fysiskt placerat lokalt. Motsatsen är global reglering där en komplex regulator beräknar börvärden för flera lokala regulatorer på sådant sätt att t ex kostnaden att hålla en viss kvalitet på resultatproduktionen minimeras.

### PID-regulator

Den vanligaste typen av en lokal regulator är en s k PID-regulator. PID betyder att styrsignalen är summan av dessa tre termer:

P - termen proportionell mot felet.

I - termen proportionell mot integralen av felet.

D - termen proportionell mot derivatan av felet.

En konventionell PID-regulator kan inte tas i drift hur som helst. Varje term måste "trimmas" in beroende på processens dynamik. P-termen trimmas in med att förstärkningen (eller ibland proportionalbandet) anges. I- och D-termen trimmas in genom att ange integral- respektive derivatetid. Genom att "slå av" respektive term, kan man åstadkomma en ren P- eller PI-regulator.

En PID regulator brukar vara implementerad som "standard" i de flesta regler- och övervakningssystem. Följande bör tänkas på vid användning av sådana regulatorer.

Samplingstid ska vara relevant i förhållande till processens dynamik. Vissa processer har en mycket kort tidskonstant t ex tryckreglering, andra har en mycket lång tidskonstant t ex slamrötning. I ett normalt system ligger samplingstiden på allt från bråkdelar av sekund till ett par sekunder. Om alla insignaler till ett system

samplas med en och samma frekvens ska det finnas funktioner för medelvärdesbildning (eller annan konvertering) av de samplade signalerna till en långsammare frekvens, typiskt minuter, timmar och dygn.

/2.7/ *Den använda regulatorm ska vara så utformad att utsignalen tillåts variera endast inom givet mätområde.*

/2.7/ *Vid omkoppling mellan manuell och automatisk kontroll ska utstyrningen ske utan språng i utsignalen d v s regulatorm ska inte behöva "initialiseras" för sådan omkoppling.*

/2.7/ *Vissa styrdon kan inte ställas in med oändlig precision. Det är därför önskvärt att en regulator har ett ställbart s k dödband. Om utsignalen ligger inom ett sådant band, ska inte något ingrepp ske. Med detta minskas onödiga "ryckningar" i t ex ställmotorer.*

/2.7/ *Vissa styrdon tål inte en språngvis ändring av kontrollsignalen t ex frekvensomriktare. En regulator avsedd att styra sådana don ska därför ändra utsignalen mellan ingreppen enligt en definierbar rampfunktion. Detta är en viktig funktion även för vissa processdelar som inte bör utsättas för språngvisa förändringar.*

All mätning består utöver själva informationen även av bruset vilket kan vara mer eller mindre besvärligt. Därför är det önskvärt att systemet är försett med lämpliga digitala och analoga filter så att regulatorm matas endast med brusfri signal.

Normalt räcker det att medelvärdesbilda de snabbt samplade signalerna över en längre tidsperiod (se ovan). Det bör observeras att vissa enkla digitala filter orsakar tidsfördröjning vilket kan skapa problem för regulatorm. En del av bruset kan vara ett sk kvantiseringsbrus som skapas vid omvandlingen av den analoga elektriska signalen till ett numeriskt värde. Även om den använda analog-till-digital (A/D) omvandlaren har ett brett band (över 10 bitar) bör man se till att de mätta signalernas mätområde är korrekt anpassat till de verkliga variationerna. Det är t ex helt förkastligt att använda en flödesmätare med mätområdet inställt på 0 - 100 l/s när man med säkerhet vet att flödet aldrig överstiger 25 l/s.

/2.7/ *Regulatorns parametrar ska vara inställbara under drift. Tyvärr sker inställningen av en PID regulator fortfarande enligt vissa grova tumregler och/eller "på känn".*

Det bör därför finnas vissa hjälpmedel som beräknar åtminstone initialinställningen (se vidare under självinställande och adaptiva regulatorer).

/1.11/ *Det är önskvärt att de reglerade variablerna kan plottas som tidskurvor på operatörens skärm över en valbar tidsperiod. Vid intrimningen av systemet är det önskvärt att även regulatorns parametrar kan visas.*

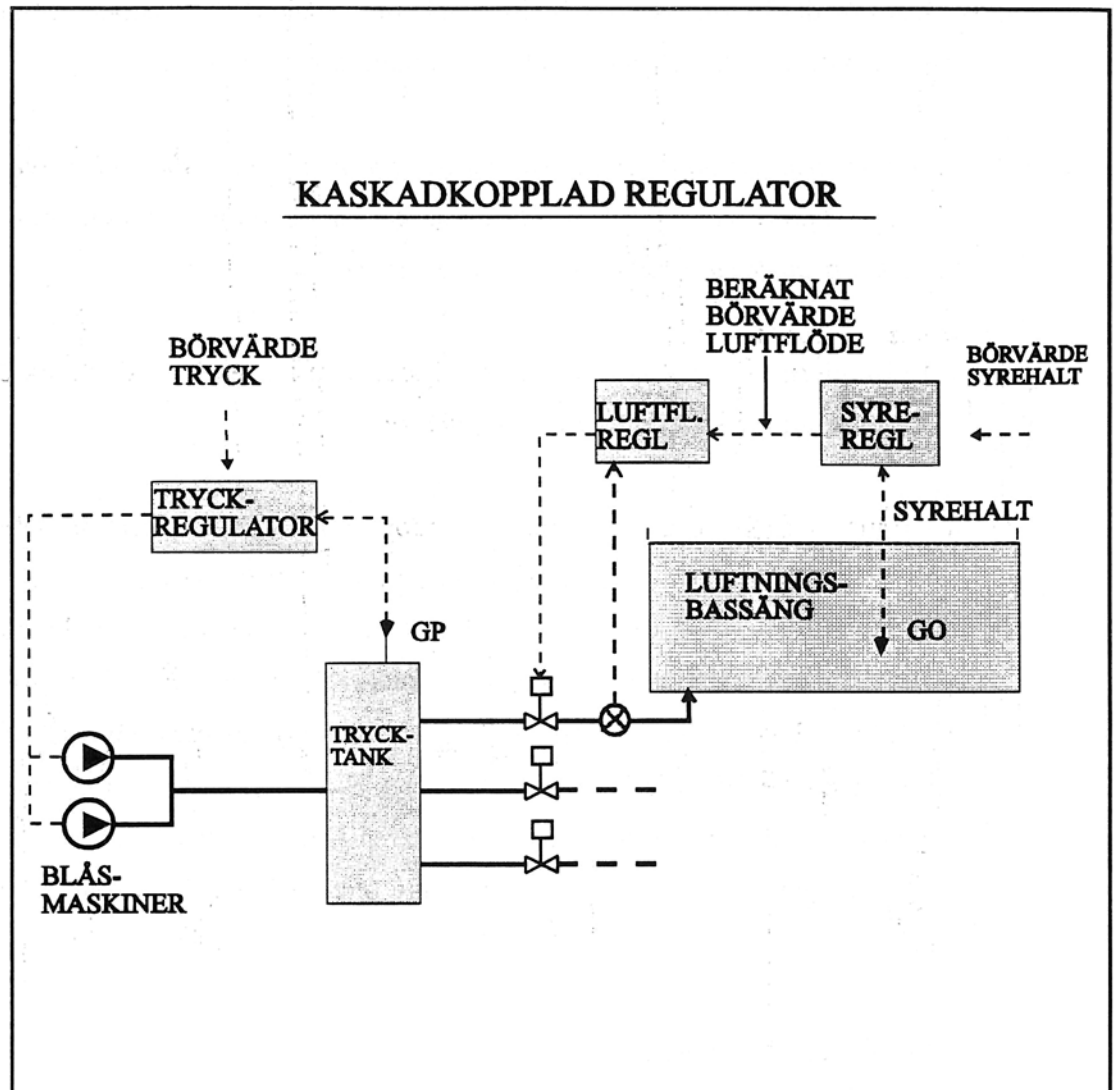
/2.7/ Vid reglering av mera komplexa processer som har en bred dynamik är det lämpligt att *kaskadkoppla flera regulatorer.*

I figur 14 finns ett exempel på kaskadkoppling av regulatorer för syresättning i en luftningsbassäng. I exemplet är det inte möjligt att direktreglera blåsmaskinerna endast med syrehalterna i luftningsbassängerna. Syrehalten som ska hållas på ett visst börvärde påverkar en regulator som var femtonde minut beräknar önskat luftflöde. Utsignalen från denna regulator kommer att vara börvärdet för ventilregulatorn som kontrollerar (minskar eller ökar) ventilen var tionde sekund. Trycket i den gemensamma tryckbehållaren hålls konstant med en regulator som påverkar en eller flera steglöst reglerbara blåsmaskiner. Här samplas signalen varje sekund.

#### Feedforward regulator

I ett reningsverk är det vanligt att det finns dödtider, i princip tiden mellan det regulatorn skickar ut styrsignalen och till dess ärvärdet förändrats med en viss procent av mätområdet. Oftast är processdynamiken mer komplicerad än så, t.ex vid reglering av en aktiv-slamprocess. Vid användning av konventionella regulatorer skulle det krävas en regelbunden omtrimning av regulatorparametrarna för att de skulle gå att använda. I sådana fall kan flera andra tekniker tillämpas för att överhuvudtaget möjliggöra en reglering. Ett kan vara en s.k. feedforward regulator (jämför med PID vilken är s.k. feedback regulator).

En feedforward regulator är användbar främst på processer med mycket långa tidskonstanter och/eller dödtider. Nackdelen är att denna behöver en modell av processen. En feedforward-regulator har inga trimpunkter, dess funktionalitet beror mest på modellens noggrannhet.



Figur 13. Kaskadkoppling av regulatorer för syresättning i en luftningsbassäng

Realistiska lösningar är en kombination av feedforward och feedback regulatorer. Feedforwarddelen utför de snabba korrektioner som orsakas av ändringar i börvärdet och/eller ärvärdet. Feedbackdelen korrigerar i mycket långsammare tidsskala. Användning av feedforward/feedback regulatorn kräver att man känner väl dels denna regulatorns begränsningar, dels processens dynamik och övriga karaktärer. Fördelen kan vara att den kan utföra snabba prediktiva korrigeringar om modellen är känd och störningarna är mätbara.

En annan regulator som kan användas på processer med dödtider är en s.k "Smith predictor". Denna regulator använder både processmodellen och en modell av själva tidsfördröjningen. Regulatorn kräver att styrsignalerna kan lagras i minnet under viss tid.

### Självinställande regulator

- /2.7/ *I många processer är dynamiken helt okänd och låter sig inte bestämmas med enkla medel. Parametrarna kan vara konstanta eller variera långsamt med tiden. I sådana fall är det lämpligt att använda självinställande regulatorer.* Intrimningen startas av operatören. Regulatorn kommer då att excitera processen med små störningar för att bestämma dess dynamik. Av detta beräknar den sedan P, I och D parametrarna. Dessa används av regulatorn tills operatören startar intrimningen igen.

### Adaptiv regulator

- /2.7/ I övriga fall då *dynamiken ändras ofta, är en adaptiv regulator att föredra.* En sådan består alltid av två interna block, en regulator och en estimator. Estimatorn mäter processens in- och utvariabler kontinuerligt med viss bestämd samplingsfrekvens. Av dessa beräknas sedan, antingen direkt eller via en "design funktion", regulatorns parametrar. Estimeringen och regleringen pågår samtidigt, men normalt sker parameterberäkningen inte lika ofta som regleringen. Denna regulator kräver att både kontrollvariabler och parametrar kan lagras under viss tid. Trots dessa "magiska krafter" kan inte denna regulator användas som en svart box utan den kräver som de andra regulatorerna en mycket god kännedom om processen.

### Artificiell intelligens

Kraftfulla överordnade system (dvs med hög beräkningskapacitet) kan förses med mer eller mindre komplexa system för driftoptimering. Dessa består i regel av datormodeller, expertsystem och komplexa regulatorer baserade på "fuzzy logic" och "neural networks". Än så länge kan dessa inte betraktas som direktstyrningens verktyg, utan som en rådgivare till operatören. Det finns ett stort antal sådana verktyg på marknaden, de flesta av dem kan användas endast off-line samt i en begränsad datormiljö t.ex PC-DOS. Då många av dessa verktyg är avsedda antingen för forskning eller design, saknas det fortfarande ett bra användargränssnitt för att de ska vara användbara i ett kontrollrum.

## 2.2 Simulering

Den verkliga processen beskrives så noggrant som möjligt i en beräkningsmodell. Syftet med simulering är sedan att användaren ska få stöd för beslut som rör förändringar av processen.

På ett avloppsreningsverk ska simulatören kunna beräkna resultatet av förändringar med ledning av nuvarande tillstånd och vilka styringrepp som planeras.

Modeller kan karakteriseras på olika sätt, t.ex:

- dynamiska eller steady state
- mekanistiska eller empiriska
- deterministiska eller stokastiska.

Oftast är modellen och simulatören paketerade ihop och utgör vad vi kallar ett verktyg. Flera av verktygen för avloppsreningsprocesser beskriver aktiv-slamprocessen, ett exempel på detta är EFOR. Exempel på ett mera generellt verktyg är GPS-X.

### 2.2.1 EFOR

#### Inledning

EFOR är ett persondatorbaserat program som simulerar biologiska och kemiska processer samt sedimenteringsförloppet i en aktivslamanläggning. Programmet omfattas av ett antal moduler med vilka avloppsreningsverket definieras. Det är en dynamisk modell, vilket innebär att bl a variationer i driften såsom förändringar i inflöde och belastning kan simuleras och utvärderas. EFOR ger en möjlighet att med hjälp av ett antal styrverktyg och reglerfunktioner prova olika driftstrategier för att på så sätt underlätta driftoptimeringen av avloppsreningsverket.

#### Behov av driftparametrar

Som ingångsdata till modellen behövs, förutom dimensioneringsdata, avloppsflöde, eventuell bräddningsmängd, avloppsvattentemperatur, även ett antal analyspara-



metrar som karakteriserar avloppsvattnets och slammets sammansättning enligt följande:

- COD
- BOD<sub>7</sub>
- totalkväve
- kjeldalkväve
- totalfosfor
- suspenderad substans
- syrehalt
- alkalinitet
- järn(II)halt

För kalibrering av modellen behöver dessa kompletteras med:

- fosfatfosfor
- ammoniumkväve och
- nitratkväve

Flertalet av dessa analysparametrar går idag inte att mäta kontinuerligt. Dock kan vissa ingångsdata till modellen beräknas fram med hjälp av andra kontinuerligt mätbara analysparametrar, t ex organsikt kol (TOC).

Antalet för modellen nödvändiga analysparametrar varierar beroende på mät-punkten i avloppsreningsverket.

#### Tidsupplösning

Programmet kan behandla de flesta tidsskalorna. Mest intressant är tidsskalan minuter och timmar. Även dagar kan användas, vilket dock ger upphov till en mindre noggrann simulering. Vilken tidsskala och mätfrekvens man väljer beror främst på mängden indata som EFOR-programmet hittills har klarat av att läsa in. Detta kommer att påverka noggrannheten på simuleringen, d v s möjligheten att anpassa modellen till de verkliga förhållandena. I den nya versionen av EFOR, (1:a halvåret 1993) är det tänkt att bli ha en mer utvecklad inläsning och utskrift av data till och från programmet.

## Presentation

Resultatet av beräkningarna kan åskådliggöras på bildskärmen som funktion av tiden och/eller sparas som datafil för senare bearbetning.

Programmets utdatafiler ges på ASCII-format. Detta ger användaren möjligheten att behandla och bearbeta informationen i olika kalkylprogram. Talformatet är amerikansk standard, d v s punkt istället för decimalkomma, medan datum och tid skrivs på svenskt vis (dd/mm/åååå tt:mm).

### 2.2.2 GPS-X

GPS-X (General Purpose Simulator) är ett simuleringsprogram för UNIX-datorer. Utöver modeller för de på ett reningsverk förekommande processerna (aktiv-slam, sedimentering, förtjockning, rötning mm) innehåller detta program även verktyg för modellanalys, kalibrering och optimering.

Innan simuleringen kan utföras måste användaren "bygga upp" ett reningsverk. Uppbyggnaden görs interaktivt på en grafisk skärm med hjälp av ett antal byggklossar som representerar olika delprocesser. Delarna sammankopplas med ledningar och därefter väljer användaren modell för varje delprocess ur ett modellbibliotek.

Utöver dimensioneringsdata behövs motsvarande parametrar som för EFOR (se ovan) för att en simulering ska kunna genomföras. Under simuleringen kan alla ingångsvariabler påverkas steglöst, antingen interaktivt med hjälp av "kontrollrattar" eller via datafiler med tidsserier.

Resultatet av simuleringen kan presenteras på bildskärmen som tidsseriegrafer över valda driftvariabler och/eller sparas på filer för senare analys eller presentation.

### 3. ANLÄGGNING

#### 3.1 Dokumentation av anläggning

Det unika med ett övervakningssystem jämfört med andra system är att det är ett realtidssystem. Ett realtidssystem håller reda på vad som händer fortlöpande och bör naturligtvis användas främst för dynamiska förlopp. En beskrivning av anläggningen som sådan med rördragningar, ventiler, givarplacering m m måste dock finnas lättillgänglig när man ska analysera driftproblem eller studera alternativa driftmöjligheter. Man kan fundera över om ett övervakningssystem är rätta miljön för ett ritningsarkiv. Det som talar för är att arkivet kommer nära driftpersonalen och att man har en datorutrustning som hårdvarumässigt förmodligen klarar av hantering av ritningar. Det som talar emot är att lagring av ritningar tar ganska mycket plats och att det interna ritverktyget inte är tillräckligt bra för underhåll av ritningar.

I kapitel 1.3 formuleras krav som rör processbilder vilket till sin statiska del är just en ritning. Ytterligare krav på hantering av statiska bilder bör formuleras i separat punkt om man anser att anläggningsdokumentation ska ingå.

#### 3.2 Dokumentation av utrustning

Den utrustning i form av pumpar, ventiler, motorer m m som deltar i processen har ju en mängd tekniska data och specifikationer. Denna beskrivning finns förhoppningsvis dokumenterad i pärmar eller eventuellt i något datorbaserat register. Om en sådan beskrivning integreras i övervakningssystemet har ju maskinisten en kort sökväg till uppgifter om de enheter som ändå till funktion är beskrivna.

Om beskrivningen av utrustning görs i en databas fås möjligheter till sökning och uppdatering på ett mycket effektivt sätt. För lagring av data har ju på en viss kravnivå användandet av en SQL-databas föreskrivits. Utrustningsbeskrivning i samma databas utgör en god möjlighet till dubbel nytta med databasen.

Vissa databaser har även en grafisk koppling, om detta kan användas genom att peka på ett objekt i processbild eller annan statisk ritning har man fått ett effektivt verktyg.

Ovanstående faciliteter är idag inte meningsfulla att ha med som generella krav vid en förfrågan. En diskussion bör hellre tas med tänkbara leverantörer för att undersöka hur långt som är rimligt att nå.

### **3.3 Underhållsplanering**

Den underhållsplanering som har ett berättigande i ett övervakningssystem ska baseras på mätbara förändringar. Uppmätt drifttid är det mest typiska. Man kan även tänka sig att parametrar som indikerar förslitning t.ex vibrationer eller temperatur övervakas för underhållsåtgärder. Detta medför att såväl mätvärdesövervakning som händelser bör kunna föras till underhållsplanering. *En*

*/1.17/ arbetsorder som utfärdas i underhållsrutinen kommer därmed att baseras på drifttidsmätning, larm och händelser, härigenom har en början till underhållsplanering skapats.*

## 4. LEDNINGSSYSTEM

### 4.1 Beräkningsmodeller för vattenledningsnät

#### 4.1.1 Off line

I en off-line modell simuleras tillståndet i ett vattenledningsnät med tidigare uppmätta eller uppskattade värden på förbrukning, inpumpning, nivåvariationer, tryck m m. Indata ges manuellt via tangentbord eller genom inläsning av datafiler.

För insamling och lagring av dessa mätvärden gäller vissa regler för att data ska vara fullt användbara i efterhand.

#### Mätnoggrannhet

Upplösningen på givare och analoga ingångar bör avpassas till det aktuella mätområdet så att god noggrannhet erhålles. Absoluta tal på mätupplösningen kan inte anges eftersom mätområdets spann är avgörande. Som exempel anges nedan lämplig noggrannhet för indata till beräkningsmodellen Licwater.

- nivå 0.01 m
- flöde 1 l/s
- tryck 0.01 mvp

#### Tidsnoggrannhet

- /2.2/ *Insamling och lagring av mätvärden bör kunna ske som 1-minutsmedelvärden. Mätning som baserar sig på händelser t.ex pumpars till- och frånslag bör anges med sekundnoggrannhet.*

#### I överordnat system

- /1.16/ *För vidare bearbetning gäller att insamlade data ska kunna exporteras.*

#### 4.1.2 On line

I Sverige finns endast beräkningsmodellen Licwater presenterad med en on-line-version. Ännu finns inte någon Licwater on line i full drift. I Malmö har man dock kopplat upp en anläggning där övervakningssystemet Cactus levererar data. I övrigt håller anläggningar i Gävle och Uppsala på att förverkligas.

Man räknar med att övervakningssystemet ska leverera en fil var 5:e-10:e minut. Licwater kommer sedan att göra beräkningar 1 gång varje timma. I framtiden kan frekvensen komma att öka.

Med hjälp av kontinuerliga beräkningar som baseras på färskta mätvärden kan tillståndet i andra punkter än de som täcks in av mätningar bedömas. Vidare kan prognoser upprättas som t.ex baseras på en reservoarvolym och en förväntad förbrukning.

#### Krav på övervakningssystem

För utbyte av data förordas att de båda maskinerna är anslutna på ett nätverk, t.ex Ethernet. De datafiler som utväxlas mellan systemen ska vara ASCII-filer.

Kraven på övervakningssystemet blir därmed:

- /3.1.2/ 1. Ska finnas i nätverkslösning på Ethernet för utbyte av datafiler*
- /3.1.2/ 2. Ska kunna skapa ASCII-filer med utseende enligt specifikation. Filerna består av nyckelord vilka följs av data. Filerna ska kunna skapas och överföras minst en gång var 5:e minut.*

#### **4.2 Beräkningsmodeller för avloppsledningsnät**

Det vanligaste verktyget för analys och dimensionering av avloppsledningsnät i Sverige är MOUSE. Systemet ägs av Dansk Hydraulisk Institut (DHI) och introducerades via ett samarbetsavtal med VAV i Sverige år 1985. MOUSE är idag ett programsystem med ett antal moduler för olika arbetsuppgifter.

#### 4.2.1 Off line

I en off-line modell belastas ledningsnätet med tidigare uppmätta eller beräknade flöden och/eller regn. Indata ges manuellt via tangentbord eller genom inläsning av datafiler.

För att i efterhand kunna analysera förhållanden i ledningsnätet krävs att vissa uppmätta parametrar finns tillgängliga. Dessa parametrar är primärt nederbörd, flöde och nivå, i vissa fall även temperatur.

För insamling och lagring av dessa mätvärden gäller vissa regler för att data ska vara fullt användbara i efterhand.

#### Mätnoggrannhet

Upplösningen på givare och analoga ingångar bör avpassas till det aktuella mätområdet så att god noggrannhet erhålles. Absoluta tal för ovan angivna parametrar kan inte anges eftersom mätområdets spann är avgörande. Nedan anges lämplig noggrannhet för indata till MOUSE.

- nederbörd 0.2 mm
- temperatur 0.1 °C
- flöde 0.001 m<sup>3</sup>/s (1 l/s)
- nivå 0.01 m (1 cm)

#### Tidsnoggrannhet

För nederbördsmätare användes ofta vippskål med 0.2 eller 0.5 mm/vippning. Med maximal regnintensitet och 0.2 mm upplösning innebär detta en vippning varannan sekund. Dock kan kontakttiden vid vippningen vara så kort att ingången inte hinner uppmärksamma händelsen, detta kan lösas med prioriterad avkänning av den digitala ingången.

*/2.2/ Insamling och lagring av mätvärden för flöde och nivå bör kunna ske som 1-minutsmedelvärden. Mätning som baserar sig på händelser t.ex pumpars till- och frånslag eller regngivarens vippningar bör anges med sekundnoggrannhet.*

### I överordnat system

*/1.16/ För vidare bearbetning gäller att insamlade data ska kunna exporteras.*

#### 4.2.2 On line

I en on-line modell görs beräkningar med värden på nederbörd, flöde, nivå m m som mätts upp under den senaste tiden. Genom att hämta värden från övervakningssystemet och genomföra beräkningar kan tillståndet i andra punkter än där mätutrustning finns bedömas. I större system med betydande rinntider kan även flödesprognoser upprättas. Prognosens tidshorisont bestäms av rinntiden i det aktuella systemet.

Med hjälp av väderradar kan omfattningen av kommande regn bedömas och prognostiden förlängas.

I förlängningen kan online-modellen föreslå åtgärder för en operatör eller helt enkelt skicka börvärden till styr- och övervakningssystemet. Syftet är att optimera utnyttjandet av befintliga utjämningsvolymmer i systemet och på så sätt minimera effekten av förväntade flödesökningar.

#### Krav på övervakningssystem

MOUSE ONLINE körs på en UNIX-baserad arbetsstation. Övervakningssystemet kan finnas i samma maskin (vilket kräver en UNIX-lösning) eller i dator med annat operativsystem om båda maskinerna är anslutna på samma nätverk, t.ex Ethernet. Erforderliga setup-filer kan då utväxlas på ett enkelt sätt. De datafiler som utväxlas mellan systemen kan vara vanliga ASCII-filer.

Kraven på övervakningssystemet blir därmed:

*/3.1.2/ 1. Ska finnas i nätverkslösning på Ethernet för utbyte av datafiler*

*/3.1.2/ 2. Ska kunna skapa ASCII-filer med utseende enligt specifikation. Filerna består av nyckelord vilka följs av data. Filerna ska kunna skapas och överföras minst en gång var 5:e minut.*



Kraven på mätnoggrannhet, tidsnoggrannhet och tidsupplösning vid mätvärdesinsamling blir samma som i kapitel 4.2.1.

### **4.3 Praktisk tillämpning på vattenledningsnät, exempel från Göteborg**

#### 4.3.1 Läckgagekontroll baserad på flöde

##### Princip

Den totala förbrukningen i ett område beräknas från uppmätt inflöde och nivåvariation i eventuella reservoarer. I områden med normala förbrukningsmönster sjunker förbrukningen till ca 25% under perioden från midnatt till kl 05.00. Förbrukningen som överstiger nattminiförbrukningen antas vara hittills oupptäckta läckor.

##### Exempel på tillämpningar

I Göteborg användes tekniken för aktiv läcksökning sedan början av 1980-talet. Både stationära mätningar i redan avgränsade områden och tillfälliga med hjälp av ventilstängningar har tillämpats. De tillfälliga mätningarna har visat sig alltför arbetsintensiva och ställer extrema täthetskrav på rörnätsventilerna och används därför mer sällan. De stationära mätningarna i 14 zoner innebär en koll av nattminimiflödet kl 02.00 - 04.00 varje natt och den långsiktiga trenden följs upp med veckovärden. Den aktiva läcksökningen med lyssning som riktas efter dessa mätningar har visat sig effektiv. Läckaget har minskat avsevärt och mätningarna ger också möjlighet att kvantifiera enstaka läckor.

Det finns exempel på (Orust kommun) hur man med automatik varje natt sektionerar vattenledningsnätet mha motorventiler och jämför avsänkningen i respektive högreservoar med normalvärde. Härigenom får man en kontinuerlig uppföljning av läckagets utveckling och kan även knyta ett larm till onormalt snabb avsänkning.

*/2.2/ Arbetsmetoden under punkt 4.3.1 kräver mätvärdesinsamling, medelvärdesbildning och beräkning. Normalt sett bör denna operation klaras av undercentralen. För fast uppkopplad undercentral kan dock operationen utföras i överordnat system. I*

- /1.4/ det överordnade systemet kan förbrukningen gränsvärdesövervakas med larm eller  
/1.11/ presenteras som en kurva för jämförelse med normaldygn.*

#### 4.3.2 Läckagekontroll baserad på tryck

Med kännedom om normala tryck i olika punkter i vattenledningsnätet kan stationära tryckmätare indikera stora läckage. Tryckfallet till följd av läckaget måste då vara markant större än normala tryckfall till följd av stor förbrukning.

#### 4.3.3 Vattenkvalitet

##### Princip

Vattenkvaliteten övervakas normalt kontinuerligt när vattnet lämnar vattenverket. Turbiditet, pH-värde och kloröverskott/UV bör enligt Livsmedelsverket mätas för att kunna ge larm vid fel i processen. Samtidigt vet vi att vattenkvaliteten förändras mellan vattenverk och tappkran. För att kunna lösa dessa kvalitetsproblem räcker det inte med enstaka vattenprover. Vi måste kunna studera förändringarna som kontinuerliga förlopp.

Tidsupplösningen på mätningarna kan normalt sett vara 2-5 min. För att kunna studera tillfälliga störningar kan dock en tidsupplösning ner mot 1 s bli aktuell.

- /2.2/ Denna tillämpning ställer höga krav på sampling av mätvärden. För fast uppkopplade undercentraler krävs att mätvärden buffras och förs över intermettent. För uppringda undercentraler blir lagringskapaciteten begränsande för hur lång tid som en intensivövervakning med hög tidsupplösning ska kunna ske.*

- /3.1/ Mätning och styrning/reglering på ledningsnät kompliceras ofta av problem att placera undercentraler på strategiska platser. Kommunikationen till ej överbyggda brunnar och ventilkammare m m utgör en begränsning. Med alternativa kommunikationsmetoder och/eller distribuerade I/O-enheter kan möjligheterna förbättras.*

### Tillämpningar

I Göteborg har man vidareutvecklat en metod för tillfälliga järnmätningar. Järnhalten bestäms kontinuerligt indirekt via turbiditeten och mätningarna kalibreras mot labvärden. I den mobila enheten registreras också pH och temperatur.

Man har också börjat med kontinuerliga kloröverskottsmätningar ute i distributionssystemet i samband med utredningar om mikrobiologisk tillväxt och smak/luktproblem. I första hand kommer mätningarna även i fortsättningen att vara tillfälliga i samband med kvalitetsutredningar, men även stationära mätningar kan bli intressanta. Transportklorering bör ju styras efter förhållandena långt ut i nätet. När hanterbara mätningar för mikrobiologisk aktivitet utvecklats är de intressanta för tidig varning.

#### 4.3.4 Tryckslag

##### Princip

Risken för skadliga tryckslag i vattendistributionen är betydligt mindre än för tryckavloppssystem. Tryckstegringsstationer har mindre risk för undertryck eftersom driftrycken är högre. Brandvattendimensionerade distributionsledningar innebär låga hastigheter vid normala flöden.

De risker som ändå finns utvärderas i de flesta fall lämpligast genom tillfälliga riktade mätningar. Kontinuerlig registrering på sekundnivå fordrar stora lagringsmöjligheter. För system som man vet är speciellt känsliga kan det vara intressant med en möjlighet att följa upp driftsstörningar i efterhand.

##### Tillämpningar

I Göteborg kombinerar man tillfälliga mätningar och beräkningar för att avgöra åtgärdsbehov. I kommande övervakningssystem är det önskvärt att kunna logga de utgående trycken från vattenverken på sekundnivå i åtminstone ett par dagars rullande logg.

*eller bättre) och kan bara komma ifråga för undercentraler som är fast uppkopplade med hög överföringshastighet. Funktionen ställer även höga krav på /1.4/ det överordnade systemet och bör därför krävas endast när särskilda skäl finns.*

#### 4.3.5 Pumpstyrning

##### Princip

Överföring av reservoarnivåer som underlag för pumpdrift är en mycket gammal tillämpning. Med elektronikens utveckling har kommunikationskapaciteten ökat liksom möjligheterna att automatisera styrningen. De ökade möjligheterna gör dock inte att behovet av tillsyn på platsen försvinner. Dessutom tillkommer behov av kontroll och kalibrering för varje ytterligare givare som installeras. Erfarenheterna från Göteborgs mer än 10 år av mätdatainsamling i pumpstationer säger att "självkalibrerande och underhållsfria givare" endast finns i leverantörernas broschyrer.

I högzoner utan reservoar är möjligheten till snabb återstart efter driftstörningar avgörande. Kunderna blir inte bara utan vatten. Luft och förorenat vatten riskerar att dras in i systemet. Lokal och/eller central övervakning av inkommande kraft, sugtryck etc som underlag för återstart är lämpligt.

##### Tillämpningar

I Göteborg tar man kontinuerligt in signaler i övervakningssystemet på reservoarnivåer, pumpstatus, effekt, flöde och sugtryck från de 15 största tryckstegringsstationerna. Pumpning som tidigare styrdes manuellt från kontrollcentralen sker nu automatiskt från huvuddatorn och vid kommunikationsavbrott självständigt i högzon. Erfarenheten har varit att man tappar i överblick och därmed leveranssäkerhet om datorsystemets kontakt med operatören inte är välutvecklad. Numera ligger restriktioner på vad systemet själv får göra vid driftsstörningar och i ett kommande system skall historik på pumpdriften presenteras ihop med reservoarnivån.

Utvärderingar av t ex verkningsgrad görs lämpligen vid tillfälliga mätningar. Erfarenheterna i Göteborg visar på mycket små förändringar under livstiden på en

dricksvattenpump.

/2.6/ *Styrfunktioner i tryckstegringsstationer finns samlade i standardprogram.*

#### **4.4 Praktisk tillämpning på avloppsledningsnät**

Det finns ett flertal frågeställningar runt avloppsledningsnät som berör styr- och övervakningssystem. **Mätningar** som behövs för hydrauliska analyser av ledningsnät off line finns beskrivna i del B kapitel 4.2.1. Krav på **bräddövervakning** finns utvecklat i del B kapitel 6.1, tillhörande krav på utrustningen finns i del A kapitel 2.8.

Mätning av **föroreningshalter** och **sedimentförekomst** är högaktuella tillämpningar som dock befinner sig i sin linda och ej berörs närmare här.

**Flödesutjämning** med hjälp av magasin är en teknik som håller på att utvecklas. Anläggningar med aktiv styrning är under utbyggnad eller drifttagning. Bakgrunden till denna utveckling står att finna dels i de hårdare kraven på bräddning och dels i den helhetssyn som sammanfattas i begreppet SAMOVAR.

#### Flödesutjämning för att minimera utsläpp av föroreningar

För att minska bräddfrens och bräddvolym finns i huvudsak två metoder. Den ena metoden bygger på att minska tillrinningen och den andra metoden bygger på att utjämna flödet så att kapaciteten i ledningsnätet inte överskrides och bräddning träder in.

Flödesutjämning kan åstadkommas genom utnyttjande av befintliga volymer i ledningsnätet eller genom byggande av nya magasin i form av bassänger eller bergrum.

Utöver de positiva effekter på bräddning som ett utjämningsmagasin har kan även flödet till reningverket påverkas på ett sådant sätt att reningsgraden bibehålles.

### Tillvägagångssätt

Utjämning i sin enklaste form kan gå till så att ett magasin passivt utnyttjas som en ren buffert. Vid hög nivå fylls magasinet och vid låg nivå töms det.

Vid styrning av fyllning och tömning med hjälp av ventiler och pumpar kan en aktiv utjämning skapas. Om styrningen baseras på de omkringliggande förhållandena t.ex nivån i närmsta ledning har en lokal styrning åstadkommit. För en lokal styrning krävs en undercentral som inte nödvändigtvis har någon kommunikation med omvärlden.

Om styrningen av ett magasin ska baseras på förhållanden i andra delar av ledningsnätet eller i avloppsreningsverket krävs en undercentral med kommunikation emot överordnat system och/eller andra undercentraler.

Om styrningen ska baseras på beräknade och/eller prognosticerade förhållanden krävs att det överordnade systemet har ett utbyte med en beräkningsmodell, se kapitel 4.2.2.

### Krav på övervakningssystem

För undercentraler ställs krav på mätvärdesinsamling, styrfunktioner kommunikation m m. Kraven för denna tillämpning blir dock inte kritiska beträffande tidsupplösning eller annat. Kravformuleringen i del A kapitel 2 är tillräckliga.

För det överordnade systemet ställs krav enligt del B kapitel 4.2.2.

## 5. KOMMUNIKATION

### 5.1 Beskrivning och begrepp

Kommunikation mellan datorer kan med hänsyn till den fysiska utrustningen (hårdvaran) och kopplingsmetoden delas upp i två grupper.

Den första gruppen är **seriell kommunikation**. Som namnet antyder så användes datorns serieport för anslutning av en kontakt. Överföringsmediet består av två eller fyra trådar. Det finns flera olika standarder för överföringsnitt t.ex RS232C, RS485, RS422 och RS423. Utan modem kan överföring ske upp till 1200 m, med korthållsmodem på längre avstånd. Överföringen kan också ske via telemodem, någon begränsning inom landet finns då inte beträffande räckvidd.

Överföringshastigheten vid seriell överföring begränsas av programvaran (kommunikationsprotokollet), av serieporten i sig och av överföringsmediet (kabeln). Om överföringen sker via modem kan även detta vara en begränsande faktor. Vanlig överföringshastighet idag är upp till 9.6 Kbit/s. Med höghastighetsmodem eller datakompression upp till ca 38.4 Kbit/s. Med korthållsmodem upp till 300 Kbit/s.

Seriell överföring kan användas mellan en överordnad arbetsplats och såväl en undercentral som en sidoarbetsplats.

Den andra gruppen är **överföring på nätverk**. Härför behövs ett nätverkskort som ansluts i datorn till den interna bussen. Överföringsmedia kan bestå av tvinnad partråd, koaxialkabel eller optisk fiber. Överföringshastigheten är för t.ex Ethernet 10 Mbit/s, jämfört med seriell överföring är nätverk alltså en faktor mellan 300-3000 gånger snabbare. Detta förhållande är dock inte entydigt när det gäller väntetider efter utfört kommando till dess att resultatet är presenterat. För såväl nätverkskommunikation som seriell kommunikation har det aktuella kommunikationsprogrammets arbetssätt och kapacitet en avgörande betydelse. En grundläggande filosofi är att så mycket bearbetning som möjligt ska göras vid källan för att minimera överföringsbehovet.

Nätverkskort och överföringsmedia utgör det fysiska skiktet i OSI-modellen. OSI

står för Open System Interconnection, det är en modell som upprättades i början på 70-talet för att kunna beskriva och förstå de tekniska och funktionella krav som ställs på datakommunikation. Modellen är uppdelad i sju lager (se tabell 2) där varje lager beskriver en specifik funktion vid kommunikation mellan två datorer.

Man ska observera att OSI-modellen inte är någon standard i sig utan bara en metod att beskriva kommunikation. Ethernet, Token ring och Token bus är exempel på nätverkslösningar som beskriver det fysiska skiktet och länkskiktet i OSI-modellen. Nowell NetWare och Lantastic är exempel på operativsystem som täcker in lager 3-5 i OSI-modellen. TCP/IP är en mycket vanlig standard för kommunikation mellan datorer av såväl samma som olika fabrikat. TCP/IP täcker in lager 3-4 i OSI-modellen.

Även seriell datakommunikation kan i princip beskrivas med hjälp av OSI-modellen. Vanliga seriella protokoll täcker dock inte in alla lager utan kanske bara lager 1, 2 och 7. Övriga lager lämnas ospecificerade och benämns då transparenta.

För kommunikation mellan två datorer krävs att alla sju lagren är specificerade på samma sätt. För datorer av olika fabrikat, med olika operativsystem och olika applikationsprogram är detta fortfarande ett svårlöst problem.

Några internationella projekt för framtagande av generella heltäckande kommunikationsprotokoll pågår. Dock finns ej ännu något praktiskt användbart protokoll. Inom Windowsvärlden finns en funktion som kallas DDE (Dynamic Data Exchange). Genom DDE utbyts data mellan program under Windows i samma dator. Genom funktionen NetDDE kan detta datautbyte även ske på nätverk och via seriell kommunikation. Härigenom kan alltså datautbyte ske mellan olika program i olika datorer och under olika operativsystem. Funktionen är lovande för Windowsapplikationer men fortfarande ganska ny, prestanda är inte tillräckligt väl dokumenterade.

Överöring av datafiler mellan olika system är ett mindre problem än ovanstående beskrivning som syftar till utbyte av realtidsdata. För utbyte av datafiler krävs att nivå 1-4, dvs nätverkslösning och tillhörande operativsystem är likvärdigt plus att ett filutseende finns beskrivet.



Nivå	OSI-lager
7	Applikationsskikt
6	Presentationsskikt
5	Sessionskikt
4	Transportskikt
3	Nätskikt
2	Länkskikt
1	Fysiskt skikt

Tabell 2. OSI-modellen.

Om ett standardiserat filformat som ASCII användes kan överföringen ske mellan datorer med olika operativsystem (MS-DOS/UNIX/VMS m m) på samma nätverk, om ett fritt filformat användes krävs en mellanliggande filkonvertering. Den största skillnaden mellan filöverföring och överföring av realtidsdata är tidsfördröjningen. En arbetsplats i ett processdatorsystem kan knappast få acceptabla uppdaterings-tider med hjälp av filöverföring.

För kommunikation mellan **överordnade arbetsplatser** leder ovanstående beskrivning av seriell- och nätverkskommunikation fram till följande slutsatser:

- Fullvärdig kommunikation med utbyte av realtidsdata mellan olika system är idag ett svårt problem.
- Filöverföring mellan olika system är ett rimligt krav men kan inte användas för realtidsdata.
- En fullvärdig sidoarbetsplats med acceptabla väntetider för process och statistik har större förutsättningar att förverkligas på ett nätverk. De fysiska förutsättningarna är dock inte tillräckliga , ett bra nätverksprogram behövs dessutom.
- Flera fullvärdiga arbetsplatser kräver en bra nätverkslösning.

Kommunikation **mellan överordnat system och undercentraler** sker vanligtvis seriellt men kan även ske via nätverk. Inte heller här finns något standardprotokoll som är allmänt vedertaget. Varje tillverkare av undercentraler har sitt eget protokoll. Anpassningen här har skett hos de överordnade systemen som i många fall kan kommunicera med ett antal olika fabrikat av undercentraler. Vissa fabrikat av undercentraler kan kommunicera via några olika protokoll.

Något standardiserat protokoll för den svenska marknaden finns inte idag. Med hänsyn till användningen kan man möjligtvis påstå att COMLI (SattControl) och MODBUS (Gould Modicon) intar en viss särställning. Internationellt standardiseringsarbete pekar mot MMS, ISP och Profibus.

Beträffande system under MS-Windows så utgör DDE-snittet en viss standard. Då befintliga kommunikationsprotokoll försetts med en DDE-länk kan kommunikation ske mellan aktuell undercentral och valfri applikation under Windows som stödjer DDE. En sådan koppling kan möjligtvis utgöra ett framtida krav på kommunikationsprotokoll för undercentraler.

*/3.1.1/ Det som är allra viktigast i detta sammanhang är naturligtvis att protokollen är öppna, dvs att leverantören lämnar ut källkod och specifikation så att anpassning kan ske emot valfritt system.*

## **5.2 Rundfråga bland leverantörer**

Som ett led i arbetet med denna kravspecifikation har en förfrågan skickats ut till åtta av de största leverantörerna av överordnade system inom VA-branschen. Frågorna var hur leverantörerna ser på möjligheten att åstadkomma standardiserade protokoll för kommunikation dels mellan överordnat system och undercentraler och dels mellan överordnade system av olika fabrikat.

### Kommunikation mellan överordnade system och undercentralsystem

Leverantörer av överordnade system har i regel protokoll för kommunikation mot de vanligast förekommande fabrikaten av undercentraler. Om ett nytt protokoll skulle upphöjas till standard är de flesta leverantörer beredda att implementera ett sådant. Behovet av standardprotokoll upplevs inte som så starkt, man är idag van

vid att anpassa sig till befintliga protokoll.

Ur beställarens synvinkel vore det naturligtvis värdefullt att vid val av såväl överordnat system som undercentralsystem kunna hänvisa till ett standardprotokoll. Att ta initiativ till en sådan utveckling är en mycket stor uppgift. Internationellt standardiseringsarbete pågår, i väntan på standard är det viktigt att ställa krav på öppna protokoll och att skapa valfrihet genom hänvisning till vanligt förekommande protokoll.

#### Kommunikation mellan överordnade system

Med ledning av svaren kan man konstatera att någon tillämpbar standard för realtidskommunikation inte finns idag. Filöverföring är ett överkomligt problem men vid mer avancerad kommunikation hänvisar man gärna till förtjänsterna med det egna systemet. Den enda gemensamma nämnaren är att de system som arbetar under MS-Windows kan använda sig av DDE-kommunikation vilket dock begränsar överföringen till dynamiska data och är olämpligt för överföring av historiska data.

Man är också eniga om att utarbetande av någon standard för VA-branschen medför ett enormt arbete och hänvisar till internationella projekt som tar sig väldiga proportioner.

Sammanfattningsvis kan sägas att leverantörerna förmodligen kan lösa kommunikationen mellan eget system och något annat specificerat system om så krävs i ett specifikt projekt. Att i dagsläget utveckla en egen standard är ogörligt, bättre är att invänta den allmänna utvecklingen.

## 6. KORFATTAD BESKRIVNING AV ANDRA DELOMRÅDEN

### 6.1 Myndighetskrav

#### 6.1.1 Avloppsvatten

Av tradition beskrivs myndighetskraven på avloppsvattenrening som en reningsgrad eller uttryckt som en resthalt av vissa parametrar.

Det primära kravet på övervakningssystemet blir i allmänna ordalag att kunna erbjuda en adekvat styrning och reglering samt uppföljning av resultatet så att optimalt resultat med hänsyn till reningsanläggningens utformning erhålles. Om vi omsätter detta i konkreta krav blir det främst undercentralens egenskaper beträffande programmering, styrning och reglering som berörs. På den överordnade nivån blir det rapporter, driftkurvor och regulatorbilder som blir viktiga faktorer för att kunna följa upp och optimera driften.

Det sekundära kravet blir att kunna samla in och redovisa de uppgifter som behövs för att redovisa driftresultatet till myndigheterna. Här är det insamling och bearbetning av mätdata på såväl undercentralnivå som på överordnad nivå som berörs. Vidare blir manuell inmatning av data (t.ex analysresultat) och utformning av rapporter viktiga egenskaper.

Bräddövervakningen i eller i anslutning till avloppsreningsverket utgörs av kontinuerlig flödesmätning vilket ska resultera i rapportering om bräddfrens och volym vid varje tillfälle. Detta leder inte till några extrema krav på övervakningssystemet men bör beskrivas i applikationsutförandet. Provtagning på bräddvatten kan krävas antingen flödesproportionellt eller tidsproportionellt. I den mån detta sköts av övervakningssystemet utgör det inga problem för övervakningssystemet men bör naturligtvis även detta beskrivas i applikationsutförandet.

Ett nyare krav är att rapportera hur utsläppen från avloppsledningsnätet bidrar till det totala utsläppet till en recipient. Nya krav från Naturvårdverket (SNFS 1990:14) anger i vilken omfattning som bräddövervakning på ledningsnätet ska ske. Det anges i princip två metoder att uppskatta vilka volymer som bräddar från

ledningsnätet.

Den ena metoden bygger på att kontinuerliga mätningar ska göras vid bräddavlopp. Den andra metoden bygger på beräkning av bräddflöden som baseras på mätning av nederbörd och temperatur.

### Mätningar

Beroende på frekvens, volym och recipientens känslighet finns i princip tre ambitionsnivåer på mätningarna, se tabell 3.

Bräddavloppets karaktär	Krav på mätning	Krav på övervakningssystem
Känslig recipient	Nivåregistrering för volymbestämning	Realtidsklocka. Analog nivåmätning.
Övriga bräddavlopp som träder i funktion mer än 2 (alt 5) gånger per år.	Händelseregistrering för volymbedömning	Realtidsklocka. Digital händelseregistrering.
Bräddavlopp som normalt träder i funktion högst 2 gånger per år.	Antal dygn med bräddning registreras.	Realtidsklocka. Digital händelseregistrering.

Tabell 3. SNVs krav på bräddmätning.

De krav som ställs på övervakningssystemet visas i sista kolumnen i tabell 4. För en traditionell undercentral uppfylls dessa krav utan problem. Problemen utgörs istället av mätmetod för högsta kravet och av kommunikationsmetod för samtliga nivåer.

/2.5/ Hur långtgående krav som kommer att ställas på mätanordningar i bräddavlopp är inte klarlagt. *Beräkningen av bräddade volymer utifrån en nivåmätning i en avloppspumpstation* finns i regel förberedd i standardprogrammen för avloppspumpstationer. De vanligaste förekommande bräddavloppen finns dock inte i avloppspumpstationer utan i särskilda anordningar ute på ledningsnätet. Kommunikationen blir därmed ett stort problem. Därför finns en marknad för fristående

utrustningar som sköter om sin bräddövervakning utan någon kommunikation med omvärlden och emellanåt låter sig tömmas på sina insamlade mätdata. Kraven på dessa enheter blir i första hand enligt tabell 3. I andra hand kan krav på *tömning* /1.16/2.8/ *till persondator och import av data till överordnat system* ställas. Vidare bearbetning av data kan då göras i rapporter och driftbilder.

Det vore naturligtvis önskvärt med onlineövervakning även i bräddavlopp. Kostnaden för en undercentral av enklaste modell och ordnande av kommunikation måste då vara rimlig.

### Beräkningar

Metoden att beräkna bräddflöden bygger på att en modell finns upprättad över avrinningsområdet och ledningsnätet med sina anläggningar. Beräkningarna baseras sedan på mätning av nederbörd och temperatur vilket är avsevärt enklare, säkrare och billigare mätningar än de mätningar av direkt flöde i bräddavlopp som i beskrivits i det första alternativet. Det mätunderlag som behövs för att upprätta en modell och sedermera simulera flöden beskrivs i kapitel 4.2.1 i denna del B.

### 6.1.2 Dricksvatten

De grundläggande krav som ställs för produktion och distribution av dricksvatten kan med kännedom om processens utformning formuleras med hjälp av del A.

De konkreta krav som ställs i vattenkunggörelsen visas i tabell 5.

Kraven i tabell 4 medför i de flesta fall att övervakningssystemet ska ta emot en /1.7/2.4/ *larmsignal på en digital ingång och vidarebefordra till överordnat system.*

I vissa fall kan undercentralen användas för anslutning av givare till de aktuella /2.4/ parametrarna. Detta ställer krav på *gränsvärdesövervakning i undercentralen.*

/3.1.1/ I båda fallen är kraven på *säker kommunikation* grundläggande.

Vattenbehandling	Övervakning
Ytvatten och grundvatten med filtrering	Larm vid förhöjd grumlighet
pH-justering	Larm vid avvikelse från önskvärt intervall
Desinfektion med klorering	Larm vid för högt eller för lågt kloröverskott (>0.4 el.<0.1 mg/l)
Desinfektion me UV-ljus	Larm vid nedsatt eller utebliven funktion

Tabell 4. Livsmedelverkets krav på övervakning av vattenbehandling.

## 6.2 Reservsystem

För viktiga funktioner som t.ex kvalitetsövervakning och distribution av dricksvatten kan man tänka sig dubblade automatiska system (sk redundanta system). Systemen ska då övervaka varandra och utfärda larm samt ensamt ta över styrfunktionen då det ena systemet faller ur, detta betraktas som specialfall och tas inte närmare upp i kravspecifikationen.

För något mindre kritiska funktioner är det i regel tillräckligt om larm med säkerhet utfärdas när automatiken faller ur och en färdig beredskap för handkörning finns.

Det viktigaste är att en noggrann beskrivning av hur handkörning ska gå till finns samt att de funktioner som måste överblickas samtidigt är samlade till ett manöverrum. Omkoppling mellan handkörning och automatik ska kunna göras för varje maskinenhet, dels från överordnat system om detta fortfarande är i funktion annars ute i anläggningen vid respektive enhet eller gruppvis från manöverrum.

Reglerfunktioner kan vara svåra att klara via manuell inställning och kan därför kräva fristående regulatorer i det fall man använder mjukvarumässiga regulatorer i undercentraler.

Reservsystem är en typiskt anläggningsknuten funktion som måste formuleras från

fall till fall.

### 6.3 Överordnad hårdvara och operativsystem

Utvecklingen av hårdvara går mycket fort. Att föreskriva prestanda i form av megabyte, MHz och baud är inte meningsfullt. Bättre är att föreskriva funktionskrav och överlåta åt leverantören att avgöra vilken hårdvara som behövs och även reservera sig emot orimliga krav. Att föreskriva såväl funktionskrav som särskilt krav på hårdvara kan ställa leverantören i en omöjlig situation.

Prestandamässigt håller gränserna mellan en kraftfull persondator och en minidator på att suddas ut. Fortfarande skiljer sig operativsystemen dock åt vilket främst gör sig gällande i fleranvändarsystem. Det klassiska valet mellan en persondatorlösning och en minidatorlösning bör anstå till dess man gått igenom sina behov och lagt fast kravnivån. Om man inte har någon särskild anledning att föreskriva det ena eller andra alternativet kan man med fördel hålla valet öppet för en jämförelse vid utvärdering av anbud.

Det idag vanligaste operativsystemet är DOS där Microsoft är den största leverantören. En allmän uppfattning är att DOS har betydande begränsningar, speciellt i fleranvändarsystem och system med "multitasking", dvs där flera uppgifter ska skötas samtidigt. I DOS-lösningar sköts multitasking av ett tillägsprogram (t.ex. desqview). Efterföljaren till DOS blir Windows vilket dock i sin nuvarande version (3.1) är beroende av DOS. Windows sköter bl.a. om multitasking och har med sitt normgivande användargränssnitt fått en stor spridning.

Vad alla väntar på idag är en ny version av Windows vilken får tilläggsnamnet NT (New Technology). Denna version blir oberoende av DOS och utlovar avsevärda förbättringar.

Konkurrent till Windows är OS/2 från IBM. OS/2 är starkt i fleranvändarsystem men har inte fått samma spridning som Windows.

I minidatorer är UNIX det vanligaste operativsystemet. UNIX förknippas med öppna system men har dock inte blivit lika standardiserat som t.ex. DOS. Många minidatorfabrikat har egna versioner av UNIX. Den stora styrkan med UNIX är att



det är mycket kraftfullt i fleranvändarsystem genom en väl utvecklad tidsdelningsfunktion.

I minidatorer av märket VAX användes operativsystemet VMS. Detta bygger på en något annorlunda princip beträffande hanteringen av multitasking vilket gör det något långsammare än UNIX men däremot mera tåligt vid hård belastning.

Nya operativsystem aviseras, att förutspå vad som kommer att bli marknadsledande om några år är omöjligt. Vid val mellan olika system är det viktigaste att bedöma förutsättningarna för att aktuellt system ska finnas kvar på marknaden och anpassas till nya operativsystem och hårdvaror.

## 7. PROJEKTGENOMFÖRANDE

### 7.1 Förfrågningsunderlag

#### 7.1.1 Formalia

Allmänna föreskrifter runt anbud och leverans bör samlas i en separat del. Denna del blir särskilt viktig i de fall man inte upprättar något kontrakt utan i en beställningsskrivelse hänvisar till förfrågningsunderlaget.

#### 7.1.2 Kravspecifikation

Kravspecifikationen bör baseras på alla de verksamheter som berör VA-anläggningarna. Även de tillämpningar vars kompetensbehov man inte täcker in med egen personal bör beaktas. Formuleringen av de egna kraven ska förhoppningsvis kunna göras med hjälp av denna generella kravspecifikation.

#### 7.1.3 Överordnad systemlösning och undercentralsystem

Den personella organisationen samt anläggningarnas storlek, komplexitet och belägenhet är grundläggande för systemets utformning.

Organisationens utseende, dvs hur många personer som berörs, var de är stationerade och vad de ska kunna göra måste beaktas. I klartext innebär detta att man beskriver hur många arbetsplatser och jourterminaler m m som ska finnas och hur de ska kommunicera med varandra. Vidare har organisationens utseende en avgörande betydelse för larmsystemets uppbyggnad.

Beträffande anläggningarna kan olika ambitionsnivåer bli aktuella. Den lägsta ambitionsnivån kan vara att förse en anläggning med larmövervakning. Om larmen ska anslutas till det överordnade systemet ställs krav på kommunikation mellan larmsändare och överordnat system. Om larmen ska anslutas till SOS-larmcentral bör utrustning väljas utifrån den förteckning över godkända larmsändare som finns.

Nästa ambitionsnivå kan vara en mera fullständig övervakning med insamling av

mätvärden och händelser inklusive larm.

Den högsta ambitionsnivån består i att förse en anläggning med utrustning för även styrning och reglering.

Vid val av något annat än den högsta ambitionsnivån bör man vara säker på att behovet inte kommer att förändras inom överskådlig tid. En anläggning med behov av styrfunktioner bör inte föras med endast larmövervakning under förväntning att den gamla styrutrustningen förmodligen håller ett tag till. En utrustning för styrning och reglering klarar ju dels en dagsaktuell larmövervakning men kan även ta över styrfunktioner när befintlig utrustning är uttjänt.

För projektering av undercentralsystemet krävs en beskrivning av anläggningarnas utformning. Alla enheter dvs pumpar, ventiler, givare m m som ska anslutas till systemet listas upp. För varje enhet beräknas hur många in- och utgångar av olika slag som behövs för att klara styrning, reglering övervakning och larmfunktioner.

#### 7.1.4 Underlag för applikation

En processbeskrivning upprättas, anläggningar som ska försörjas av systemet beskrivs till funktion. Man kan här göra en gradskillnad mellan processbeskrivning för övervakning samt för styrning och reglering.

För övervakning krävs en beskrivning som syftar till att följa upp och övervaka en anläggning. Det är här viktigt att tillräcklig kunskap om sambanden i avloppsreningsverket, vattenverket, avloppsledningsnätet, vattendistributivsystemet mm finns så att en beskrivning för den som ska göra applikationen kan upprättas.

För styrning och reglering krävs utöver ovanstående beskrivning för övervakning att även styrsamband beskrivs. Här krävs en om möjligt ännu djupare kunskap om den aktuella anläggningen eller processen för att en beskrivning ska kunna upprättas.

För den överordnade applikationen krävs underlag för processbilder, driftkurvor, rapporter, larmsystem m m.

## 7.2 Upphandling

Att förverkliga ett övervakningssystem kräver en mängd tjänster. Grovt kan dessa delas upp i leverans, installation, applikation och driftsättning.

**Leverans** bör innefatta all hårdvara och systemprogramvara.

Hårdvara utgörs av överordnade datorer skrivare m m inklusive kablage, undercentraler monterade i skåp (i regel) med specificerade tillbehör. Om utrustning utanför skåp ska ingå, t.ex givare och mellanreläer, bör detta noga anges.

Systemprogramvara bör omfatta all programvara som behövs för att efterfrågade funktioner ska kunna utföras. Systemprogramvara ska vara installerad och testad. I de fall applikationsprogrammeringen (se nedan) ska utföras av annan part, t.ex beställaren, måste systemprogramvaran (eller grundprogramvaran) vara så omfattande att alla funktioner inklusive kommunikation kan testas.

I leveransen ingår även erforderliga prov och tester. Vanligt är fabriksprov och leveransprov. Proven bör baseras på efterfrågade krav, vissa tester kan dock underlättas om leverantören har utarbetade rutiner.

**Installation** ska innefatta såväl den överordnade utrustningen som i undercentral-systemet ingående utrustning.

Den överordnade utrustningen ska ställas upp, förbindas med kablage och testköras.

Installation av undercentralsystemet kan i sin snävaste tolkning innefatta uppställning av färdiga skåp på anvisad plats. Gränsdragningen mot processens el och styrutrustning bör gå vid plint på undercentral. Beställaren kan tillhandahålla uppmärkta kablar framdragna till plint varvid installatören ansluter mot plint och spänningssätter.

Det konstruktions- och montagearbete som behövs ute i anläggningen för att det nya styr- och övervakningssystemet ska fungera bör särbehandlas och inte alltför lättvindigt ingå i den ovan nämnda installationen. Beroende på den befintliga el-

och styranläggningens status och dokumentation kan behovet av insatser starkt variera mellan olika anläggningar. Inventering och dokumentation kan behövas inledningsvis. Konstruktion av kopplingsscheman och kabelritningar behövs för nya arbeten.

**Applikation** innefattar den uppbyggnad och anpassning av programvara som behövs för att beskriva VA-anläggningarna och hantera deras styr- och övervakningsfunktioner.

I det överordnade systemet innebär applikation typiskt byggande av bilder, rapporter, driftkurvor, larmsystem m m.

I undercentralsystemet innebär applikation typiskt att skriva styrprogram samt att paramittrera för insamling av data och larmhantering m m.

### 7.3 Utbildning

De faktorer som främst påverkar behov och utformning av utbildning är tidigare kunskapsnivå, grad av nyckelfärdighet i leveransen och ambitionsnivån för den personal som ska hantera anläggningen.

Den tidigare kunskapsnivån avgör var utbildningen ska starta, i många fall kommer ett nytt datoriserat system att sättas i händerna på en person som aldrig arbetat vid en dator.

Graden av nyckelfärdighet avgör hur omfattande utbildningen måste vara för att applikationen ska bli färdigställd. En helt klar anläggning med allt ifrån styrprogram i undercentral till bilder och rapporter i det överordnade systemet kräver egenligen ingen djupare utbildning. Minimikravet här blir att personalen får kunskap i hur smärre förändringar och kompletteringar kan göras. I ett nyckelfärdigt system krävs dock en mycket grundlig utbildning i applikationen, dvs hur anläggningarna är beskrivna och hanterade i systemet.

Även om leveransen är utformad som ett nyckelfärdigt system kan ambitionsnivån hos beställaren kräva en mycket grundlig utbildning. Om beställaren själv har för avsikt att utföra framtida utbyggnader och förändringar krävs utbildning i såväl

programmering av undercentraler som konfigurering av det överordnade systemet. Detta högre krav på utbildningen gäller naturligtvis i ännu högre grad om beställaren har för avsikt att bygga upp hela applikationen på egen hand.

Ofta har man i en användarorganisation två eller flera grupper av personal som kommer att utföra olika arbetsuppgifter i systemet. Dessa grupper kan t.ex vara systemansvariga, användare och jourpersonal.

Sammanfattningsvis kan sägas att i en förfrågan för varje användargrupp bör anges

- hur många personer som ingår
- tidigare kunskapsnivå
- syfte med utbildningen

#### **7.4 Förvaltning**

Under garantitiden och därefter krävs underhåll av hårdvara och programvara. Dessa rutiner kan underlättas om man tagit med t.ex serviceavtal, supportavtal m m i upphandlingen. Nedan följer en uppställning av arbetsuppgifter som kan komma i fråga och som bör förberedas genom avtal med leverantör eller inordnas i den egna underhållsrutinen.

##### Hårdvarumässigt

- Kalibrering av givare.
- Batteribyte i undercentraler.
- Kontroll av batterier i UPS.
- Reservdelshållning.
- Serviceavtal med hårdvaruleverantör.
- Underhåll av skrivare
- Underhåll av diskettstation, bandstation m m.
- Felsökning och utbyte av felaktiga enheter.
- Rengöring av fläktfilter.
- Rengöring av skärm, tangentbord, mus m m.

### Mjukvarumässigt

- Rutin för säkerhetskopiering
- Uppdatering av dokumentation för ny eller ändrad utrustning
- Uppdatering av dokumentation avseende förändrad applikation.
- Supportavtal och serviceavtal med mjukvaruleverantör.
- Felsökning och förändring av applikation.

## 8. MARKNADSÖVERSIKT

I VAV-Datormodeller nr 4 1991 publicerades resultatet av en undersökning som syftade till att beskriva användningen av datorbaserade system för övervakning och styrning inom VA-branschen. Enkäten hade skickats till landets alla kommuner och resultatet visade på att ca 60 % av kommunerna använder sig av något överordnat system och ca 75 % av processorstyrda undercentraler. Av överordnade system förekom ett trettiotal olika fabrikat. Redovisningen innehöll en referenslista som baseras på enkätsvaren. Referenslistan visar endast i vilka kommuner som respektive system finns representerat, hos VAV finns en sammanställning av enkätsvaren där antal överordnade system, antal undercentraler och användningen är närmare beskriven för respektive kommun. Då svarsandelen var ca 55 % blev referenslistan inte helt rättvisande. Nedan följer en referenslista som grundar sig på leverantörernas egna uppgifter kompletterat med de tidigare enkätsvaren. Listan säger inget om anläggningarnas storlek eller till vad de användes, närmare uppgifter får hämtas från respektive leverantör.

### **ABB**

Borås	Göteborg
Lund	Malmö
Norrvatten	Stockholm vatten
Skaraborgs vattenverksförbund	

### **Bristol-Babcock**

Sundsvall  
Örebro

### **Cactus**

Avesta	GRYAAB
Gävle	Göteborg
Kumla	Linköping
Malmö	Möndal
Norrköping	Oskarshamn
Piteå	Stockholm vatten
Sydvatten	Västervik
Växjö	



**Circuit Electric**

Åmål

**Comator**

Karlskrona

**Contal**

Lysekil

Mark

Vallentuna

**Cybervision**

Höör

**ES**

Skurup

**Exomatic**

Alvesta

Gällivare

Hörby

Jokkmokk

Jönköping

Karlshamn

Karlskrona

Katrineholm

Kiruna

Luleå

Nybro

Perstorp

Strängnäs

Svalöv

Svenljunga

Tranås

Ystad

**Fix**

Laholm

Kalmar

Kungsbacka

Malmö

Skellefteå

Umeå

**Instrumatic**

Härnösand

Sollefteå

Sundsvall

**Intab**

Dals-Ed

**Intouch**

Alingsås

Gävle

Lerum

**Larmia**

Skövde

**Mactec**

Borlänge

Enköping

Gagnef

Härnösand

Hässleholm

Klippan

Kungälv

Kävlinge

Leksand

Lerum

Mönsterås

Olofström

Ronneby

Söderhamn

Trollhättan

Varberg

Vetlanda

Åstorp

Älvdalen

Östra Göinge

**PAAB**

Lindesberg

Mark

Säffle

**PC-Manager**

Fagersta

Falun

Flen

Kungsbacka

Malmö

Ljungby

Surahammar

Vadstena

Vellinge

Östersund

Österåker

**PC-Operatör**

Arvika

Eksjö

Filipstad	Götene
Hallsberg	Hallstahammar
Haninge	Ljusnarsberg
Mark	Ludvika
Mjölby	Nässjö
Sandviken	Skara
Sotenäs	Sävsjö
Tanum	Täby
Umeå	Valdemarsvik
Vårgårda	Ystad
Åtvidaberg	Älvkarleby
Örnsköldsvik	

### **Remote systems**

Norrvatten

### **SattControl**

Boden	Bollnäs
Borlänge	Borås
Eskilstuna	Färgelanda
Gotland	Håbo
Kristianstad	Kalmar
Lerum	Linköping
Lysekil	Mariestad
Mora	Norrköping
Nyköping	Ovanåker
Partille	Skaraborgs vvförb.
Staffanstorps	Stockholm VA-verk
Sundsvall	Tjörn
Uddevalla	Uppsala
Ulricehamn	Uppsala
Västerås	Ystad
Örnsköldsvik	

### **Siemens**

Malmö	Käppalaförbundet
-------	------------------

**TA**

Boden	Ovanåker
Örnsköldsvik	Östersund

**Telemecanique**

Härryda	Karlskoga
Karlstad	

**Uni-Process**

Botkyrka	Finspång
Gislaved	Gotland
Halmstad	Haparanda
Helsingborg	Karlstad
Landskrona	Nacka
Nynäshamn	Södertälje
Uppsala	Visby
Öckerö	Örebro

**Visonic**

Arjeplog	Kramfors
----------	----------

**Waste**

GRYAAB	Käppalaförbundet
Lund	Malmö
SYVAB	

## Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien – 1993-10-20

- 1992-01 Hydraulisk analys av vattenledningsnät, *Lennart Andersson*  
1992-02 Samverkan mellan avloppsnet och reningsverk, *Claes Hernebring*  
1992-03 Lukt- och smakstörningar i dricksvatten, *Kjell Kihlberg, Roger Sävenhed*  
1992-04 Artificial Groundwater Recharge – State of the Art, *Cristina Frycklund*  
1992-05 Analysmetod för kloridoxid, klorit och klorat, *Mats Lindgren, Einar Pontén*  
1992-06 Undersökning av förfilter för järn- och manganreduktion vid dricksvattenrening, *Tibor Nemeth, Åke Elgemark*  
1992-07 Inventering av datorbaserade system för övervakning och styrning inom kommunal teknik, *Bengt Zagerholm*  
1992-08 Bräddning – Problemets omfattning i svenska tätorter, *Mats Andreason, Johan Larsson*  
1992-09 Lokal dagvattenhantering — Erfarenheter från några anläggningar i drift, *Eva Jansson, Bo Lind, Björn Malbert*  
1992-10 PRISEK Prioritering Samhällskonsekvenser Ekonomi – Ekonomisk modell och systematisk effekttredovisning för värdering och prioritering av va-åtgärder, *Bertil Gustafsson, Gilbert Svensson*  
1992-11 Konditionsstabilitet hos avloppsledningar av betong, *Viveka Lidström*  
1992-12 Skadefall på nylagda betongledningar, *Ann-Christin Sundahl*  
1992-13 Konstgjord grundvattenbildning, *Bertil Sundlöf, Lars Kronqvist*  
1992-14 Trädrötter och ledningar, *Örjan Ståhl*  
1992-15 Naturliga system för avloppsrening och resursutnyttjande i tempererat klimat, *HB Wittgren, Kenth Hasselgren*  
1992-16 Vattenboken – En bok för mellanstadiet om vårt svenska vatten, *Accurat Information AB, VAV*  
1992-17 Vattenboken – Lärboken, *Accurat Information AB, VAV*  
1992-18 Utvärdering av VA-FORSK, *Björn Svedinger*  
1992-19 Härdgöring av dricksvatten med krita-kolsyra – ett alternativ till kalk-kolsyra, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
- 1993-01 Alternativ va-teknik – Exempelsamling, *Per-Arne Malmqvist, Agneta Samuelsson*  
1993-02 Luft- och sedimentansamlingar i tryckledningar – Inledande studie, *Lennart Jönsson*  
1993-03 Algtoxiner i dricksvatten – en undersökning vid två svenska vattenverk samt litteraturstudie, *Heléne Annadotter*  
1993-04 Simulering av hydrologin inom urbana områden. Metodikmanual – MouseNAM, *Lars-Göran Gustafsson*  
1993-05 Användning av kloridoxid — Reaktorstudier och halter i distributionssystemet vid nio vattenverk, *Mats Lindgren, Einar Pontén*  
1993-06 Slamspridning på åkermark, *Per-Göran Andersson, Peter Nilsson*  
1993-07 Analys av tillförselgrad till avloppsverk — svårigheter och möjligheter. Tillämpning på tillrinningen till Tivoliverket i Sundsvall, *Claes Hernebring*  
1993-08 Indirekt nederbördspåverkan i spillvattensystem, *Hans Bäckman, Björn Marklund, Rune Olsson, Bengt-Lennart Peterson, Tore Wästlin*  
1993-09 Franska va-driftentreprenader, *Lise-Lotte Nilsson*  
1993-10 Generell Kravspecifikation för styr- och övervakningssystem, *Bengt Zagerholm*  
1993-11 Va på entreprenad, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*

## Övrig Publicering

- Video Vatten och Avlopp för låg- och mellanstadiet  
Påverkan på vattenkvaliteten i Stångån för utsläpp inom Linköpings tätort, Stadsb 2, 1991  
Plats för regn. VA-FORSK och MOVIUM, 1990  
Klororganiska föreningar från disk- och blekmedel. Naturvårdsverket Rapport 4009, 1992  
Kartläggning av förekomsten av legionella i svenska vattensystem, Byggnadsrådets R9:1993  
Förbättrad behandlingsteknik för tvättvatten från bilvårdsanläggningar, IVL B 1093  
Grundvatten – teori & tillämpning, Svensk Byggtjänst, 1993

