

Övervakningssystem för Malmös renvattenanläggning

Hyllie vattentorn med reservoarvolym 10.000 m³ och total höjd 62 m

F 87567



Övervakningssystem för Malmös renvattenanläggning

Stig Göransson, Malmö Vatten- och avloppsverk, Malmö
Lars-Göran Bood, Industriavdelningen, ASEA, Västerås

UDK 681.3 : 628.16-523.8
ASEA Reg. 57

Tidigare publicerad i Stadsbyggnad 38(1972):10, s. 249-254.

Datatekniken blir alltmer ett oundgängligt hjälpmedel vid produktion och distribution av renvatten. När Malmös renvattensystem växte och blev mer komplicerat anskaffades ett elektroniskt fjärrkontrollsystem och en processdator. I artikeln beskrivs renvattenanläggningen, fjärrkontrollutrustningen och datorutrustningen.

Malmö Vattenverks första anläggning blev troligen färdigställd år 1582 och bestod av en brunn på stadens Stortorg. Vattnet ledde till denna genom trärörsledningar från den s.k. Korrebäcken.

En betydligt senare anläggning är Bulltofta vattenverk, som blev färdigt år 1879. Det använde då ytvattnet från Sege å för produktion av renvatten. Bulltoftaverket är den äldsta i drift varande anläggningen för vattenrening och transport av renvatten till Malmös invånare. År 1901 hade anläggningen försetts med artesiska grundvattenbrunnar i Grevie, som är

beläget öster om staden. Efter hand utökades vattentäkten till att omfatta flera brunnar och så småningom nödgades man även övergå till att pumpa vattnet från Grevie till Bulltofta.

År 1949 invigdes ett nytt vattenverk vid Vombsjön, belägen några mil öster om Malmö.

Övervakningen av vattenproduktionen och distributionen var delvis förlagd till Bulltofta vattenverk samt vissa lokala centraler. Instrumentutrustningen var ålderdomlig, svåröverskådlig och bristfällig, varför mycket arbete krävdes för övervakningen och insamlandet av driftdata.

Målsättning

Allt eftersom distributionsnätet för vattnet ökade i takt med Malmös tillväxt blev det allt svårare att övervaka anläggningarna effektivt. Det blev därför nödvändigt att anskaffa ett modernt övervakningssystem med stor kapacitet och rikliga utbyggnads-

möjligheter. Målsättningen var därvid:

1. Driftpersonalen skall ha tillgång till fullständig information om tillståndet i vattenledningsnätet med avseende på ventillägen i huvudvattenledningar, drifttillstånd hos pumpar samt uppkomna fel och mätvärden.
2. Driftpersonalen skall kunna manövrera alla viktiga ventiler och pumpar i anläggningen samt reglera olika tryck, nivåer och flöden.
3. Driftpersonalen skall i största möjliga utsträckning avlastas från rutinmässig protokollskrivning.

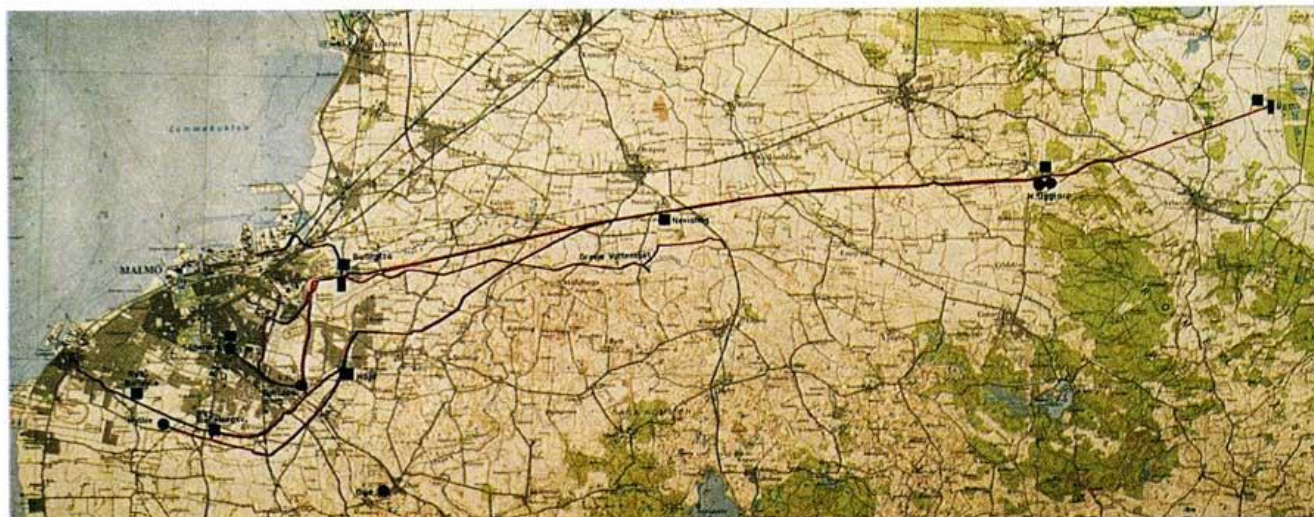
En modern fjärrkontrollutrustning kompletterad med en kontrolltavla och en pulpet fyller fordringarna enligt punkterna 1 och 2, medan punkt 3 kan realiseras på olika sätt. För att erhålla maximal flexibilitet med tanke på framtida krav ansågs

Fig. 1. Karta över övervakningsområdet. Skala: 1:240.000.

Kvadrater = fjärrkontrollstationer
Cirklar = vattentorn

Linjer = huvudvattenledningar

Rektanglar = vattenverk



F 86468

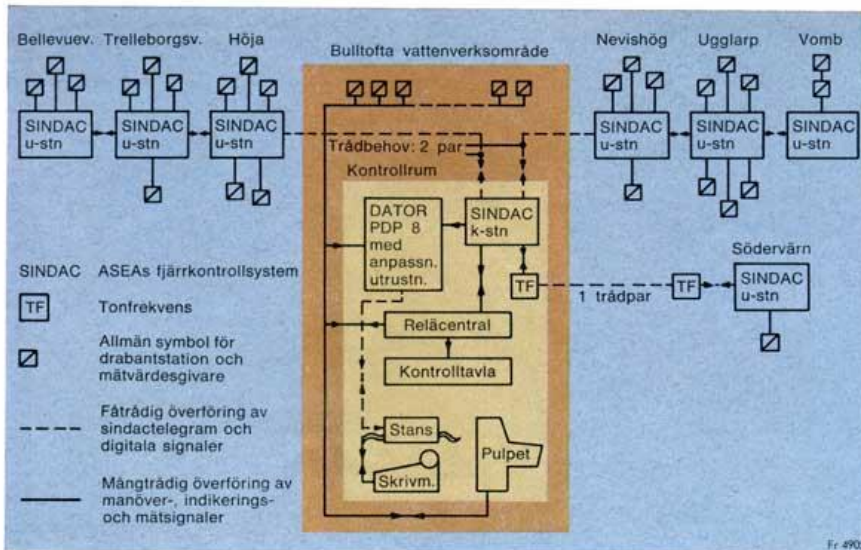
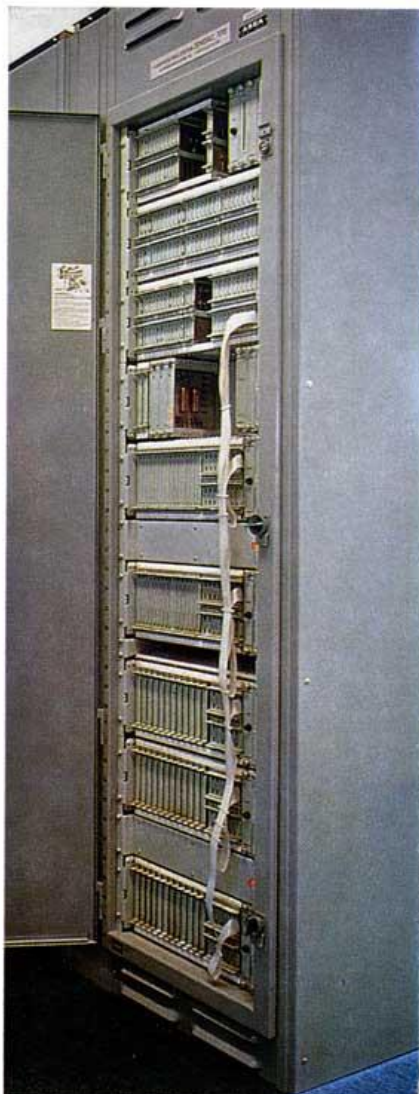


Fig. 2. Blockschema för övervakningssystemet.

Fig. 3. Apparatskåp med kontrollstationsutrustning



en processdator vara mest ändamålsenlig.

Hela anläggningen levererades och monterades av ASEA, som även konstruerat de elektriska systemen och anläggningsdelarna. Projekteringen har utförts av Malmö Vatten- och avloppsverk i samråd med Linus Bohlins Ingenjörbyrå AB och ASEA.

Fjärrkontrollutrustningen är av ASEAs typ SINDAC 701 och datorutrustningen består av en centralenhet PDP 8 med anpassningselektronik och programmering från ASEA LME AUTOMATION AB.

Anläggningsbeskrivning

De anläggningar, som ingår i övervakningsområdet, är: Bulltofta vattenverk, Grevie vattentäkt, delar av vattenverket i Vomb, huvudvattenledningarna från Vomb till Malmö, huvudledningar inom kommunen samt de sex vattentornen. Områdets geografiska utsträckning framgår av fig. 1.

Från ett 20-tal brunnar i Grevie pumpas vattnet till Bulltofta, där järn och mangan tas bort i en luftnings- och filtreringsanläggning. Efter rening och kloraminbehandling distribuerar elmotordrivna pumpar vattnet till förbrukarna inom kommunen. Dessutom finns som reserv vid kraftbortfall två dieselmotordrivna renavattenspumpar.

Vattenverket i Vomb arbetar enligt infiltrationsprincipen, vilket innebär att vattnet pumpas från Vombsjön via en silstation till infiltrationsbas-

sänger. Från ca 65 brunnar nedförda till ett djup av 15–20 m under marken pumpas det infiltrerade grundvattnet till själva reningsverket. Här luftas vattnet, så att järn och mangansalter oxideras till olösliga föreningar, som sedan filtreras bort genom sandbäddar. Efter kloraminbehandling pumpas vattnet i två 900 mm och en 1200 mm ledning till Malmö. Vattnet passerar därvid två utjämningsvattentorn, belägna på Romeleåsen.

I anläggningens huvudvattenledningar finns tre olika slag av ventiler, som funktionsmässigt är uppdelade i avstängningsventiler, reglerventiler och rörbrottsventiler. Reglerventilerna är samtliga av ringkolvstyp, medan de övriga är av excentrisk vridspjällstyp. De är alla försedda med motormanöverdon för växelströmsanslutning.

För transport av vattnet används såväl konstanthastighetspumpar som varvtalsreglerade pumpar. Konstanthastighetspumparna drivs av asynkrona växelströmsmotorer, medan de varvtalsreglerade drivs av likströmsmotorer matade från tyristorströmräktare.

Fjärrkontrollutrustning

För att skapa ett effektivt övervakningssystem måste i första hand fjärrkontrollproblemen lösas. Med hänsyn till anläggningarnas geografiska utbredning, se fig. 1, visade det sig lämpligt att dela upp fjärrkontrollutrustningen på sju strategiskt utplacerade understationer och en kontrollstation placerad i Bulltofta. Till de sju understationerna är ett antal drabantstationer anslutna via mångtrådiga kablar. För överföringen mellan understationerna och kontrollstationen i Bulltofta används i huvudsak egna styrkablar och likströmsimpulsering, varvid en kanal i vardera riktningen erfordras, dvs. totalt två trädpar. Endast i ett fall sker överföringen med tonfrekvenskanaler på ett av Televerket förhyrt trädpar.

Arbetsprincipen för fjärrkontrollsystemet SINDAC 701 (se ASEA Tidning 1970:2, s. 40–43) är ett kontinuerligt utbyte av frågetelegram från kontrollstationen och svarstelegram från understationerna. Telegrammen är uppbyggda i form av adresserade block, bestående av adressord och dataord, som vardera innehåller 8 informationsbitar, 1 kontrollbit samt 1 eller 5 paritetsbitar. Med hjälp av paritetsbitarna underkänns sådan in-

formation, som förvanskats genom störningar på transmissionskanalen.

Kortaste möjliga uppdateringstid erhålls genom att systemet arbetar cykliskt med avseende på momentana mätvärden, medan indikeringar överförs vid inträffad ändring. Från kontrollstationen kan objekt av olika slag i understationer och drabantstationer styras genom objektmanövrer, varvid avfrågningsrutinen tillfälligt avbryts.

Sändningshastigheten är 50 baud, dvs. 50 tecken per sekund. Sammanlagt överförs från kontrollrummet i Bulltofta ca 120 manövrer för ventiler, pumpar etc. samt till kontrollrummet ca 120 indikeringar av felsignaler och driftlägen samt ca 25 analoga mätvärden.

Fjärrkontrollsystemets totala omfattning framgår av fig. 2 och den mekaniska uppbyggnaden av fig. 3.

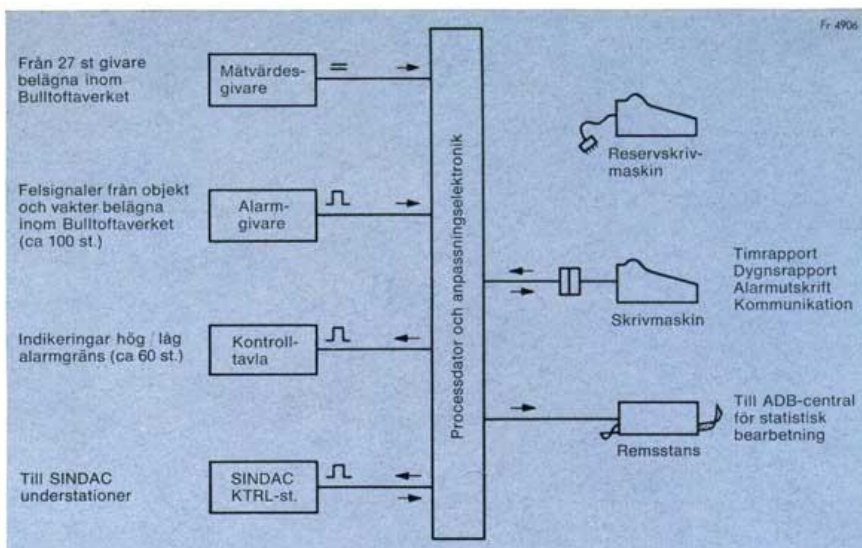


Fig. 4. Blockschema för datorutrustningen.

Fig. 5. Datorns centralenhet inbyggd i apparatskåp.

Datorutrustning

Datorutrustningen är ansluten direkt till fjärrkontrollsystemets kontrollstation med en s. k. databus och datorn avläser kontinuerligt via denna den information, som överförs i SINDAC-telegrammen. Samtidigt finns i kontrollstationen individuella utgångar för mätvärden och indikeringar, vilka styr instrument och indikeringslampor. Detta tjänstgör som "back-up", då datorn är ur drift, t.ex. på grund av omprogrammering eller revision.

Datorsystemet består av en centralenhet typ PDP 8, med ett kärnminne om 8000 ord med 12 bitars ordlängd samt anpassningselektronik.

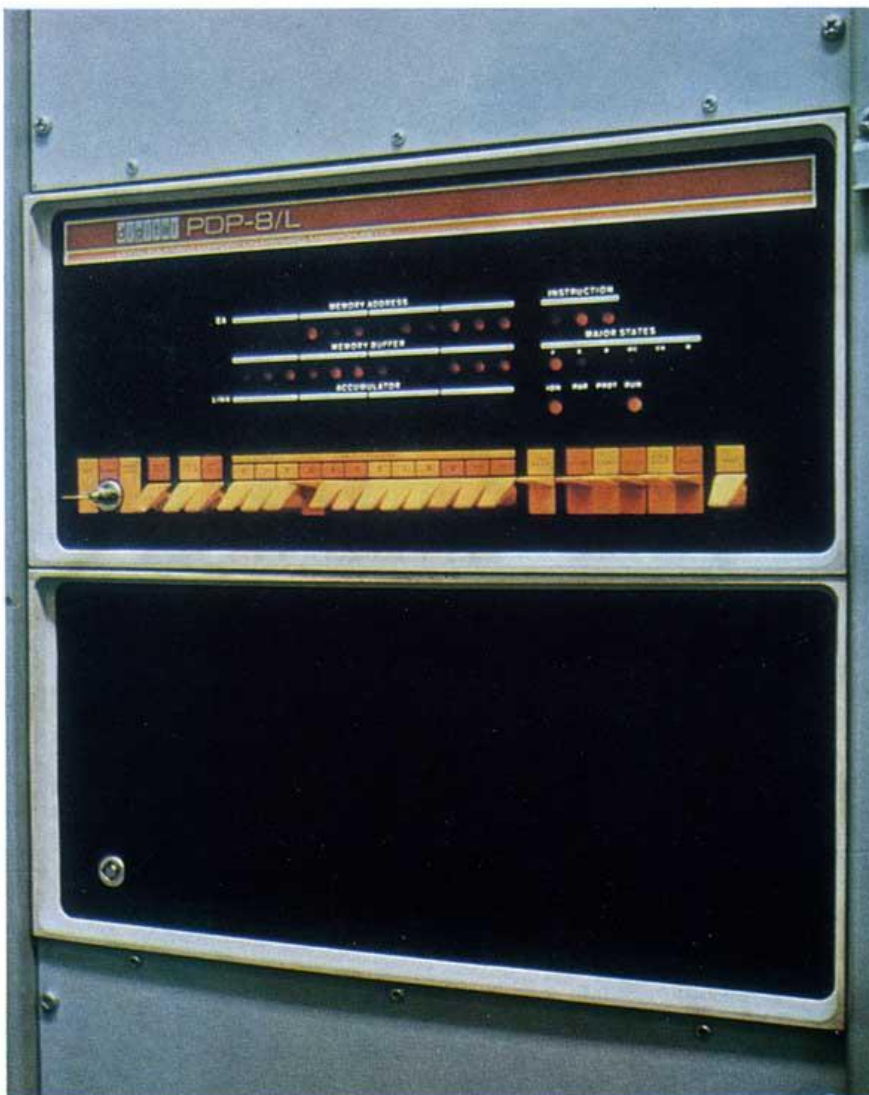
För kommunikation med datorn samt för rapportering ingår en skrivmaskin typ ASR 33, fabrikat Teletype, och för registrering av data en remsstans typ Facit 4070.

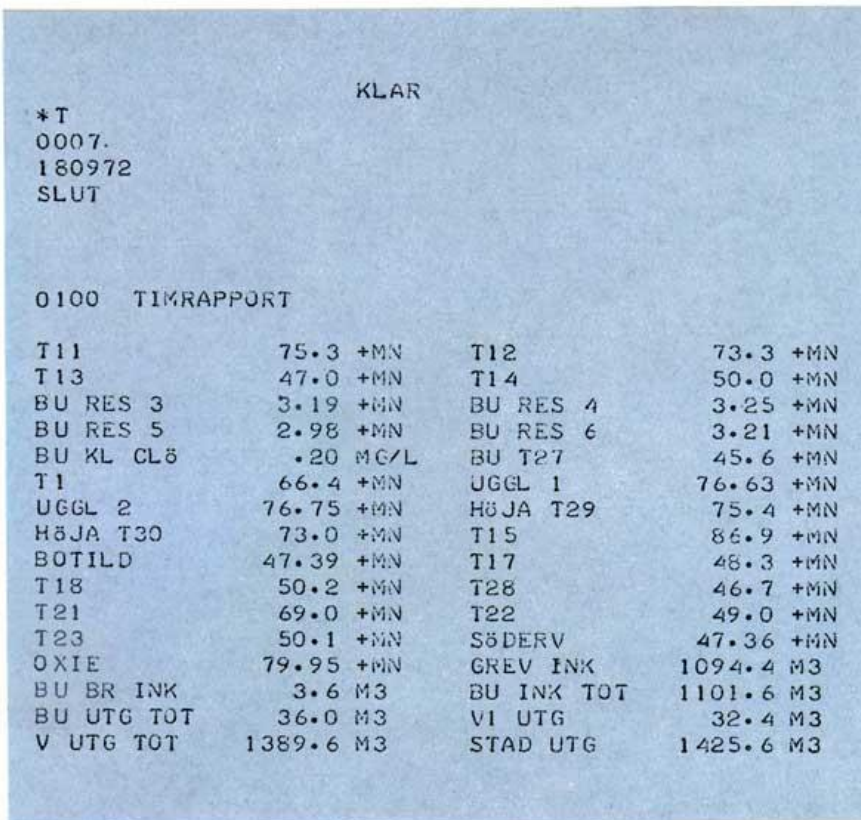
Verklig tid bestäms med hjälp av en kristallstyrd klocka.

Till datorn är även mätvärden samt drifts- och felindikeringar för de objekt, som är belägna inom Bulltoftaverket, anslutna. Datorn är vidare försedd med reläutgångar för styrning av lampor i kontrolltavla och felsignaltavla.

Blockschemat i fig. 4 visar systemets uppbyggnad samt sammankopplingen mellan de olika enheterna.

Datorn avläser kontinuerligt den information, som lämnas av fjärrkontrollsystemet och lokala givare. Den bearbetar dessa data och skriver ut dygns- och timrapporter. Dessutom

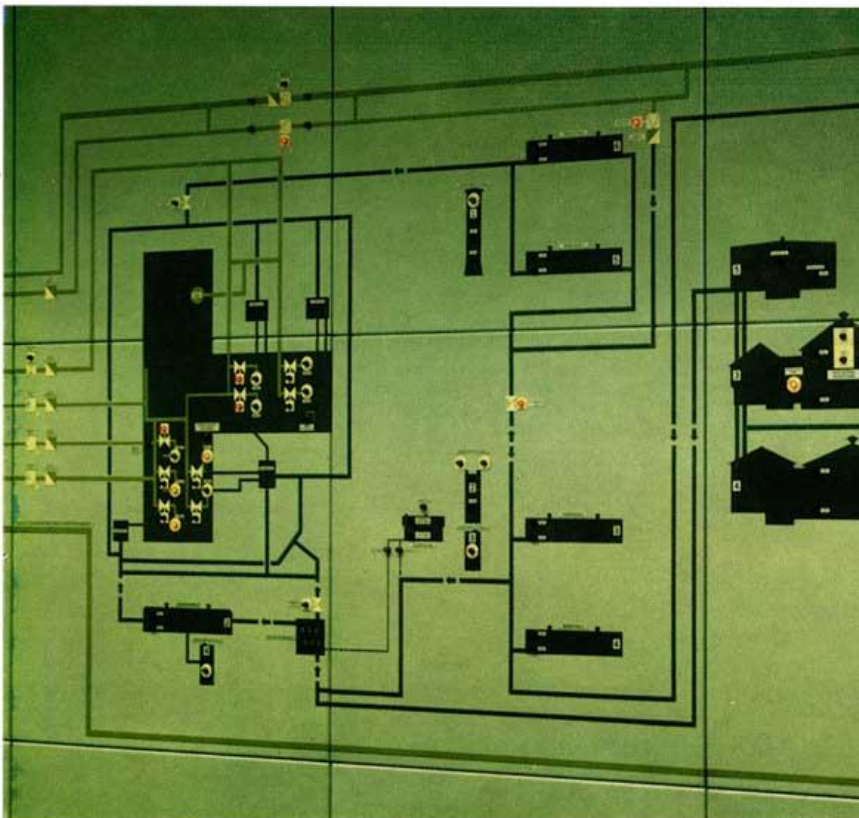




Fr 4907

Fig. 6. Exempel på datorutskrift.

Fig. 7. Del av kontrolltavlans symbolschema.



F 86471

skriver den momentant ut vissa händelser, såsom över- eller underskridna gränsvärden för vattennivåer och tryck, samt även felutskriften vid objektfel. Vid överskridna gränsvärden och objektfel ger datorn i samband med utskrift en larmimpuls till signaltavlan i pulpeten samt till indikeringslampor i kontrolltavlan. Exempel på en datorutskrift visas i fig. 6.

Viss information stansas på hålremsa, som genom Malmö Kommuns ADB-avdelning överförs till magnetband. ADB-avdelningen levererar varje månad till VA-verken vattentillförselprogram m.m. enligt uppgjorda program. Magnetbanden arkiveras och avsikten är att ADB-avdelningen ur dessa, då behov uppstår, skall kunna ta fram statistik av olika slag, exempelvis års- och dygnsvariationer i vattenförbrukningen, gångtider för maskiner, etc. Statistiken används sedan bl.a. som hjälpmedel för planering av framtida utbyggnader samt planering av service och underhåll.

Kommunikationen med datorn sker via skrivmaskinens tangentbord. Därifrån är det möjligt att justera tiden, ändra innehåll i datorcell, ändra hög eller låg alarmgräns, beordra utskrift av momentant mätvärde samt aktivera eller deaktivera mätpunkter. Programmeringsspråk är Assembler och inmatning av programmet sker via remsavläsaren på skrivmaskinen.

Kontrollrum

Övervakningsutrustningen är inrymd i en lokal, som bl.a. försetts med luftkonditionering, rökdetektor samt datagolv. Kontrollrummet innehåller manöverpulpet, kontrolltavla, datorutrustning, fjärrkontrollutrustning samt apparatskåp med diverse hjälp- och utrustningar i form av reläer i COMBIFLEX®-utförande, "backup"-utrustning för datorn, etc.

Kontrolltavlan är försedd med ett symbolschema, uppbyggt enligt flytschemaprincipen. Schemat innehåller miniatyrlampor för indikering av ventillägen och drifttillstånd hos pumpar samt lampor för indikering av onormala tryck och nivåer. Fel indikeras genom att lampor för aktuell objekt-, nivå- eller tryckmätning blinkar. Fig. 7 visar en del av kontrolltavlans symbolschema.

Pulpeten innehåller erforderliga manöverställare med indikeringslampor, felsignaltavla samt indikerande instrument. I pulpeten finns även uttag för anslutning av datorns skriv-



F 86472

maskin. Fig. 8 visar en bild av pulpet, skrivmaskin och kontrolltavla. Övrig utrustning är placerad bakom kontrolltavlan.

Fig. 8. Interiör från kontrollrummet.

Fig. 9. Likströmsmotorer för drift av varvtalsreglerade pumpar i Höja pumpstation. I bakgrunden tyristorströmriktare och lokalt kontrollskåp.

Mätning, reglering och manöver

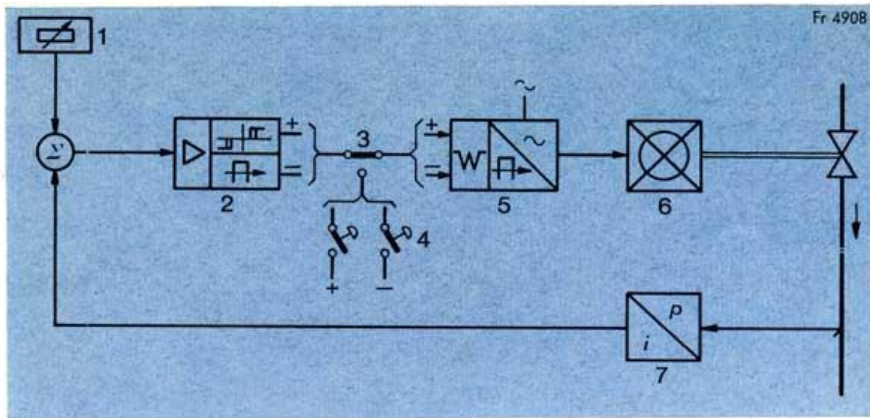
De fysikaliska storheter som mäts i anläggningen är tryck, nivå och flöde (vattenhastighet). Dessutom förekommer ett fåtal mätningar av kemiska storheter såsom kloröverskott, klordosering och klorfatsvikt.

Mätning av tryck sker kontinuerligt på huvudvattenledningarna från Vomb och på distributionsledningarna inom kommunen. Mätvärdesgivarna, som är av fabrikat NAF, arbetar enligt kraftbalansprincipen med en rostfri stålbälg som mätorgan och en dykspole för motkraften. Givarna, vilkas utsignal är 0–20 mA, är försedda med självrensande dämpningsdon samt med mätfläns för anslutning av kontrolltryckmätare.

Nivåmätningar i vattentorn, filterbassänger, etc. sker i vissa fall med tryckmätare av samma typ som ovan och i vissa fall med flottörgivare med inbyggd potentiometer. Till potentiometer



F 86473



- | | |
|---------------------|--------------------------|
| 1 Tryckreferens | 5 Fram- och backkopplare |
| 2 Trelägesregulator | 6 Elmanöverdon |
| 3 Automatisk drift | 7 Mätvärdesgivare |
| 4 Manuell manöver | |

Fig. 10. Blockschema för en typisk tryckreglerkrets.

metergivarna är anslutna potentiometerförstärkare, som avger 0–20 mA, proportionellt mot nivån.

Flödesmätningen sker med kortventurirör på grövre huvudvattenledningar, medan turbinflödesmätare av typ Woltman används i klenare rörledningar.

Differenstrycket över venturirören mäts med mätvärdesgivare, som har matningsdon med inbyggd rotutdragningsenhet, varför utsignalen 0–20 mA blir direkt proportionell mot genomströmmat vattenflöde.

Turbinflödesmätarna är försedda med en påbyggd generator, som avger en spänningssignal, direkt propor-

tionell mot genomströmmat vattenflöde.

Signalerna från flödesmätarna är anslutna till datorn och denna beräknar vissa summaflöden, såsom totalflöde från Vomb, Grevie osv. Dessa flöden integreras även i datorn, så att i tim- och dygnsrapporterna kan anges totalt levererade vattenmängder. För att erhålla "back-up" vid datorbortfall utförs beräkningarna även med konventionell elektronik (COMBITROL, se ASEA Tidning 1971:5, s. 109–113), varvid resultatet presenteras på räkneverk.

I anläggningen förekommer två typer av kontinuerliga regleringar, näm-

ligen nivåreglering i vattentorn och tryckreglering i huvudvattenledning- ar. Som ställdon används därvid i huvudsak ventiler, med undantag av Höja pumpstation, se fig. 9, där varvtalsreglerade pumpar används.

Reglerutrustningarna, som är placerade i lokala apparatskåp, är uppbyggda av ASEAs analoga reglermoduler COMBITROL B. Fig. 10 visar ett blockschema för en typisk tryckreglerkrets, där en motormanövrerad ventil används som ställdon.

Trelägesregulatorn (2) påverkar ventilen, så att denna öppnar eller stänger, beroende på om trycket är lägre eller högre än vad som inställts på börvärdespotentiometern för tryck (1).

Samtliga objekt i anläggningen kan manövreras manuellt från lokala apparatskåp, och manöverplats väljs med en lokal omkopplare. Med omkopplaren i läge Fjärr sker all manöver från kontrollrummet i Bulltofta och därvid kan manuell eller automatisk drift väljas.

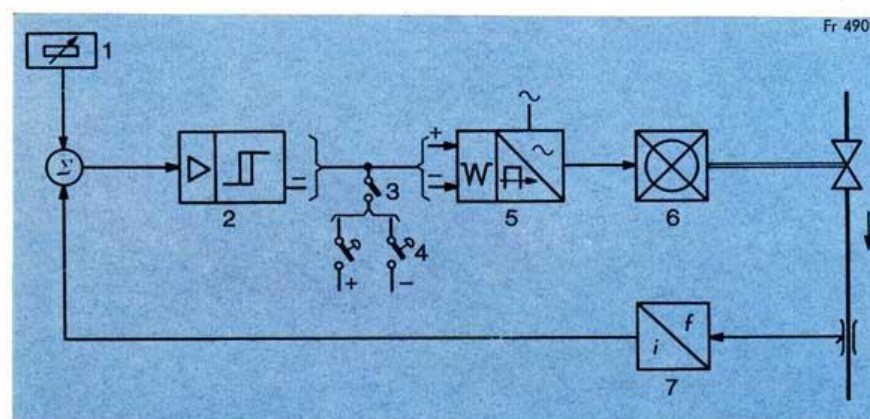
Rörbrottsventilerna i anläggningen löser ut automatiskt, då vattenhastigheten överstiger det högsta tillåtna värdet. Fig. 11 visar ett blockschema för en rörbrottsventil.

När vattenhastigheten uppnår det värde, som inställts på potentiometern 1, får ventilen order att stänga, samtidigt som larm utgår till övervakningscentralen i Bulltofta.

Som manöver- och indikeringsspänning används i anläggningen 220 V växelspanning och 2×55 V likspänning. Anläggningen är så utförd, att indikeringar och mätningar fortgår vid ett eventuellt spänningsavbrott. Detta åstadkommes genom att man matar alla fjärrkontrollstationer, datorutrustningen samt mätvärdesgivarna från statiska växelriktare, som är anslutna till batterier.

Fig. 11. Blockschema för en rörbrottsventil.

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| 1 Flödesreferens | 5 Fram- och backkopplare |
| 2 Gränsvärdesdon | 6 Elmanöverdon |
| 3 Manuell drift | 7 Mätvärdesgivare |
| 4 Manuell manöver | |



Drifterfarenheter

Övervakningssystemet togs succesivt i drift under hösten 1971 och hela systemet har för närvarande varit i drift cirka ett år. Under denna tid har felintensiteten varit låg, varför stor driftsäkerhet kan förväntas i framtiden.

Operatör i övervakningscentralen är en skiftgående maskinist, som har utbildats på det nya systemet under inkörningsperioden.

Drifterfarenheterna har varit mycket goda och övervakningssystemet har helt infriat de förväntningar man hade på planeringsstadiet.