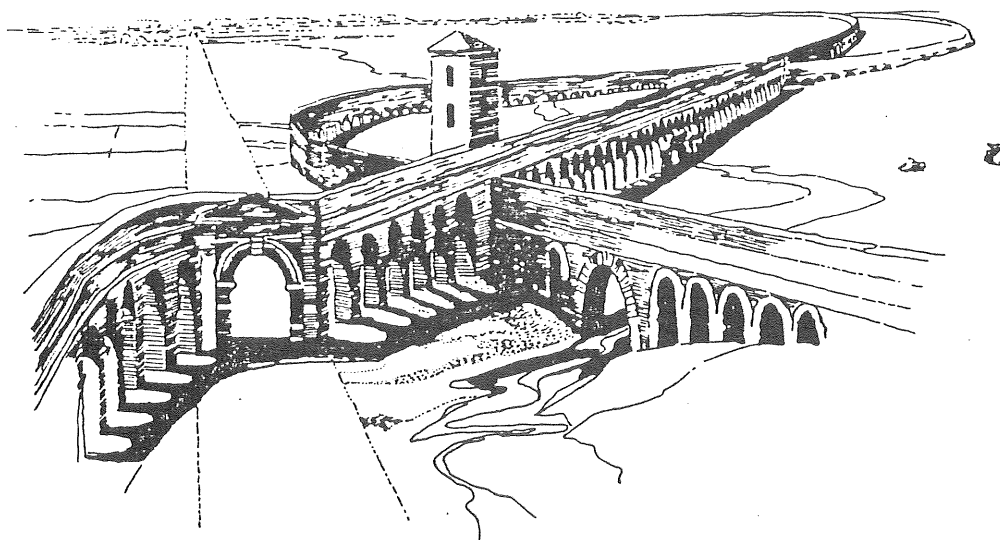


CHALMERS
tekniska högskola · Göteborg



Institutionen för
vattenförsörjnings- och avloppsteknik

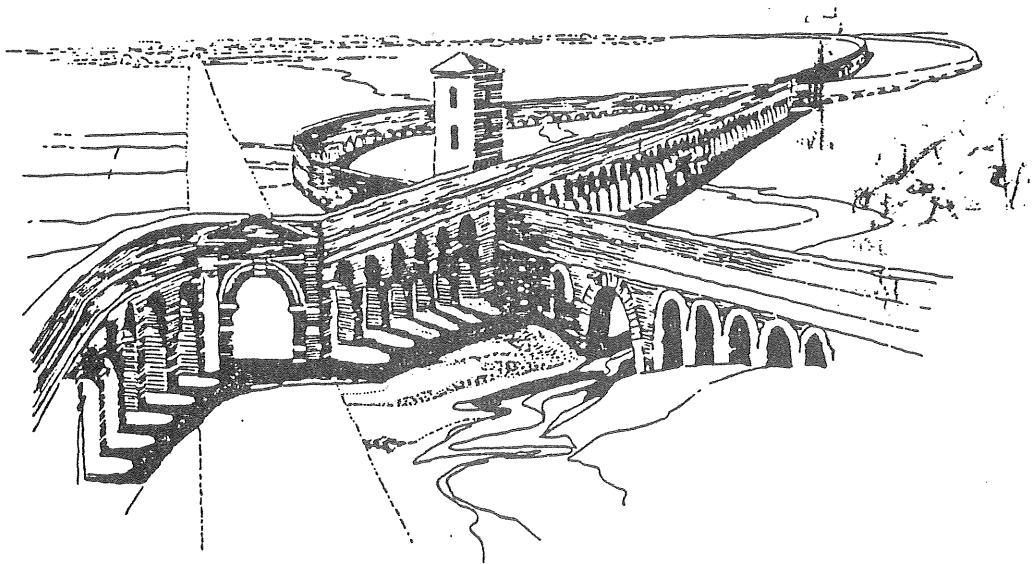


**KARTLÄGGNING AV VATTENKVALITETS-
FÖRÄNDRINGAR I DISTRIBUTIONSNÄT
MALMÖ 1980**

B. Sjölander J. Hanæus T. Hedberg

PUBLIKATION 4:82 FORSKNINGSRAPPORT

Nyckelord: dricksvattenkvalitet, kvalitetsförändringar, distributionsnät,
mätmetod



KARTLÄGGNING AV VATTENKVALITETS- FÖRÄNDRINGAR I DISTRIBUTIONSNET MALMÖ 1980

B. Sjölander J. Hanæus T. Hedberg

FÖRORD

Föreliggande rapport ingår i Dricksvattenprojektet - ett vattenkvalitetsprojekt som i huvudsak finansieras av Byggforskningsrådet, Styrelsen för Teknisk Utveckling samt deltagande kommuner.

I nämnda projekt finns en bärande idé om att de undersökta vattnens hårdhet har stort inflytande på förändringar i vattenkvaliteten under transporten genom samhället. Denna undersökning längs delar av Malmö kommuns dricksvattennät syftar härvid till att belysa kvalitetsförändringar i ett för svenska förhållanden hårt vatten.

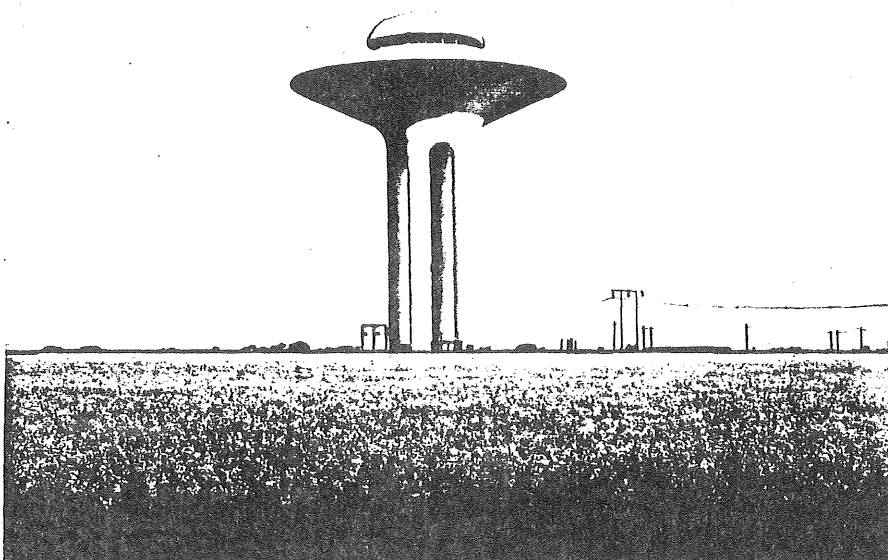
I samband med fältarbetet, som utfördes under sommaren 1980, erhöles bistånd av personal vid Malmö Vatten- och Avloppsverk, för vilket vi vill framföra vårt tack.

Göteborg maj 1982

Författarna

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	1
MALMÖS VATTENFÖRSÖRJNINGSSYSTEM	1
UTRUSTNING	5
STATIONSUPPSTÄLLNINGAR	6
RESULTAT	9
KOMMENTARER	14



Hyllie vattentorn

INLEDNING

Fältarbeten längs vattendistributionsnätet i Malmö har utförts under sommaren 1980. Mätningarna har omfattat uppställningar av mätstationer för kontinuerlig kvalitetsmätning i några olika punkter längs nätet. Vidare har en omgång tappkransprover tagits och dessutom har en del basdata från VA-verkets rutinmätningar utnyttjats. Resultatet från tappkransproverna - vilka ej precisionskopplades till stationsmätningarna - kommer att redovisas i en separat rapport inom Dricksvattenprojektet.

Mätstationsuppställningarna har av resursskäl koncentrerats till en av huvudledningarna. Komplettering har dock utförts med en mätpunkt där förekomst av blandvatten (från olika täkter) på förhand bedömdes mycket sannolik.

MALMÖS VATTENFÖRSÖRJNINGSSYSTEM

Malmö kommun försörjes med vatten dels från Grevie-Bulltoftaverket, dels från Vombverket. Vattnet från Grevie är ett renodlat grundvatten medan Vombverkets grundvattentäkt förstärks med Vombsjöns vatten, som infiltreras på konstgjord väg. Råvattenanalyser visas i tabell 1.

Tabell 1 Råvattenundersökningar 1980 från Vombverket och Grevie-Bulltoftaverket (2 provtagningstillfällen).

	Enhet	Vombverket	Grevie-Bulltoftaverken, Råvatten
Färg, Pt	mg/l	5	15
Grumlighet		ingen	tydlig
Lukt, styrka		ingen	ingen - svag
Bottensats		ingen - svag	svag - ej obetydlig
Specifik ledningsförmåga	mS/m	51,5	73,0
Permanganatförbrukning, KMnO_4	mg/l	4,6	9,5
pH		7,8	7,6
Ammonium, NH_4	mg/l	0,1	0,7
Totalhårdhet, Ca	mg/l	77	118
Totalhårdhet	$^\circ\text{dH}$	13,1	16,5
Järn, Fe	mg/l	0,17	4,4
Mangan, Mn	mg/l	<0,05	0,09
Alkalitet som bikarbonat, HCO_3	mg/l	174	348
Klorid, Cl	mg/l	26	67
Fluorid, F	mg/l	0,3	0,4
Sulfat, SO_4	mg/l	70	31
Nitrat, NO_3	mg/l	9	2
Nitrit, NO_2	mg/l	0,04	<0,01
Fosfat, PO_4	mg/l	<0,1	<0,1
Marmoraggressiv kolsyra, CO_2		0	-1

Det rör sig om kalk- och järnrika vatten med hög buffertkapacitet. Behandlingen av vattnet omfattar i de båda verken luftning och filtrering (främst för att avskilja järn och mangan) samt desinfektion via tillsats av klor och ammoniak (kloramin). Det levererade vattnets kvalitet under 1980 redovisas för resp

Vatten pumpas separat ut från respektive verk till distribution, och blandning inträffar ett stycke ut på ledningsnätet, där tvärförbindelser mellan systemen börjar förekomma.

Distributionsnätets utformning i stort framgår av fig 1.

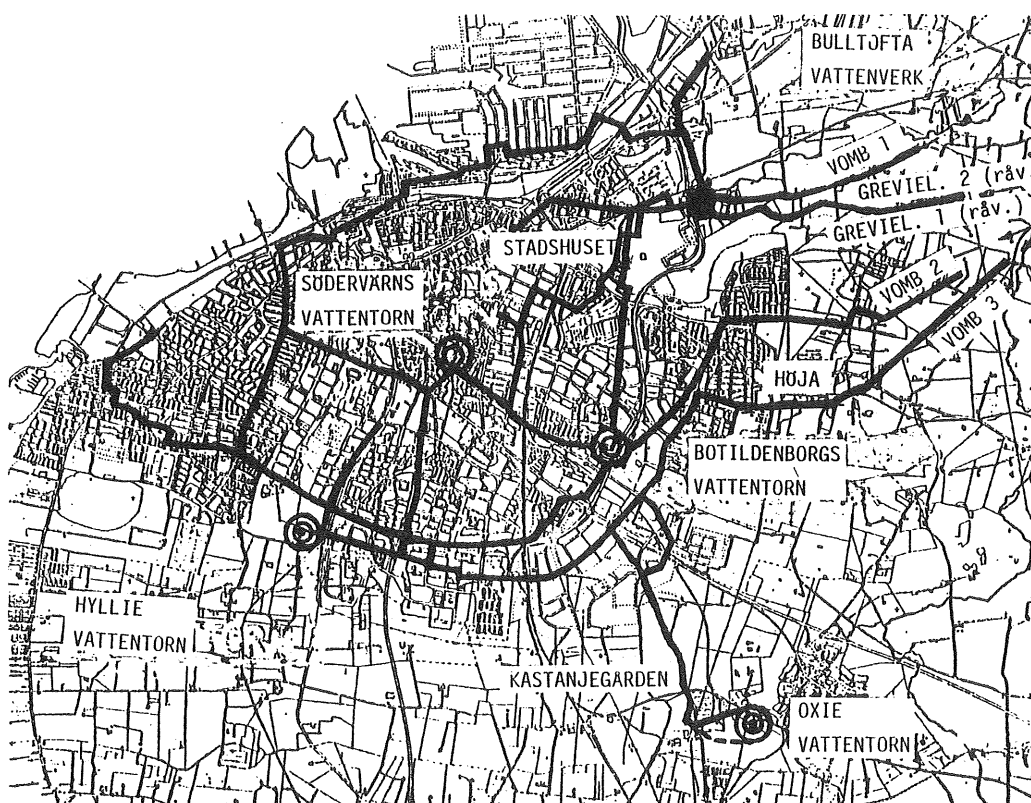


Fig 1 Huvudkomponenterna i Malmö vattendistributionssystem.

Nätet innehåller alltså tre huvudledningarna och indelas i en normalzon och en högzon. Sex vattentorn finns, varav två ligger i Ugglarp på huvudledningarna från Vombverket. Två av de övriga Hyllie- och Oxietornen ligger inom kommunens högzon medan Södervärns och Botildenborgstornen ligger inom normalzonen. Tryckstegring sker, förutom precis före Oxie vattentorn, enbart i omedelbar anslutning till behandlingen vid resp verk. Däremot har höghusbebyggelsen inom normalzonen i många fall interna tryckstegringsanläggningar.

Under tiden 20⁰⁰ till 07⁰⁰ varje dygn sker ingen utpumpning av Grevievatten. Behandlingen av detta vatten pågår emellertid och tillhörande lågreservoar fylls. Blandvattenzonen i distributionsnätet flyttas således avsevärt under dygnet, eftersom endast Vombvatten levereras nattetid.

UTRUSTNING

Som mätstationer används tre mindre vagnar som är möjliga att bogsera med hjälp av personbil. Vagnarna är utvändigt försedda med anslutningar för el, vatten och avlopp. Invändigt finns en vattenränna för mätelektroder, utrustning för automatisk provtagning samt mätutrustning.

Mätutrustningen omfattar kontinuerligt registrerande instrument för pH-värde, redoxpotential, ledningsförmåga, grumlighet och temperatur. Vid ett servicetillfälle togs dessutom prov på kloröverskott.

Noggrannheten vid pH och redoxmätning är helt beroende av elektrodernas kondition. Vid igångkörning av en mätstation får instrumenten gå ett dygn för stabilisering innan slutgiltig kalibrering görs. pH-elektroden kalibreras dessutom åter med några dygns mellanrum. Buffertlösningarna förvaras i mätvattnet för att anta rätt temperatur.

Ledningsförmågan mäts med en äldre elektrod av så kallad 2-elektrodtyp respektive två nya av 4-elektrodtyp.

Redoxelektroden är en guldelektrod och pH-elektroden är en kombinationselektrod båda av fabrikat Ingold.

pH-, redox-, liksom även ledningsförmågeinstrumenten är utrustade med nollpunktsförskjutning och möjlighet till expansion av mätområdet. Detta innebär att man väljer ut den aktuella delen av grundsignalen och förstärker den över hela bredden på skrivaren. Resultatet blir en utskrift med en mycket god upplösning.

Instrumenten är leverade av Inventron AB i Mölndal och Processing AB i Kungsbacka.

STATIONSUPPSTÄLLNINGAR

Stationsuppställningarna har utgått från vattenverket i Vomb och fortsatt längs en av verkets huvudledningar så att endast Vombvatten bedömts passera mätstationerna ("Yttre ringvattenledningen"). Härutöver har en separat uppställning utförts vid Stadshuset, där förekomsten av blandvatten bedömdes sannolik. Tre mätstationer stod till förfogande under mätperioden. Uppställningsplatsen vid Stadshuset finns markerad på fig 1. Yttre ringvattenledningsvattnets ursprung finns visat i fig 2.

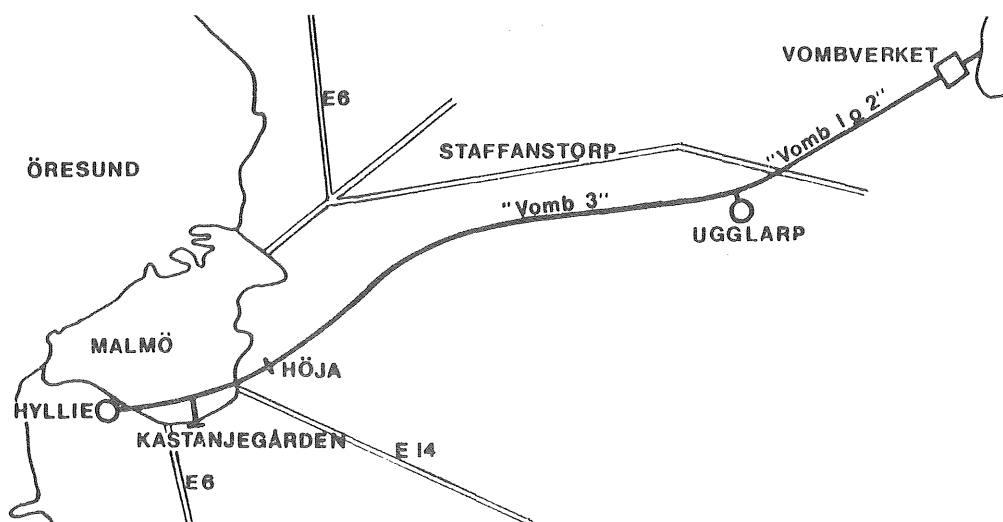


Fig 2 Vombsjövattnets väg till yttre ringvattenledningen.

Mätstationernas placering längs ovan visade ledning framgår mer detaljerat i fig 3, där även ledningsmaterial och ledningsdiametrar noterats.

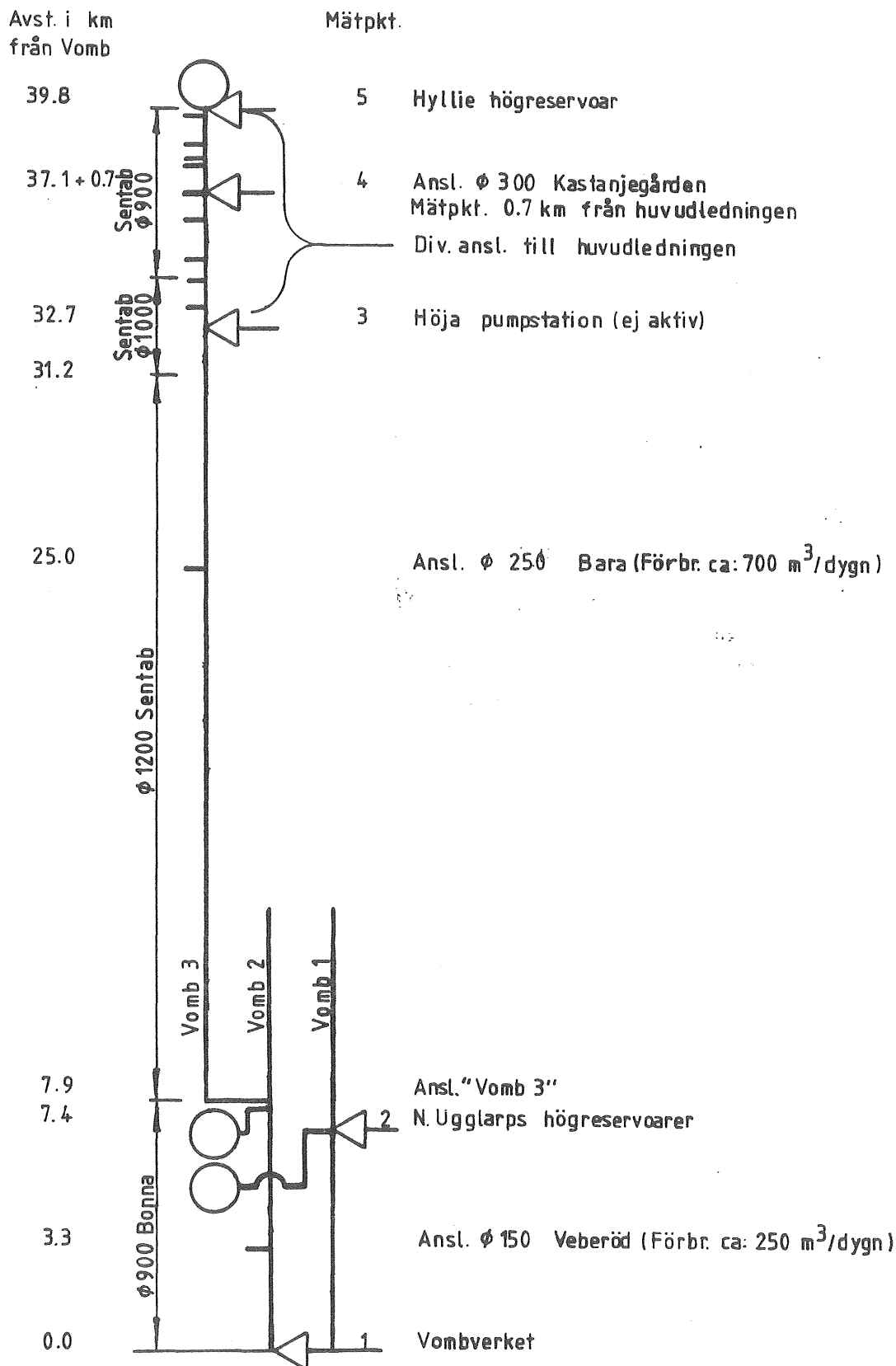


Fig 3 Schematisk skiss över den undersökta ledningssträckan med mätpunkter och ledningsegenskaper angivna.

Uppställningstiden på resp mätpunkt var som regel en vecka.

Den första mätstationen placerades vid vattenverket i Vomb, på utgående ledning efter tryckstegring.

Station 2 placerades vid Ugglarps högreservoar. Vattnet togs här från en servisledning i en motorventilbrunn. Mätresultaten visade här så småningom att uppehållstiden från vattenverket till mätpunkten varit för lång för att mätpunkten skall kunna anses representativ för huvudledningens vatten strax intill mätpunkten. Mätvärdena härifrån har därför separerats från de övriga vid resultatredovisningen.

I Höja 3,2 mil från Vomb passerar ledningen en pumpstation. Mätstationen anslöts först till en näraliggande servisledning som uppgavs vara ansluten till den aktuella huvudledningen.

Efter en tids mätningar uppdagades dock att servisledningen ifråga tillhörde en helt annan distributionsgren. Anslutningen flyttades då till en luftningsventil direkt på den "rätta" huvudledningen, och endast denna kortare tid vid Höja redovisas.

Mätstationen vid Kastanjegården låg 700 m in längs en grenledning som försörjer ett bostadsområde med vatten. Grenledningen sammansattes av 300 m ϕ 300 och 400 m ϕ 250 fram till mätpunkten. Ledningen består av invändigt asfalterat segjärn och är åtta år gammal. Den kan sägas representera en måttligt stor ledning med stor vattenomsättning dagtid och liten nattetid.

Den femte uppställningsplatsen låg vid Hyllie högreservoar. Reservoaren matas och tappas på vatten genom en och samma huvudledning (ϕ 900). Mätstationen anslöts till denna huvudledning, där strömningsriktningen sålunda varierade.

Vattnets uppehållstid mellan de olika mätpunkterna har uppskattats utifrån medeldygnsfloppet under mätperioden. Ju klenare ledning desto större variation kring dessa medelvärden kan

förväntas och även desto större procentuellt fel i dessa medelvärden.

Från Vombverket (uppställningsplats 1) till Ugglarp (2) är medeluppehållstiden ca 2h. Från Ugglarp (2) till Höja (3) erhålles drygt 2 dygn. I Höja var flödesmedelvärdet under mätperioden 13.000 m³/dygn. Från Höja till distributionsledningen mot Kastanjegården tar transporten ca 7h och härifrån till vattentornet vid Hyllie (5) åtgår ungefär 12h, vilket som nämnts är ett medelvärde och där naturligtvis stora variationer erhålles, beroende på strömningsriktningen vid reservoaren. Tiden i distributionsledningen till Kastanjegården och uppställningsplats 4 har uppskattats till knappt en timme.

Mätningarna utfördes, med undantag för uppställningen vid Stadshuset, under perioden 80 05 19 - 80 05 23 och 80 06 02 - 80 06 06, vilket detaljerat framgår av resultatredovisningen.

RESULTAT

Från skivresultat är de olika parametrarna bearbetade med avseende på median- och extremvärden. Resultatet är åskådliggjort i diagramform med ledningens sträckning som abskissa. Redoxpotentialvärdet har mätts och angivits relativt Ag⁺/AgCl (referenselektrod).

Eftersom stationen vid Ugglarp inte var ansluten till en representativ punkt för ledningen får resultaten härifrån användas med försiktighet. Interpolering av mätresultaten mellan stationen i Vomb och Höja ger dock troligen bara marginella fel eftersom förhållandena före och efter Ugglarp är närapå identiska (ringa ingrepp i ledningssystemet).

I figurerna har mätstationen vid Hyllie vattenreservoar placerats före den i Kastanjegården för att ge en riktigare bild av kvalitetsförändringarna. Hylliereservoaren matas och tappas som tidigare sagts genom samma ledning. Mätningarna ger därför en

bild av dels vatten som matas till tornet dels ett magasinerat och delvis omblandat vatten. De olika mätparametrarna får därför mycket flackt utseende.

Exempel på variationer i de uppmätta parametrarna visas för varje uppställningsplats i följande figurer 4-6.

De enskilda parametrarnas variation längs ledningssträckan är redovisade i fig 7-11.

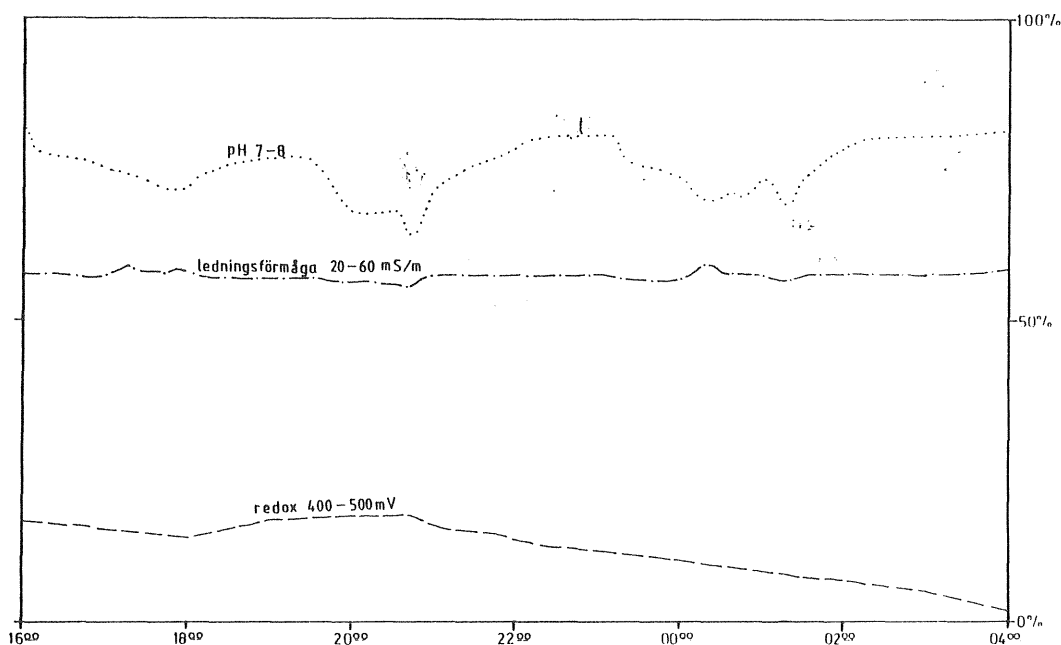


Fig 4 Exempel på variationer i pH-värde, ledningsförmåga och redoxpotential i mätstationen vid Vombverket. I figuren angivna intervallgränser svarar mot 0 % resp 100 % på ordinatan.

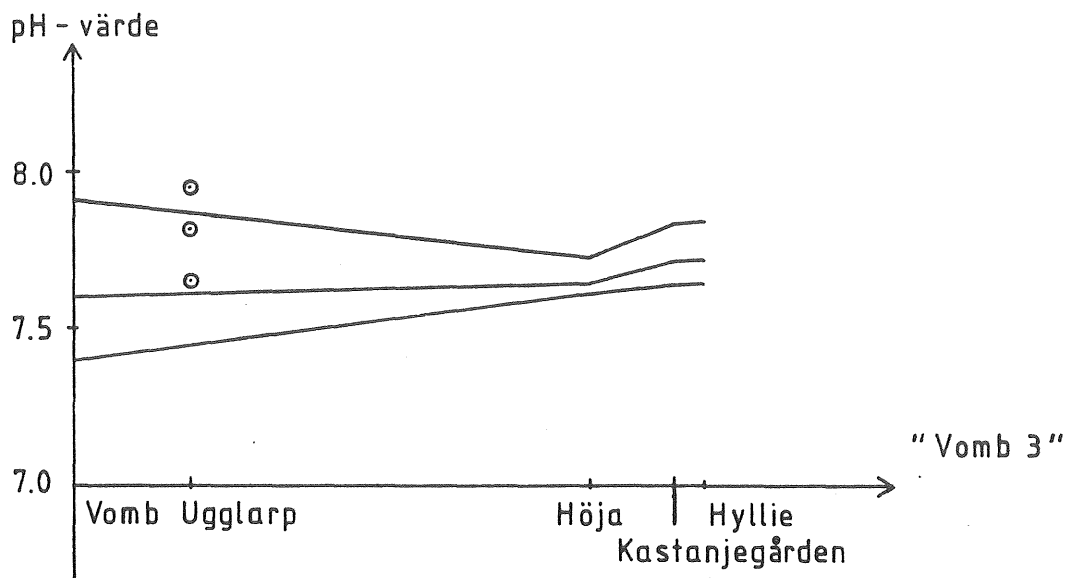


Fig 7 pH-värden (median- samt extremvärden) längs Vomb 3-ledningen.

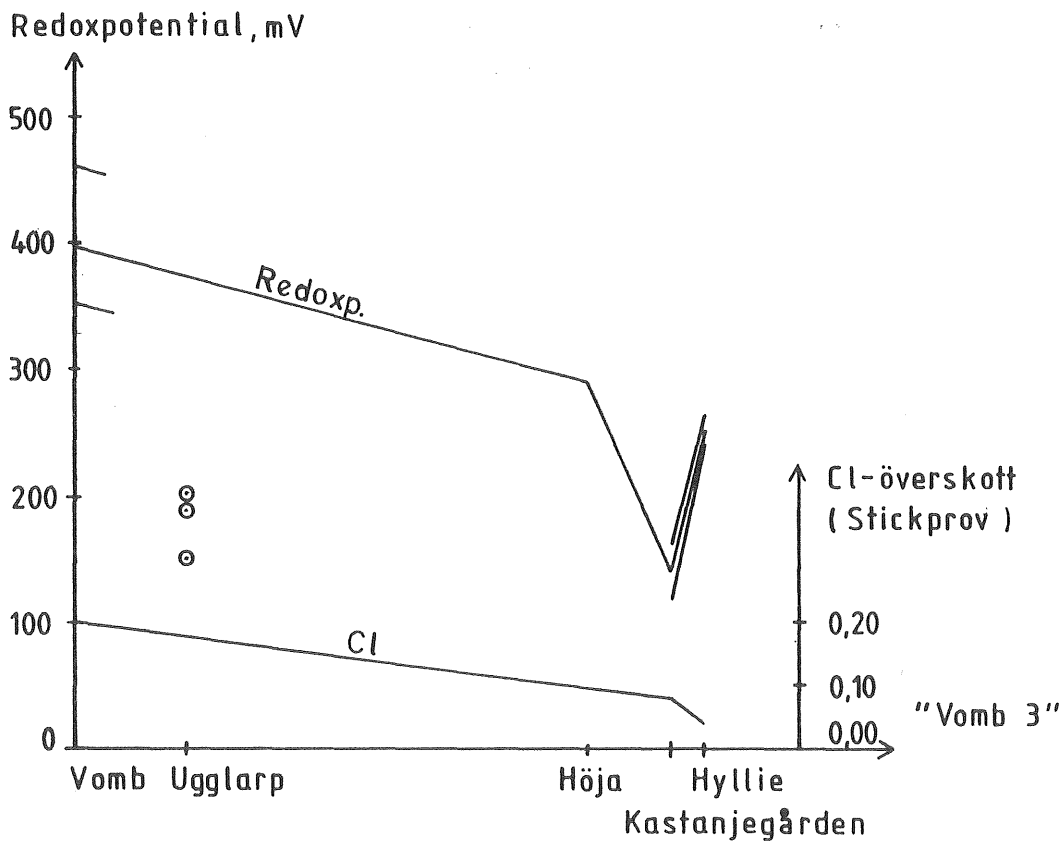


Fig 8 Redoxpotentialvärden (median- samt extremvärden) längs Vomb 3-ledningen, samt stickprovsvärden för totalt kloröverskott längs samma ledning.

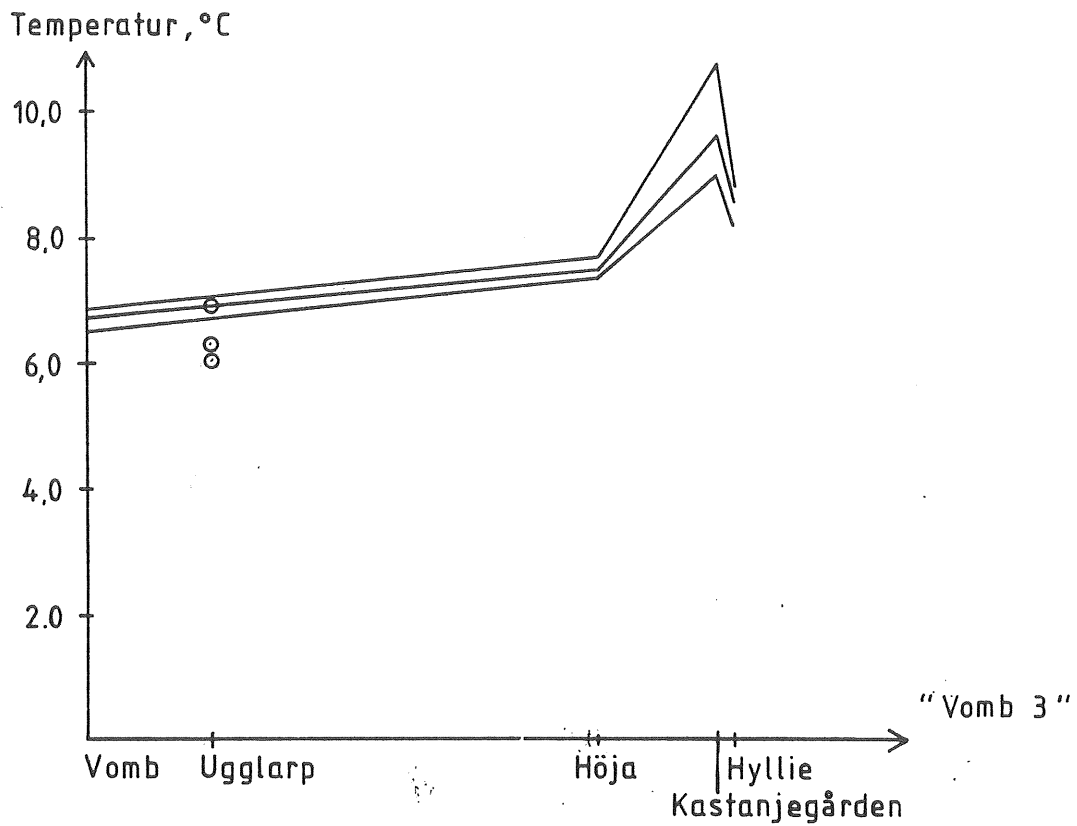


Fig 9 Temperatur (median-samt extremvärden) längs Vomb 3-ledningen.

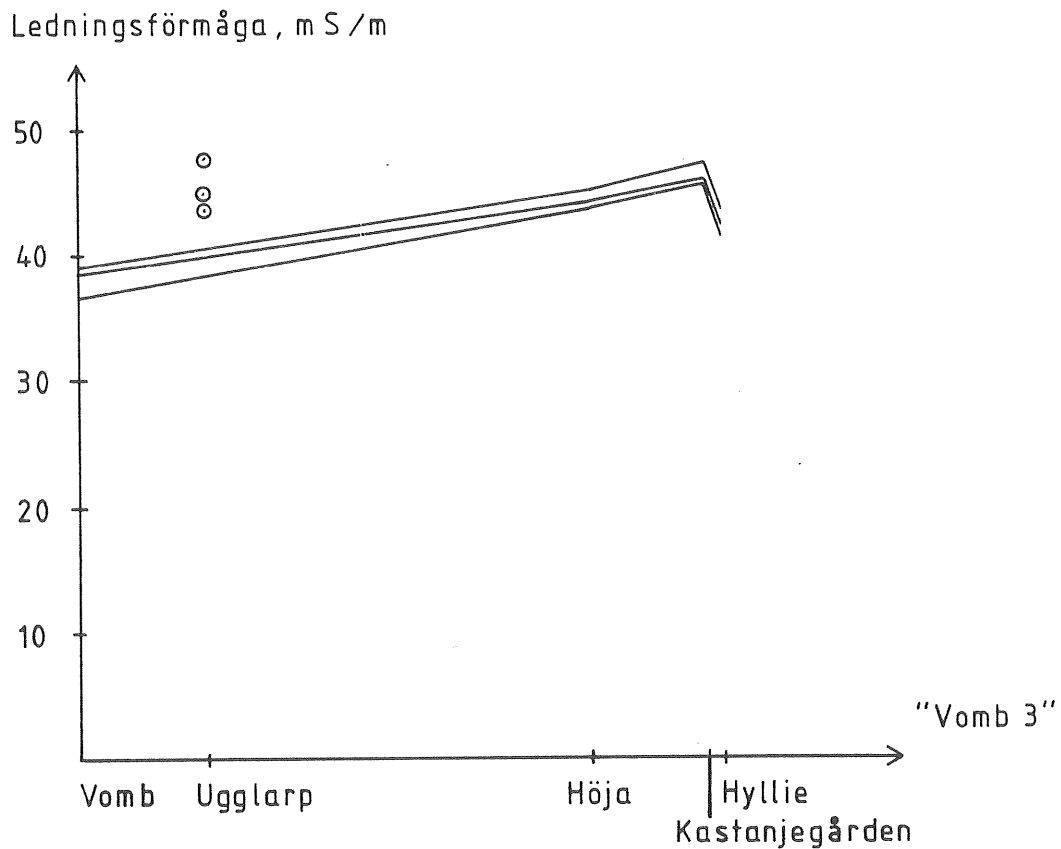


Fig 10 Ledningsförmåga (median- samt extremvärden längs Vomb 3-ledningen.

KOMMENTARER

Som väntat har ganska måttliga pH-förändringar kunnat noteras under mätperioden; den höga buffertkapaciteten motverkar ju pH-förändringar och någon påtagligt pH-förändrande kemikalie tillsätts inte under vattenbehandlingen.

De förändringar i elektrisk ledningsförmåga som noterats, fig 10, kan till helt övervägande del förklaras av förändringarna i vattentemperatur, fig 9. Ledningsförmågemätaren var nämligen inte utrustad med temperaturkompensation, utan de angivna värdena är absoluta.

Grumlighetsvärdena är ganska höga i absoluta tal, fig 5 och 6, men ansluter tämligen väl till den storlek som noterats vid vattenverken (tabell 2).

Vattentemperaturen ökar under leveranstiden på grund av värmetillskott från omgivande mark från 6,5 °C till som mest 10 °C.

Redoxpotentialvärdet sjönk från ca 400 mV (rel Ag^+/AgCl) till drygt 200 mV vad gäller huvudledningen. I den klenare ledningen till Kastanjegården ($\phi 300$, $\phi 200$) sjönk däremot redoxpotentialvärdet snabbt till ca 150 mV. Kloröverskottsproverna bekräftade inte denna skillnad mellan mätpunkterna i Hyllie och Kastanjegården - tvärtom - men det rör sig här om skillnader mellan små värden på enstaka stickprov varför dessa ej bör tillmätas alltför stort värde.

Nämnvärda skillnader i grumlighetvärdena kunde noteras vid den noggrannare upplösningen av mätningarna i Kastanjegården, fig 5. Det rör sig om 50 %-iga höjningar av "basvärdet". Viss koppling till små förändringar i pH-värde och temperatur kan spåras, men det är vanskligt att föreslå någon mekanism för detta.

I ögonenfallande är emellertid den kraftiga ändringen i temperatur och redoxpotentialvärde som vattnet undergår på den korta

sträckan mellan huvudledningen och Kastanjegården. Det är sannolikt att den klenare ledningens större specifika yta har stort inflytande.

Mätningarna i det presumtiva blandvattenområdet vid Stadshuset, fig 6, visar dels att det faktiskt rörde sig om blandning av vatten med olika härkomst, dels att det är mycket svårt att få jämn vattenkvalitet i en blandvattenzon. Den längsta horisontella linjen, d v s oförändrat parametervärde, rör sig om högst en halvtimme under det visade dygnet.

Blandningen av Vombvatten med ledningsförmåga ca 50 mS/m och Grevievatten med 70 mS/m syns väl t ex kl 19⁵⁰, när alla parametrarna rörde sig i riktning från det ena vattnet till det andra. Kurvformen är också karakteristisk.

Institutionen för VA-teknik

Publikationsserie A

Förteckning över publikationer

- 77:1 Malmqvist, P-A., Svensson, G. Atgärder mot dagvattenförorening.
- 77:2 Hedberg, T., Hanaeus, J. Om lamellsedimentering.
- 77:3 Carlsson, L. Grundvattenpåverkan genom infiltration av behandlat avloppsvatten vid Ann, Jämtlands län.
- 78:1 Malmqvist, P-A. Dagvattnets föroreningskällor.
- 81:1 Hedberg, T., Kaffehr, B. Verfahrenstechnische Abstimmung einzelner Verfahrensschritte der Trinkwasseraufbereitung im Hinblick auf neue Forderungen an die Trinkwasserqualität. I
- 81:2 Hedberg, T., Kaffehr, B., Roos, C. Verfahrenstechnische Abstimmung einzelner Verfahrensschritte der Trinkwasseraufbereitung im Hinblick auf neue Forderungen an die Trinkwasserqualität. II
- 81:3 Adamsson, J., Balmér, P., Bäckman, H., Niste, O. Sewerage in Sweden.

Publikationsserie B

Förteckning över publikationer

- 76:1 Årsrapport 1975.
- 76:2 Berg, P. Behandling av slam från vattenverk. Del 1. Litteraturstudie och teori.
- 76:3 Berg, P. Behandling av slam från vattenverk. Del 2. Undersökningar.
- 76:4 Carlsson, L., Horkeby, B. Transport, utspädning och fastläggning av föroreningar i grundvatten: Föroreningstransport i grus och sand. Experimentella studier av adsorptionsförlopp av fosfor och vissa tungmetaller.
- 76:5 Hanaeus, J. Elektrolytisk dosering vid kemisk fällning av ytvatten . Del 1: Litteraturstudie.
- 76:6 Carlsson, L., Falk, J. Urban hydrologi. Översikt av forskningsbehovet.
- 77:1 Årsrapport 1976.
- 77:2 Berg, P. Aerob stabilisering II. Undersökningar.
- 77:3 Carlsson, L. Transport, utspädning och fastläggning av föroreningar i grundvatten: Infiltration av avloppsvatten i Ånn, Jämtlands län, del 2.
- 77:4 Kaffehr, B. Utvärdering av driftsdata från kommunala avloppsverk. Bearbetning av SNV:s undersökningsmaterial 1971-1974.

- 77:5 Kaffehr, B. Studier av samband mellan BS och COD vid kommunala avloppsverk.
- 77:6 Kaffehr, B. Syreupptagningshastighetsmätningar. Genomförande och användbarhet.
- 78:1 Årsrapport 1977. (ej utgiven)
- 78:2 Hernebring, C. Flockning vid renvattenframställning - Kemisk fällning vid låg vattentemperatur.
- 79:1 Hanaeus, J. Elektrolytisk dosering vid kemisk fällning av avloppsvatten.
- 80:1 Hernebring, C. Driftstudier av vattenverk med kemisk fällning.
- 81:1 Årsrapport 1980.
- 81:2 Hanaeus, J. Kartläggning av vattenkvalitetsförändringar i distributionsnät. Göteborg 1980.
- 81:3 Avfallsgruppen vid Göteborgs Högskolor.
Berg, Per, Heitsch, Hilmar, Hultin, Torsten. Återvinning av hushållsavfall genom sortering vid källan. Del I Bakgrund och teori.
- 81:4 Avfallsgruppen vid Göteborgs Högskolor.
Berg, Per, Heitsch, Hilmar, Hultin, Torsten, Wallén, Göran. Återvinning av hushållsavfall genom sortering vid källan. Del II. Forskningsplaner.

- 81:5 Avfallsgruppen vid Göteborgs Högskolor.
Berg, Per, Heitsch, Hilmar, Hultin, Torsten, Jerkbrant, Birgitta. Återvinning av hushållsavfall genom sortering vid källan. Del III. Resultat från försöksverksamheten i Bagaregården.
- 81:6 Kaffehr, B. Industriella avloppsvattens giftverkan. Utveckling av metodik för bebömnings- och industriella avloppsvattens inverkan på kommunala reningsverk.

Publikationsserie C

Förteckning över publikationer

- 76:1 Malmquist, P-A. Dagvattenforskning i USA och Canada. Studieresa okt 1975.
- 76:2 Svensson, G. Planeringsmodeller för dagvatten.
- 77:1 Andersson, Ö., Lindvall, P. Jämförande studie av infiltrationsrör avsedda för små avloppsanläggningar.
- 78:1 Hernebring, C. Utvärdering av driftskontrolldata från GRYAAB:s regionala avloppsverk Ryaverket (Göteborg) 1974 -1976.
- 79:1 Andersson, Ö. Jämförande studie av infiltrationsrör avsedda för små avloppsanläggningar.
- 81:1 Gerenmark, B. och Jansson, C. Effektivitet hos luftningsutrustning vid avloppsreningsverk.

- 81:2 Ryberg, M. Slamproduktion vid aktivt slamprocessen med och utan försedimentering.
- 81:3 Hanaeus, J., Andersson, Ö., Hedberg, T. Vattenkvalitetsförändringar i mindre distributinsnät, Mölnlycke.
- 81:4 Hanaeus, J., Andersson, Ö., Hedberg, T. Vattenkvalitetsförändringar i mindre distributionsnät, Lerum-Floda.
- 81:5 Hanaeus, J., Andersson, Ö., Hedberg, T. Vattenkvalitetsförändringar i mindre distributionsnät, Landvetter.
- 81:6 Hanaeus, J., Andersson, Ö., Hedberg, T. Vattenkvalitetsförändringar i mindre distributionsnät, Kungälv.
- 81:7 Abrahamsson, Hans och Spetz, Per-Hugo. Utvärdering av riktlinjer för dimensionering av sedimenteringsbassänger för aktivt slam.

INSTITUTIONENS NYA PUBLIKATIONS- OCH INTERNSKRIFTSSERIE 1982

Publikationsserien

- Nr 1 Årsrapport 1981.
- Nr 2 Hedberg, T., Liljenzin, J.O., Fridemo, L., Sjölander, B.
Sätt att minska radonhalten i dricksvatten.
- Nr 3 Andersson, Ö., Hanaeus, J., Hedberg, T. Kartläggning av
vattenkvalitetsförändringar i distributionsnät,
Stockholm 1981.
- Nr 4 Sjölander, B., Hanaeus, J., Hedberg, T. Kartläggning
av vattenkvalitetsförändringar i distributionsnät,
Malmö 1980.

