



Svenska
Kommunal-Tekniska Föreningens
1930 HANDLINGAR Nr 11

MODERNA METODER FÖR RENING
AV VATTENLEDNINGSVATTEN
MEDELST KLOR.

FÖREDRAG AV CIVILINGENJÖR *JOHN BERGSTRÖM* VID S. K. T. F:s
ÅRSMÖTE I STOCKHOLM 1930.

Vid Kommunal-Tekniska Föreningens årsmöte i Stockholm år 1917 hade jag tillfälle att i ett föredrag framlägga några synpunkter beträffande olika metoder för rening av vattenledningsvatten och omnämnde därvid även användningen av klor som steriliseringsmedel. Vid den tiden kommo till användning huvudsakligen hypokloriter och så gott som uteslutande lösning av klorkalk. Jag framhöll då, att erfarenheten påtagligen visat, att en tillförlitlig deklorering vore lika viktig som en fullständig sterilisering, och att dessa båda faktorer kunde anses vara oskiljaktiga. På grund av den stora olägenhet, som användningen av klorkalk medförde, hade man emellertid vid samma tid i Amerika börjat använda komprimerad klorgas, och var det att förvänta, att här förelåg en möjlighet att bringa användningen av klor i ett helt nytt läge och att göra klorenera mera lätthanterlig och användbar. Under den relativt korta tid, som sedan dess förflutit, har utvecklingen inom en del av kommunal-tekniken, som omsluter reningen av vattenledningsvatten, gått avsevärt framåt.

En drivande kraft härvid har otvivelaktigt varit den stegrade vattenförbrukningen under de senare åren, något som flertalet större samhällen haft kännning av. Därtill komma de hygieniska kraven, att det vatten, som till-

handahålles för hushållsändamål, skall ur alla synpunkter vara av tillfredsställande beskaffenhet, först och främst absolut fritt från sjukdomsalstrande föroreningar, men icke blott detta, det skall även vara klart och färglöst, utan lukt och smak. Lämplig temperatur är även önskvärd. Svårast blir det att fylla dessa krav för den ansvarige vattenledningsteknikern i de samhällen, där vattentäkten utgöres av ytvatten från floder, åar eller sjöar.

I fråga om stor vattenförbrukning synes alltjämt såsom tidigare Amerika vara främst, och torde vara av intresse att nämna några siffror därifrån. Medeltalet för ett stort antal städer uppgavs sålunda för några år sedan utgöra c:a 375 l. pr person och dygn, och det torde icke förhålla sig annorlunda nu. Häri ingå även, vad man skulle kunna kalla en normal mängd industrivatten. Detta var vintertiden och framhålles särskilt, att vattning av planteringar samtidigt icke förekommit.

Hushållsförbrukningen beräknas allt efter bostadsstandarderna uppgå till 120 à 180 liter. Som extrema förbrukningar kunna nämnas

Chicago	med	1,039	liter	pr	person	o.	dygn
Buffalo	„	805	„	„	„	„	„
Philadelphia	„	635	„	„	„	„	„
New York	„	495	„	„	„	„	„

I Stockholm har vattenförbrukningen stegrats avsevärt och har medelförbrukningen under innevarande år hittills uppgått till c:a 175 liter och maximiförbrukningen till c:a 250 liter pr person och dygn. Anledningen till vattenförbrukningens stegring är som bekant de förändrade bostadsförhållandena, vilka medfört en stark ökning av antalet småvåningar utrustade med vattenbekvämligheter såsom badrum, varmvatten etc. i en utsträckning, som man blott för några år sedan icke kunnat tänka sig. Allmänt är ju uppfattningen den, att vattenförbrukningen kommer att stiga ännu ytterligare, och finnas i Tyskland auktoriteter inom vattenledningsområdet, vilka tro, att man har att emotse en förbrukning av ända upp till 1,000 liter pr person och dygn. Detta torde väl dock få anses vara något överdrivet, men får samhällsutvecklin-

gen i socialt hänseende fortgå som hittills, utan några allvarligare störningar, ha vi nog att emotse medeltals-siffror jämförliga med de nyss nämnda i Amerika förekommande.

Med den växande förbrukningen ökas även svårigheten att på ett tillfredsställande sätt tillgodose densamma, och att under alla förhållanden tillhandahålla ett ur alla synpunkter för hushållsändamål fullt tillfredsställande konsumtionsvatten. Bäst är ju om ett oklanderligt grundvatten är att tillgå, men är tyvärr förekomsten härav i vårt land rätt begränsad, och äro vi ifråga om den större vattenförbrukningen så gott som alltid hänvisade till ytvatten. Enligt Föreningens statistiska uppgifter utgjorde sammanlagda årsförbrukningen år 1929 i 99 städer i runt tal 100,500,000 kbm, härav var ytvatten c:a 69,800,000 eller omkring 70 %. Med städernas och samhällenas tillväxt följer även i de flesta fall en förorening av förekommande ytvatten, och under vissa förhållanden kan detta även gälla grundvattentäkterna. Man kan sålunda bliva hänvisad till att använda ett råvatten, som ställer stora krav på reningsanordningarna, för att en produkt skall erhållas, som är fullt tillfredsställande och så beskaffad, att den ansvarige med gott samvete kan överlämna den till förbrukarne.

Dessa förhållanden hava givit anledningen till ett intensivt arbete att finna tillförlitliga reningsmetoder, som till sina verkningar äro sådana, att även av ett misstänkt eller rent av dåligt råvatten slutligen kan erhållas ett vatten, som motsvarar särskilt de hygieniska kraven på ett rent och ur alla synpunkter tillfredsställande vatten. Har man kommit så långt, faller därmed även den förutfattade meningen, att ett grundvatten — givetvis ett sådant, som icke kan förorenas — är under alla förhållanden att föredraga. Vill blott erinra om den hos grundvatten ofta förekommande olägenheten med hårdheten eller järnhalten, den senare dock vanligen lättare att befria sig från än den förra.

Önskemålet är att komma fram till sådana reningsmöjligheter, att icke *ursprunget*, givetvis med viss reser-

vation, men väl *beskaffenheten* och *renheten* hos det *distribuerade* vattnet skall vara det utslagsgivande.

Tidigare har man ifråga om ytvattenrening så gott som uteslutande varit hänvisad till långsamfiltrering genom sand, särskilt när det varit fråga om relativt stora vattenmängder. Enligt lång tids erfarenhet lämnar en sådan anläggning rätt skött intill en viss gräns av förorening i råvattnet ett fullt tillfredsställande hygieniskt resultat, men på denna väg kan man icke få bort störande färg, och förmå sandfiltren endast i ringa grad kvarhålla kolloidala föroreningar. Icke heller borttaga sandfiltren alltid lukt hos vattnet, och det förekommer även att illaluktande gaser kunna bildas i filterbädden, så att ett råvatten, som vid inträdet i filtren är luktfritt eller endast svagt luktande, efter filtreringen befinnes vara starkt illaluktande, beroende på att hos ett mindre rent råvatten vanligen vid högre temperatur luftsyrehalten i hög grad avtager, och det återstående syret sedan förtäres i sandbädden, så att det t. o. m. helt och hållet kan saknas enligt de mycket omfattande undersökningar av detta fenomen, som utförts av Professor Sondén. Vattnet erhåller då både dålig lukt och smak, ett förhållande, som man särskilt vid Stockholms vattenledningsverks numera nedlagda äldre filteranläggning varit i tillfälle att erfara. Samtidigt äger även en synnerligen stark bakterieutveckling rum i filterbädden. Några direkt hygieniska olägenheter av vattnets användande ha dock icke kunnat påvisas vid dylika tillfällen. En olägenhet med långsamfiltreringen är även de stora utrymmen, som dylika anläggningar kräva och därigenom uppkommande svårigheter att övervaka driften.

I slutet av förra århundradet eller något tidigare började man i Amerika, där vattenledningsproblemen ofta voro och även fortfarande äro synnerligen svåra att lösa på grund av mindre tillfredsställande råvattenförhållanden, att övergå till kemisk behandling av vattnet, d. v. s. fällning, vanligen med aluminiumsulfat och efterföljande snabbfiltrering. Denna metod lämnade visserligen i de flesta fall ett till utseendet gott resultat, som dock ur hygienisk synpunkt ej alltid var fullt tillfredsställande.

Detta framgick bl. a. därav, att antalet tyfoïdfall och andra på tarminfektion beroende sjukdomar visserligen minskades men dock fortfarande var för högt och i många fall kunde bevisas vara förorsakade av ett ej fullt nöjaktigt renat vattenledningsvatten. Det behövdes ytterligare ett led i reningsförfarandet och låg då närmast till hands att på något sätt sterilisera det renade vattnet.

Det har varit känt, att klor äger en kraftigt steriliserande verkan, och har det gällt att få kloren i en för ändamålet lämplig och användbar form. Såsom förut nämnts kommo till att börja med hypokloriter, vanligen klorkalk i lösning till användning. Därmed var man på god väg att finna ett billigt och användbart steriliseringsmedel, men det visade sig snart, att mycket i tillvägagångssättet återstod att förbättra. Klorering av vattenledningsvatten på detta sätt kom emellertid i mycket stor utsträckning till användning i Amerika, men olägenheterna uteblevo icke. Dels tål klor i denna form icke någon längre tids förvaring, varför lösningens eller klorhaltens halt av verksam klor måste noga kontrolleras. Härtill kommer att hypokloriterna lätt föranleda lukt och smak hos vattnet, förutom den lukt och smak som klor även i annan form kan giva anledning till.

Sedan numera *flytande klor* blivit tillgänglig, har man på ett betydligt lättare sätt kunnat handhava kloren och utnyttja dess steriliserande egenskaper. Den flytande kloren utgöres som bekant av klorgas, som genom kompression överförts i flytande form, och till den lyckliga lösningen av problemet har bidragit klorgasens egenskaper att i torrt tillstånd icke angripa den för förvaringen och avledandet erforderliga materielen; sålunda angripes icke järn, så att flytande klor kan försändas och under obegränsad tid förvaras i stålflaskor, varvid varken dessa angripas, eller kloren i motsats till klorkalk eller klorkalklösning sönderdelas under lagringen eller förlorar i effektivitet. Snart funnos även tillgängliga doseringsapparater av olika slag, och torde här i landet endast två olika typer förekomma, nämligen d:r Ornsteins och Wallace & Tjernans. Medels dessa apparater tillföres klorgas i viss bestämbar mängd ett med vatten fyllt absorb-

tionskärl eller en tryckledning, varifrån sedan klorvatten avledes till det i förväg renade vattnet, som skall steriliseras.

Full klarhet föreligger icke, hur den steriliserande verkan uppkommer, men känt är, att om klorgas inledes i vanligt rent destillerat vatten, erhålles underklorstyrighet och saltsyra. Alla klorens syreföreningar, en sådan är ju underklorstyrigheten, äro mycket obeständiga och avgiva lätt syre, så att ur underklorstyrigheten frigöres syre, som troligen, liksom då ozon användes, är den steriliserande faktorn, en oxidering alltså. I viss mån torde väl även klorean medföra en direkt giftverkan på bakterierna. Vid klorering av vatten av normal beskaffenhet och vid användandet av små klormängder, omsätter sig inom kort saltsyran med de i vattnet vanligen i erforderligt överskott befintliga alkalierna till neutrala klorosalter.

Man särskiljer för närvarande fyra olika förfaringssätt vid klorean användning, nämligen:

- 1) Enkel klorering
- 2) Dubbel klorering
- 3) Överklorering
- 4) Högklorering (Hohechlorung)

1) *Den enkla kloreringen* är det enda användningsätt klorean hittills fått i vårt land, så vitt jag har mig bekant. Klorean användes här som en säkerhetsfaktor i samband med snabbfiltrering med eller utan kombination med fällning eller efter långsamfiltrering och tillsättes det renade vattnet. Det förekommer även ett fall, där grundvatten kloreras, som säkerhet mot förorening genom inträngande sjövattnet. Full säkerhet för att under alla förhållanden erforderlig sterilisering erhålles, vinnes dock icke på detta sätt.

I vattnet finnes så gott som alltid klorförtärande substanser, och måste så mycket klor tillsättas, att alltid det för bakteriedödandet erforderliga överskottet finnes tillgängligt. Då ett ytvattens beskaffenhet i de flesta fall varierar med årstiderna eller efter nederbörd och därtill kommer, att klorförtäringen även är avhängig av

temperaturen, vilket senare förhållande även inverkar på den bakteriedödande egenskapen, inses lätt, att en svårighet måste ligga i att vid varje tillfälle kunna rätt avpassa den erforderliga klorquantiteten. Doseringen kan lätt bli för liten eller för stor, i förra fallet föreligger den rent hygieniska risken, i senare fallet riskerar man olägenheten av klorsmak eller andra obehag, vartill en för stor klormängd kan föranleda. Vid enkel klorering kan i regel ej tillsättas mera än 0.3 högst 0.6 gr. klor pr kbm vatten.

Det ligger nära till hands, att den för driften ansvarige för att undvika obehagen av för stor klortillsats tillsätter för litet, och blir ju då den avsedda säkerheten illusorisk. Vilka svårigheter och risker, som i ogynnsamma fall verkligen föreligga, framgår av att trots klorering epidemier uppkommit, och må som exempel nämnas Hannover och Lyon; i båda dessa städer var antalet sjukdomsfall och särskilt i den förstnämnda staden även antalet dödsfall stort. I litteraturen finnes gott om fall, då en ej rätt skött klorering föranlett uppkomsten av vattenepidemier.

I samband med den enkla kloreringen torde böra nämnas de försök, som gjorts att vid långsamfiltrering klorera råvattnet före filtreringen. Det har uppgivits, att man genom klorems förmåga att förstöra plankton vunnit, att filtren ej så fort igensätts, så att perioderna mellan filterrensningarna kunnat avsevärt förlängas. En bakteriereduktion uppkommer även samtidigt. Försök härmed har gjorts vid Stockholms vattenledningsverk vid Norsborg, men med negativt resultat. Resultatet på andra håll synas ha varit växlande, så att detta förfaringssätt har ej vunnit någon allmänare användning, så vitt jag har mig bekant. I Göteborg kloreras före filtreringen huvudsakligen för att minska bakteriehalten.

2) *Dubbelklorering* innebär att klor tillsätts såväl före som efter filtreringen. Då det i regel är fråga om ytvatten, förutsättes, att snabbfiltrering eller långsamfiltrering förekommer. Före filtreringen tillsättes vid dubbelklorering ej mer än som förtäres av råvattnet, så att det filtrerade vattnet icke innehåller någon fri klor. Se-

dan kloreras på nytt det filtrerade vattnet på samma sätt som vid enkel klorering. Vid den första kloreringen brukar i allmänhet klortillsättningen vara 1.0 à 1.5 gr. pr kbm.

I båda dessa fall, d. v. s. vid enkelkloreringen och dubbelkloreringen, är av största vikt att icke för mycket tillsättes, så att överskottet av fri klor, d. v. s. underkloresyrlighet, i det renade vattnet ej blir för stort, varigenom inverkan på vattnets smak uppkommer. Men det är ej endast den därav framkallade olägenheten, man har att befara. Även om överskottet av klor ej är större, än vad som kan anses normalt, kunna klorföreningar uppkomma, som giva det renade vattnet en mycket obehaglig smak och lukt. Detta gör sig särskilt gällande, om fenol förekommer, och föranleder klorfenolen smak av jodoform eller apotek, och har jag vid ett besök i Hamburg för några år sedan varit i tillfälle att erfara detta. I nämnda stad klorerades nämligen vid den tiden såväl före som efter långsamfiltreringen, d. v. s. dubbelklorerades. Vid ett besök hos stadens vattenledningschef nämnde jag, att vattnet hade haft en obehaglig smak av sjukhus, "säg åtminstone apotek", var hans replik. En liknande smak kan även förorsakas genom klorens inverkan på åtskilliga andra i råvattnet förekommande substanser, bl. a. av döda alger och diatomaceer.

Litteraturen har att uppvisa en mängd dylika fall, och har detta förhållande varit föremål för mycket omfattande och långvariga undersökningar. Så små mängder av dessa klorföreningar, särskilt av klorfenolen, som 1:20 à 1:500 miljoner göra sig tillräckligt obehagligt märkbara och verka direkt störande vid tillagningen av vissa näringsmedel och maträtter. Lyckligtvis är obehaget ofarligt och oftast kortvarigt.

3) För att i någon mån undanröja risken av för liten klortillsättning och faran för ofullständig sterilisering har den s. k. *överkloreringen* tillgripits.

Därvid tillsättes klor i sådan mängd, att överskott finnes i det avgående filtratet. Det befintliga överskottet av klor bindes genom tillsättning av kaliumpermanganat, natriumthiosulfat, svavelsyrlighet eller dylikt. På detta

sätt erhålles en deklorering, varvid även efter vad som uppgives, de förutnämnda dålig smak och lukt förorsakande klorföreningarna neutraliseras.

Den sålunda nödvändiga dubbla doseringen (klor och antiklor) medför emellertid en hel del olägenheter och påfordrar exakt fortlöpande kontroll, då det är av största vikt att förhållandet mellan de tillsatta mängderna av klor och t. ex. svavelsyrlighet alltid blir detsamma, varför denna metod icke fått någon allmännare användning i praktiken. Både thiosulfatet och svavelsyrlighet uppgivas åstadkomma svavelföreningar av aggressiv beskaffenhet. Enligt kemisterna verkar tillsättningen av t. ex. svavelsyrlighet så, att ännu i det avgående filtratet befintlig underklorsyrlighet av svavelsyrligheten bringas att sönderfalla, så att klorvätesyra och svavelsyra bli slutprodukterna. Förekommer dessutom klorfenol, sönderdelas denna av svavelsyrligheten, så att svavlet binder fenolen, och klorvätesyra uppkommer. Detta är den sannolika slutreaktionen, men huru man kommer dit, förefaller det som om kemisterna ej voro fullt eniga om. Den enda stad, som genomfört deklorering med svavelsyrlighet är Toronto i Amerika. Uppgifterna om efterverkningarna därstädes äro mycket olika.

Emellertid arbetas fortfarande på att erhålla en tillförlitlig metod för doseringen och lyckas detta, skulle en dekloreringsmöjlighet erhållas, som bleve lika billig som kloreringen. Som dekloreringsmedel användes även aktiverat kol, t. ex. i Candy-filtren, och återkommer jag senare till användningen av kol som dekloreringsmedel. Kaliumpermanganat användes vid något av Londons vattenledningsverk, men har den nackdelen, att mangan utfälles i rörnätet, och mangan i vattenledningsvattnet är som bekant avsevärt obehagligare än järn eller rost.

Tillsättning av ammoniak har på senare tid kommit till användning för att borttaga klorlukten vid stark klorering. Under vissa förhållanden — vattnet får icke vara för fattigt på organiska beståndsdelar, enligt vad som uppgives — erhålles en förstärkt steriliseringsförmåga genom det uppkommande kloraminet. Man lär dock icke på denna väg alltid kunna räkna med att klorfeno-

lerna förstöras, så att om även lukten avlägsnas kvarstår dock den obehagliga smaken. För t. ex. badinrättningar, där vattnets smak icke har någon betydelse, men väl klorlukten kan vara till obehag — dock synes uppfattningen härom vara rätt olika, för min egen del finner jag klorlukten obehaglig — är ammoniaktillsättningen påtagligen av betydelse. För vattenledningsändamål i övrigt har förfaringssättet ännu icke, så vitt jag vet, fått någon användning.

En deklorering genom tillsättning av kemikalier måste anses vara mindre tilltalande, om man betänker, vilka omständliga procedurer, som erfordras, och vilken omfattande och noggrann kontroll, som måste förutsättas för att icke upprepade olägenheter skola uppkomma.

Vid kemisk rening ordnad på detta sätt tillsättes sålunda först klor, fällningsmedel och kanske kalk. Så kloreras igen och dekloreras med t. ex. svavelsyrlighet och tillsättes återigen kalk. Det måste vara ett önskemål, att dels inskränka tillsättningsämnenas antal så mycket som möjligt, dels även att finna ett förfaringssätt, som ur kontrollsynpunkt blir så lättskött som möjligt. Detta är vad

4) *Högloreringen* söker att åstadkomma.

Vid den förut omnämnda dubbelkloreringen eller överkloreringen har man funnit, att då förfaringssätten användas i samband med rening av vatten medels fällning och snabbfiltrering, ernås, om kloren tillsättes samtidigt med fällningsmedlet i de flesta fall en besparing av fällningsmedel genom att klortillsättningen påskyndar fällningen och förkortar fällningstiden. Det har även befunnits, att om klor tillsättes i tillräcklig mängd, vinner man icke blott detta, utan även att de organiska substanserna i vattnet förstöras, vilket även är en nödvändighet, om man vill erhålla den fullständigast möjliga reningen av vattnet.

Dessa förhållanden äro grundläggande för högloreringsförfarandet. Man tillsätter sålunda så mycket klor, att vattnets organiska substanser och föroreningar, givetvis även bakterieföroreningar, med säkerhet förstöras, men därtill åtgår så mycket klor, att vattnet ännu efter filtreringen har en klorkoncentration, som är så hög, att

den visserligen är säkert bakteriedödande men gör vatt-
net oanvändbart till hushållsändamål. En tillförlitlig de-
kloreringen är därefter obetingat nödvändig, och vid det
förfaringssätt, som utarbetats av bröderna, doktorerna
Adler vid deras laboratorium i Karlsbad, har aktiverat
kol kommit till användning för dekloreringen.

Den erforderliga klormängden är emellertid så stor,
sammanlagt 3 à 3.5 gr. pr kbm, att om den tillsättes sam-
tidigt med fällningsmedlet, skulle den på ett mycket stö-
rande sätt göra sig gällande genom stark klorlukts särskilt
i en övertäckt fällningsbassäng. Av denna anledning upp-
delar man fällningsbassängen i två delar, av vilka den
ena helt avskiljes och överbygges, och tager den första
klortillsättningen ej större än att den till huvudsaklig
del förtäres, så att återstoden vid inträdet i den andra
avskiljda och överbyggda delen icke uppgår till mer än
0.2 högst 0.1 gr. pr kbm. Vid vattnets inträde i denna
del tillsättes återstoden av den erforderliga klormäng-
den. Storleksförhållandet mellan de båda bassängerna
har visat sig lämpligast vara sådan, att genomrinnings-
tiden förhåller sig som 4: 1.

För fällningen beräknas en tid av 2.5 till 3 timmar och
för efterkloreringen c:a 30 minuter vara erforderliga.

Då vattnet sålunda avrinner till flitren, har det ännu
en klorkoncentration, som förhindrar varje tillväxt av
bakterier i filterbädden i motsats till vad förhållandet är
vid övriga förutnämnda förfaranden. Steriliseringspro-
cessen fortgår sålunda ännu under filtreringen. Likale-
des förstöres i filtren möjligen kvarvarande koloider och
andra substanser, varav resterna kvarbliva i filtren till
nästkommade spolning.

Enligt uppgift kan man filtrera med en avsevärt större
filterhastighet än annars anses böra förekomma — så-
lunda uppgives filterhastigheten ligga mellan 7 och 20
m. pr timme. Den stora filterhastigheten anses även vara
behövlig för att möjligen förekommande hopbakade klum-
par av fällningsmaterialet eller dylikt skola rivas sönder
av sanden. Även filtren måste på grund av den höga
klorhalten överbyggas.

När vattnet lämnar högkloreringsfiltren, skall det ännu

ha en klor-koncentration av c:a 0.5 gr., som väl får överskridas men icke nedgå under 0.3 gr., för att steriliseringen skall vara säkerställd. Kommer så den sista fasen i denna kloreringsmetod, nämligen dekloreringen, vilken åstadkommes genom att låta vattnet passera ett filter med aktiverat kol. Detta kol utgöres av granulerat på särskilt sätt preparerat träkol, som antingen glödgas med kaliumkarbonat eller klorzink, eller också ledes en luftström eller ånga över glödande kol. Framställningssättet är för ifrågavarande ändamål likgiltigt. Kornstorleken är 3—5 mm.

På grund av sin starkt absorberande förmåga har som bekant kol sedan länge använts inom vissa kemiska industrier såsom avfärgnings- eller klarningsmedel. Denna kolets absorptionsförmåga är det, som nu vid dekloreringen utnyttjas. Förloppet antages vara i huvudsak följande.

Det renade vattnet, som i möjligaste mån blivit befriat från suspensa och huvudsakligen skall befrias från den fria kloren eller underklor-syrligheten, ledes genom kolfiltret, varvid kolet absorberar den fria kloren, som omvandlas i klorioner, klorvätesyra och kolsyra, som avgivas. En viss ringa mängd kol förtäres därvid. Möjligen förekommande klorföreningar såsom den förut omnämnda klorfenolen och andra störande klorföreningar absorberas förmodligen, i varje fall förekomma de icke i det från ett rätt skött och rätt avpassat kolfilter avrinande vattnet.

Beträffande kolfiltrens anordning så beräknas ett djup hos kollagret av c:a 2 m. vara erforderlig. Härav utgöra 25 à 30 cm. ett säkerhetsskikt. Filtermotståndet uppgives vara i början 0.75 m. och uppgå till 1.0 m. Filterhastigheten är mycket stor, 30 à 50 m. pr timme.

Genom provtagningsställen på olika höjder kan man följa effektiviteten hos filtret och bestämma den tidpunkt, när dess dekloreringsförmåga minskats i så hög grad, att en regenerering är erforderlig. Hur väl vattnet än må vara fällt, klorerat och filtrerat medfölja dock alltid några olösta beståndsdelar, som avsätta sig på kolpartiklarnas yta och minska absorptionsförmågan. Hit hör icke fullt förstörda koloider och möjligen även något alumi-

niumhydrat. När det visar sig, att klor kan nedtränga ända till säkerhetsskiktet, måste filtret urkopplas och regenerering äga rum, och kolet befrias från förefintlig beläggning. Detta sker bäst genom kraftig spolning med vatten, tillsatt med alkali såsom soda, för att lösa särskilt koloiderna och liknande föroreningar. För att säkerhet skall erhållas för att kolet efter regenereringen är sterilt i erforderlig grad, fyller man efter avslutad spolning filtret med en klorcalciumlösning, som sedermera utsköljes med sterilt vatten. Denna regenerering beräknas under normala förhållanden behöva äga rum en gång månatligen och tager en tid av c:a 3 timmar.

Med hänsyn till att den starka klorkoncentrationen gör vattnet mycket aggressivt, måste alla delar, som komma i beröring med det högklorerade vattnet innan det passerat kolfiltren utföras av syrefast natrium.

Det vatten, som lämnar kolfiltren, är vanligen surt genom den frigjorda kolsyran och klorvätesyran. Ph-värdet kommer nog i de flesta fall att hålla sig omkring 6 eller 6.5, varför tillsättning av kalk för neutralisering och Ph-värdets höjande blir nödvändig. Detta är i regel även behöfligt vid de övriga förfaringssätten.

Högkloreringsförfarandet har först helt nyligen lämnat försöksstadiet och börjat tillämpas i praktiken. Sålunda har i Aussig i Böhmen ett verk varit igång snart ett år. Här bearbetas ett tidtals mycket starkt förorenat vatten. I Stuttgart bygges en erforderlig utvidgning efter detta system fullt genomfört. Här har föreskrivits bl. a. att colibakterien ej får kunna påvisas i 300 cem. och att bakteriehalten i övrigt får uppgå till högst 5 kolonier 22° pr kbcm. I Ludvigshafen har även utförts en anläggning.

Det är ej annat att förvänta, än att resultatet skall bli tillfredsställande. Säkerligen kommer det att visa sig efter någon tids erfarenhet vid den praktiska tillämpningen, att ändringar eller förbättringar i något avseende kunna bli nödvändiga. Den utvidgning av Stockholms vattenledningsverk, som för närvarande är under arbete, är så planerad, att en övergång till högklorering möjliggöres, om systemet visar sig hålla, vad det lovar.

Förfaringssättet är patenterat, och är det förvånande, att detta varit möjligt, då egentligen intet nytt förekommer, men det lär vara kombinationen med kolfilter och sättet för dessas regenerering, varpå patent beviljats. Det har även uppgivits, att användningen av aktiverat kol för kontinuerlig deklorering fått patenteras. Vid tillämpningen måste sålunda en licensavgift erläggas. Så vitt nu låter sig bedömas torde högkloreringen bliva åtminstone den närmast överskådliga framtidens reningsmetod för erhållande av ett fullgott vattenledningvatten, särskilt då man är hänvisad till ytvatten som vattentäkt. Metoden är även användbar för borttagandet av mangan och järn.

Med det anförda vill jag icke hava sagt, att man icke genom de övriga hittills använda metoderna i regel har möjlighet att erhålla ur hygienisk synpunkt tillfredsställande resultat, det framgår bäst av den oerhört stora användning kloren erhållit som steriliseringsmedel för vattenledningvatten, och de goda resultat, som uppnåtts, med avseende på minskningen av antalet fall av tyfoidal sjukdomar. Utan tvivel är det möjligt att så inrätta övervakningen och kontrollen, att man i regel befinner sig på den säkra sidan. Men en fortlöpande efter vattnets beskaffenhet variabel dosering medför rätt stora besvärligheter, då många felkällor finnas, som kräva en noggrann övervakning. En god hjälp vid driftkontrollen med avseende på kloren har man i den Blockska apparaten. Denna utgöres av tre på en gemensam marmorplatta eller dylikt monterade glaskärl, till vilka medels en mindre pump klorerat vatten uppföras. I de båda yttersta kärnen tillsätts lämpliga för fri klor känsliga reagenser i avmätta mängder. Lämpliga kemikalier äro lösningar av benzidin och jodstärkelse, som båda giva blå färg med fri klor. Vid riktig dosering skall man erhålla en tydlig blå färg med benzidin, men ingen eller obetydlig med jodstärkelse. Giva båda reagenserna tydligt utslag, är doseringen för stor, erhålles ingen reaktion, är den för liten.