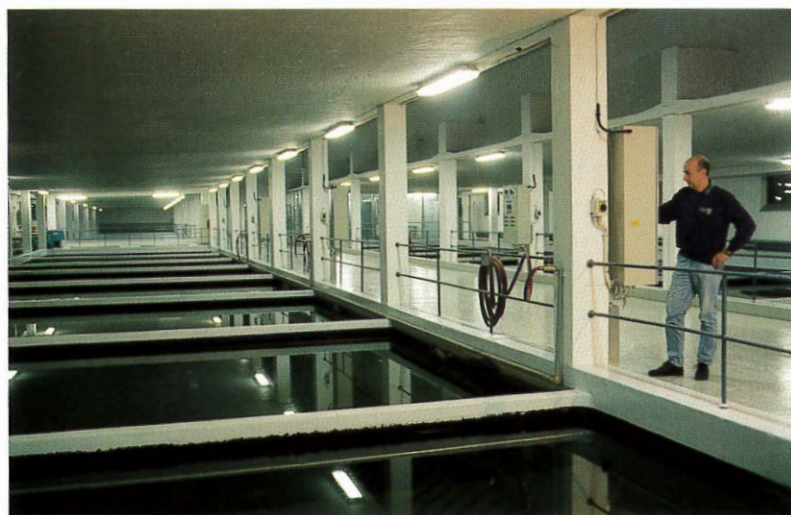


Driftinstruktioner för vattenverk

PUBLIKATION

VAV P85 ● FEB 2001



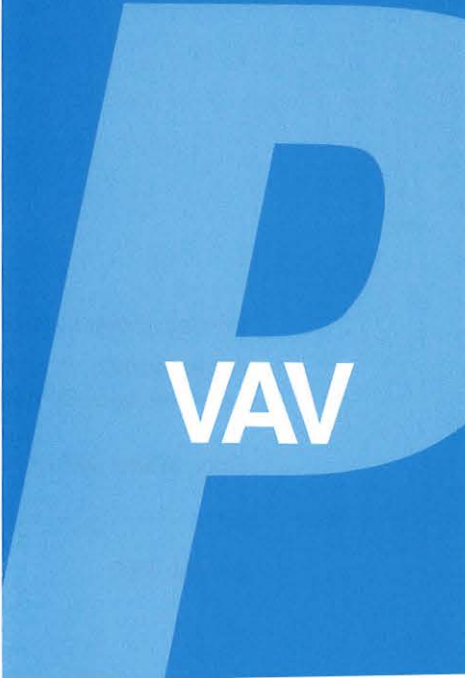
VAV

Driftinstruktioner för vattenverk

PUBLIKATION

VAV P85 ● FEB 2001

VAV AB
Box 47607, 117 94 Stockholm, tel 08-506 002 00



VAV

Omslagsbilderna föreställer:

Helge Nyström, Piteå kommun kontrollerar med hjälp av datorn driftförhållanden (överst) och besiktigar flockbildningen varvid en lampa är nedsänkt i bassängen. Olle Svedberg, Lovö vattenverk vid snabbfilterbassängen (nederst).

Foto: Mikael Ullén och Thomas Henrikson/Orange AB

Förord

I dag ställs ett antal krav på vattenkvalitet och driftsäkerhet i lagar, förordningar och kungörelser. Samtidigt är kraven höga på kostnadseffektivitet i vattenverk och ledningsnät. På många håll diskuteras kvalitetssäkring som ett kostnadseffektivt verktyg för att höja driftsäkerhet och kvalitet. Kvalitetsarbetet gör att man får bättre överblick över verksamheten och skapar fasta rutiner ("ordning och reda"), system för felkorrigeringar m m. I det här arbetet spelar dokumentationen av anläggningar och arbetsrutiner en viktig roll.

I dricksvattenkungörelsen finns sedan 1990 krav på beskrivningar av och driftinstruktioner för kommunernas vattenverk. Fortfarande saknas dokumentation för vissa vattenverk, medan andra instruktioner och beskrivningar behöver revideras. Dessutom finns en uppenbar risk att man går miste om värdefull drifterfarenhet när nästan hälften av kommunernas driftpersonal går i pension under det närmaste decenniet.

I den här VAV-publikationen finns förslag på hur man kan upprätta beskrivningar och driftinstruktioner. Publikationen ger råd för dokumentationen.

Det grundläggande arbetet med råden har utförts av Mats Runeson hos Mark & Vatten Ingenjörerna AB. Han har som diskussionspartner haft *Sjuhäradsbygdens dricksvattengrupp* samt en referensgrupp bestående av Thomas Blomlöf och Sven Ahlgren, Uppsala kommun, Anna Blomlöf, Tierps kommun, Lasse Thureson, Dricksvattenkonsult, Hägersten, Sven Olausson och Ingvar Pettersson, Karlskrona kommun, Lars Mårtensson, Kjessler & Mannerstråle AB, Göran Johansson, Osby kommun, Anders Claesson, Sotenäs kommun, Olof Bergstedt, Göteborgs VA-verk, Kenneth Eriksson, Piteå kommun, Per Ericsson, Norrvatten, Lars Wennerstål och Torbjörn Ahlgren, Växjö kommun, Per Svedin, Yrkesinspektionen i Växjö, Hans Åke Hansen, ÖCB, Tomas Johansson, Värnamo kommun samt Jan-Åke Ledel, Mark & Vatten Ingenjörerna AB. Gullvy Hedenberg, VAV och Lasse Thureson har gjort den slutliga bearbetningen.

Stockholm i februari 2001
VAV AB

Innehåll

1. Bakgrund	6
"Mail" för driftinstruktioner	6
2. Därför behövs dokumentationen	7
Dricksvattenkungörelsen	7
Miljöbalken	7
3. Vem ska använda dokumentationen?	8
Tidig varning	8
4. Dokumentationens omfattning	9
Ingen lärobok	9
Vad behöver göras?	9
Förslag till uppdelning	10
5. Checklista för dokumentation	11
A. Beskrivningsdel	11
1. Gemensamt för kommunens alla vattenverk	11
2. Vattentäkt och reservvattentäkt	11
3. Vattenverket	12
4. Kontroll och tillsyn	13
B. Driftinstruktionsdel	14
6. Exempel på utformning av processavsnitt	16
Exempel 1: Natriumhydroxid (lut)	
– en utförlig beskrivning	16
A. Beskrivningsdel	16
B. Driftinstruktionsdel	18

Exempel 2: Filtersteg med alkalisk massa	
– en enkel driftinstruktion	20
A. Beskrivningsdel	20
B. Instruktionsdel	20

Exempel 3: Filtrering genom sandfilter	
– en enkel driftinstruktion	21

Exempel 4: Kemikaliebeskrivning	
– kalk	22
Exemplet kalk	22

Exempel 5: Dokumentation Lyckeby	
Vattenverk, Karlskrona kommun	24
Innehållsförteckning	24

7. Anpassning till kvalitetssäkringssystem	25
---	----

8. Rutiner för ajourhållning av instruktionen	26
--	----

9. Tillgänglighet till dokumentationen	27
---	----

10. Tips vid arbetet med driftinstruktionen	28
--	----

11. Litteraturförteckning	29
--	----

Bilaga	30
---------------------	----

1. Bakgrund

I Sverige finns ca 2 100 kommunala vattenverk som tillsammans försörjer ca 8 miljoner personer med dricksvatten. I 8§ i dricksvattenkungörelsen (SLV FS 1993:35) ställs det krav på att det ska finnas en beskrivning och en driftinstruktion för alla allmänna vattenverk samt för förordnandeanläggningar. Den kommunala nämnden kan bestämma att kravet kan utgå för förordnandeanläggningar. Samtidigt är just dessa vattenverk i stort behov av instruktioner eftersom kompetensnivån ofta är låg i den typen av anläggningar. Instruktionerna kan göras kortfattade. I de allmänna råden i dricksvattenkungörelsen ges exempel på vad som bör ingå i instruktionen.

Den här paragrafen i kungörelsen trädde i kraft den 1 januari 1995. Under 1990-talet har det skrivits instruktioner för många vattenverk i flertalet kommuner. Men fortfarande saknar åtskilliga vattenverk instruktioner, samtidigt som det börjar bli aktuellt att revidera dem på många håll.

"Mall" för driftinstruktioner

Standarden på driftinstruktionerna varierar mycket mellan landets kommuner, från mycket detaljerade körscheman för alla tänkbara driftfall i små verk med

relativt enkel process till några handskrivna sidor med översiktlig beskrivning för relativt stora och komplicerade anläggningar. Därför är det värdefullt att få tillstånd en "mall" för driftinstruktioner.

Det är naturligtvis önskvärt att driftpersonalen skriver instruktionen för det egna vattenverket. Det är de som känner till anläggningens egenheter och de rutiner som används. Men i dagens ekonomiska läge, när kommunerna har dragit ner bemanningen till ett minimum, är det inte lätt att få tid över. Dessutom finns det ofta ett motstånd från personal som är oerfaren att uttrycka sig i skrift, att fatta pennan/ordbehandlaren och skriva ner sina erfarenheter. Därför läggs arbetet med driftinstruktioner ofta ut som ett uppdrag till någon extern konsult som inte känner till den enskilda anläggningens driftförhållanden. För att underlätta den revidering som successivt bör ske är det lämpligt att originalet finns som en datafil.

Den här VAV-publikationen är tänkt att fungera som ett stöd för driftpersonal som själva skriver eller reviderar "sin" driftinstruktion, men även som underlag vid extern upphandling av tjänsten. Det kan då vara värdefullt att ha en "checklista" för att undvika missförstånd och för att precisera instruktionens nivå, innehåll och utformning.

2. Därför behövs dokumentationen

Två viktiga argument talar för att man ska ha aktuella beskrivningar och driftinstruktioner på vattenverken. Det viktigaste är att de utgör ett led i det interna kvalitetsarbetet, oavsett om man har som ambition att systematisera sitt kvalitetsarbete i form av kvalitets-säkring eller ej. Grunderna för ett trovärdigt kvalitetsarbete saknas om det inte finns aktuell dokumentation över anläggningens processdelar och instruktioner för hur de ska drivas.

Det andra argumentet är det krav på beskrivning och driftinstruktion som finns i dricksvattenkungörelsen och för vissa vattenverk även i miljöbalken.

När man talar om dricksvattenkvalitet tänker man i första hand på att vattnet ska ha jämn kvalitet och att det ska klara de haltgränser som finns angivna i aktuell dricksvattenkungörelse. I ett vidare perspektiv måste också frågor som upprätthållen driftkompetens, arbetsrutiner, incidentberedskap, kontrollrutiner och journalföring innefattas i kvalitetsbegreppet, eftersom de här sakerna tillsammans är en grund för att klara dricksvattenkungörelsens krav i ett längre perspektiv och under onormala förhållanden.

Dricksvattenkungörelsen

Dricksvatten är ett livsmedel och hanteringen omfattas därmed av livsmedelslagen (SFS 1971:511) och livsmedelsförordningen (SFS 1971:807). Regler som rör dricksvattenproduktion och dricksvattenkvalitet regleras i dricksvattenkungörelsen. Den som gäller år 2001 är SLV FS 1993:35, men man måste alltid uppfylla kraven i den senaste upplagan. I kungörelsen avses med "kommunala nämnden" den nämnd som fullgör uppgifter inom miljö- och hälsoskyddsområdet.

I dricksvattenkungörelsen finns krav på att beskrivning och driftinstruktion för både vattenverk och distributionsanläggning ska vara klara senast den 1 december 1995. Dispens för driftinstruktioner får endast ges för sk förordnande anläggningar (§8 och 17).

I kungörelsens 8§ finns föreskrivet att det "I varje vattenverk skall finnas en beskrivning av verket samt en driftinstruktion". I 15§ står det att det "Över distributionsanläggningen skall finnas en beskrivning". I båda paragraferna ges ett antal råd om vad beskriv-

ning och driftinstruktion bör innehålla. Det är upp till huvudmannen att själv utforma beskrivningen och driftinstruktionen. Råden innebär stor frihet vid utformningen.

Kommunala nämnden som är tillsynsmyndighet för vattenverk och distributionsnät bör följa upp att dessa finns, att de hålls aktuella och att de har den omfattning som krävs för driften. Eftersom det för närvarande saknas besiktningskrav för vattenverk motsvarande det krav som praktiseras enligt miljöbalken och tidigare miljöskyddslagen, gäller det att personalen på tillsynsmyndigheten har tillräcklig kompetens och erfarenhet att bedöma hur väl beskrivningarna och driftinstruktionerna svarar mot det som behövs.

Det finns inget krav i dricksvattenkungörelsen på att driftinstruktionerna ska godkännas av tillsynsmyndigheten, något som kan försvåra ajourhållningen. Kontroll av driftinstruktionerna bör finnas med som en punkt i tillsynen av vattenverken. De ska hållas aktuella och revideras fortlöpande.

Miljöbalken

I miljöbalken (SFS 1998:808) med tillhörande förordningar som trädde i kraft den 1 januari 1999 finns ett antal punkter som direkt eller indirekt påverkar vattenverken och deras rutiner. Flertalet lagar och förordningar behandlar tillståndsgivning eller anmälningsplikt av verksamheter och behandlas inte närmare här.

Generellt kan nämnas att vattenuttag (grundvatten, ytvatten, infiltration) är tillståndspliktigt enligt 11 kap miljöbalken, om det inte är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas (motsvarar f d vattenlagen). Själva vattenberedningsprocessen är anmälningspliktig hos den kommunala nämnden (enligt förordningen 1998:899 om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd) för vattenverk för mer än 5 000 personer. Utsläpp av tex slam från klarning av dricksvatten, slam från kalkbehandling, förbrukat aktivt kol, mättade eller förbrukade jonbytestartser m m betraktas som avfall och ska hanteras enligt renhållningsförordningen (1998:902, bilaga 2, p 19 09 00).

3. Vem ska använda dokumentationen?

Ett flertal personer kan ha nytta av driftinstruktionen. Primärt är det naturligtvis vattenverkets drift- och jourpersonal, nyanställd personal, vikarier och driftledning som instruktionen ska vända sig till. De har olika erfarenhet och vana att läsa skrivna instruktioner och olika bakgrund (maskinister, elektriker, datatekniker, kemister, biologer, administratörer m fl). Det kräver att instruktionen är tydlig i struktur, innehåll och utformning.

En viktig del är att "sälja in" driftinstruktionen hos personalen. I vissa fall upplever personalen den som onödig och som en inkompetensförklaring. Det är viktigt att de ser den som en tillgång i arbetet, och att det är de själva som ska bidra med sina erfarenheter till andra kollegor och efterträdare.

Tidig varning

Under själva dokumentationsarbetet upptäcker man ibland arbetsmoment som kan förenklas. Vissa personer upplever den extra journalföring som ibland påbjuds som onödig och jobbig – "det är ju ändå ingen

som tittar på den". För dem är det viktigt att inse fördelen med att ha en god dokumentation om det skulle uppstå driftstörningar som kräver uppföljning. Det gäller inte minst bearbetning av analysresultat från vattenverk och nät. Genom denna kan man tidigt se tendenser till försämringar som snabbt måste åtgärdas, dvs innan det uppkommer värden som ger anmärkning. När man får analysvärden med anmärkning är det i princip för sent. Den extra tid som läggs ner på kontroll, dokumentation och åtgärder sparas snart in i lägre kostnader för driftstörningar, jourinsatser, konsult hjälp m m.

I framtiden ökar behovet av att dokumentera mindre frekventa händelser. Dels kommer en stor del av personalen att pensioneras inom det närmaste årtiondet, dels tenderar rörligheten att öka bland den yngre personalen. Vattenverket riskerar att på kort tid tappa årtionden av viktiga drifterfarenheter. Genom att man successivt dokumenterar erfarenheter och bifogar dem till beskrivningen och driftinstruktionen sker det en regelbunden uppdatering och informationen överförs till både kollegor och nyanställd personal.

4. Dokumentationens omfattning

Beskrivningen tillsammans med driftinstruktionen av vattenverket ska utgöra en allmän beskrivning av anläggningens uppbyggnad från råvattentäkt med skyddsområde via vattenverket till och med distributionsnätet. Beskrivningen av nätet kan lämpligen vara separat.

Dokumentationen ska innehålla:

- instruktioner för normal drift
- instruktioner om reservförfaranden, förreglingar, driftvillkor m m
- instruktioner om hur anläggningen kan drivas manuellt
- information om tidigare inträffade driftstörningar (orsaker, vidtagna åtgärder och resultat) och andra onormala händelser som kan vara värdefulla att dokumentera för framtiden; informationen bör successivt kompletteras

Vidare bör det finnas information om:

- underhållsrutiner
- säkerhetsrutiner
- kalibreringsinstruktioner
- blandningsrecept för driftkemikalier
- beräkningsmallar för kemikalier som används dels i normal drift, dels vid akutåtgärder som exempelvis chockklorering, deklorering, syratvätt av brunnar m m

Det ska också finnas riktlinjer och formulär för bearbetning av driftresultaten.

Ingen lärobok

Driftinstruktionen ska utformas i nära samråd med den ordinarie driftpersonalen. Man bör utgå från att läsaren har en kompetens motsvarande maskinist. Instruktionen ska inte vara en lärobok; för det ändamålet finns VAV:s skrifter om dricksvattenteknik P71, P72, P73 och P80.

Ambitionsnivån hos driftledningen varierar mycket mellan olika kommuner. I vissa kommuner bedömer man att behovet är en enkel instruktion som bara innehåller den allra viktigaste informationen för att säkerställa driften. Andra kommuner som t ex har för avsikt att kvalitetssäkra sin verksamhet ställer helt andra krav på sin dokumentation av verksamheten. I deras fall kan dokumentationen och instruktionerna bli mycket detaljerad och omfattande.

Arbetsförhållandena för driftpersonalen varierar också mycket mellan olika kommuner, beroende på hur driften är organiserad. I många kommuner är alla väl förtrogna med lokaler, processutformning och driftrutiner på alla vattenverk. I andra kommuner besöker man vissa verk bara under jourtjänsten några gånger per år. En rimlig målsättning bör vara att den minst erfarne maskinisten eller vikarien med hjälp av instruktionen ska kunna läsa sig till hur man startar verket samt trimmar in processen för att producera ett tjänligt vatten i tillräcklig mängd efter ett driftstopp även med hela eller delar av processdatorn ur drift, t ex efter ett åsknedslag.

Vad behöver göras?

Innan man påbörjar arbetet med beskrivningar och instruktioner är det viktigt att man dels fastställer ambitionsnivån och hur detaljerad dokumentationen ska vara, dels bedömer kvalitet och aktualitet på det material som redan finns.

- Finns det delar av anläggningen som inte är dokumenterad eller där dokumentationen är inaktuell? Är ritningar och scheman aktuella?
- Är funktionsbeskrivningen för de olika styrsystemen aktuell? Är den skriven på ett sätt så att alla som har behov av den kan förstå? Om så är fallet är det lämpligt att man hänvisar till den eller arbetar in den i driftinstruktionen.
- Hur är driften av anläggningen organiserad? Är det många personer eller bara ett fåtal som har ingående kunskap om anläggningen? Har man kompetens att klara driften vid driftstörningar om personalstyrkan oväntat minskar på grund av sjukdom, att någon slutar eller att lagstadgad ledighet tas ut?
- Hur ser åldersstrukturen ut bland personalen? Är det många som går i pension det närmaste decenniet? Finns det nyckelpersoner bland dessa som har speciell kunskap om vattenverkets drift och skötsel? Deras kunskaper måste i så fall snarast samlas in.
- Är det konkurrens om kompetent personal? När pensionerad personal ska ersättas är den nya personalen ofta ung och välutbildad men saknar praktisk erfarenhet. Rörligheten bland de unga är dessutom betydligt större än bland äldre.
- Hur väl förberedd är personalen för driftstörningar, t ex åsknedslag och datorhaveri? Sker det regelbundna övningar med handdrift?

- Hur ser incidentberedskapen ut? Finns det risk för kemikalieutsläpp, mikrobiell förorening m m i råvattentäkter? Kan det ske en förorening inom vattenverket? Finns det räddningsplaner, checklistor och beredskapsorganisationer förberedda?
- Sker det någon systematisk bearbetning av driftresultaten samt uppföljning av driftstörningar och underhåll i syfte att öka driftsäkerheten och förebygga driftstörningar?

En risk är att beskrivning och driftinstruktion blir för omfattande så att det blir svårt att hitta den aktuella informationen. Men samtidigt är det viktigt att alla driftalternativ finns utförligt beskrivna. Det ställer krav på utformningen så att den blir tydlig och strukturerad. Om kommunen väljer att anlita extern hjälp är det viktigt att beställaren engagerar sig och styr konsultens arbete. Risken är annars stor att det blir en standardinstruktion som inte tar tillräcklig hänsyn till det aktuella vattenverket.

Förslag till uppdelning

Instruktion för varje enskilt verk bör delas upp i lämpliga delar. Det gör att de delar av beskrivning och instruktion som normalt används blir lätt tillgängliga och lätta att hitta. Hur uppdelningen ska ske får avgöras från fall till fall av respektive kommun.

Här följer ett förslag till vad som normalt bör ingå:

1. En gemensam del för alla vattenverk inom kommunen med översikter och administrativa uppgifter.
2. En beskrivning och en instruktion för vattenverket. (Både 1 och 2 bör vara relativt detaljerade.)
3. Erfarenhetsbank för vattenverket där tidigare driftstörningar och vidtagna åtgärder beskrivs. Denna del kompletteras successivt. Erfarenheterna sorteras efter vilken processdel de avser.
4. Listor över all utrustning med kompletta data, uppgift om leverantör och om var reservdelar kan erhållas. Vidare anges hur och hur ofta periodiskt underhåll ska ske, vilka kontroller som ska göras, krav på utbyte av detaljer m m.
5. Formulär i form av både tabeller och diagram för föreskriven drift- och egenkontroll samt för bearbetning av analysresultat från undersökningar av råvatten, vatten under beredning, utgående dricksvatten samt vatten i ledningsnätet.
6. Formulär för sammanställning av driftstörningar, anmärkningar från myndigheter och konsumenter o d.

Ovanstående samlas lämpligen som löslblad i en eller flera pärmar eller som datafil för varje verk. Det gör det lättare att byta blad eller komplettera innehållet. Varje blad förses med datum så att man vet när det började gälla och när det senast kompletterades.

5. Checklista för dokumentation

I det här avsnittet ges exempel på uppgifter som kan ingå i beskrivningen eller driftinstruktionen. Listan anpassas till varje anläggning beroende på utformning, komplexitet och annan aktuell dokumentation. För varje verk bör den gemensamma delen 1 ingå samt delarna 2–4 sedan de har anpassats. Som regel är det lämpligt att undvika att skriva samma information på mer än ett ställe i dokumentet. Det är bättre att hänvisa till respektive avsnitt eller annan pärm eller instruktion. Risken är annars stor att man glömmer att ändra uppgifter på alla ställen när man senare reviderar dokumenten.

I checklistan nedan förutsätts att man delar upp materialet i två delar, en beskrivningsdel och en instruktionsdel. Tanken är att det är lämpligt att samla instruktionerna som används i den löpande driften och vid driftstörningar i en del som det är lätt att bläddra i.

A Beskrivningsdel

1. Gemensamt för kommunens alla vattenverk

Det bör finnas en gemensam del för vattenverken inom kommunen med uppgifter om samtliga vattenverk samt huvudmannens organisation.

- Verkens adress och fastighetsbeteckning, interna och externa telefon- och faxnummer.
- Översiktlig beskrivning av alla råvattentäkter, verkens beredningsmetoder och kapacitet.
- Verkens normala bemanning.
- Översiktskarta över samtliga verksamhetsområden i kommunen med vattentäkter, vattenverk, distributionsnät, reservoarer och tryckstegringsstationer inprickade.
- Den normala organisationen för dricksvattenförsörjning samt beredskapsorganisationen vid händelser som kan påverka kvalitet och kvantitet av råvatten och dricksvatten. Här bör finnas uppgifter om huvudman, kontaktmän, den kommunala tillsynsmyndighetens kontaktman, ansvarsfördelning samt kontaktpersoner med myndigheter, media och allmänhet. För samtliga personer anges befattning, namn och telefonnummer under arbets- och jourtid samt om möjligt även under fritiden.
- Räddnings- och beredskapsplan vid olyckor.
- Lista över anläggningar som omgående bör informeras vid eventuella kvalitetsstörningar, t ex skolor,

läkarstationer, lasarett, livsmedelsindustrier, äldreboende, industrier och andra verksamheter med krav på vattenkvalitet. (Kontakt ska tas med kommunens säkerhetsskyddschef.)

- Rutiner för hantering av klagomål: registrering, utvärdering, åtgärder, resultat.
- Rutiner för hygien och rengöring, t ex skyddskläder, personlig hygien, hälsokontroller, känsliga processdelar och lokaler. De i kungörelsen befintliga föreskrifterna kompletteras med lokala föreskrifter.
- Telefonnummer till kommunens andra verksamheter som det sker samarbete med (avloppsreningsverk, ledningsavdelning, kommunens förråd, miljöförvaltning, räddningstjänst, säkerhetsskyddschef m m).
- Telefonnummer till övriga myndigheter, SOS-alarmering, elleverantörer, felanmälan till elleverantör och teleoperatör, närliggande kommuner, större abonnenter, konsulter, entreprenörer, leverantörer m fl.

2. Vattentäkt och reservvattentäkt

För varje vatten- och reservvattentäkt ska följande uppgifter redovisas:

- Vattendom samt uppgift om fastställt skyddsområde; skyddsföreskrifter samt föreskrivna kontrollprogram.
- Beskrivning av tälten och råvattenpumparna samt karta över tillrinningsområdet; uppgift om när den togs i bruk. För ytvattentäkter ska det för varje intag anges läge och intagsdjup samt finnas en ritning av intagsanordningar och intagsledning. För grundvattentäkter ska det finnas karta som anger placeringen av brunnar och eventuella observationsrör. För varje brunn lämnas uppgift om brunnstyp, djup, dimension, pumpnivå, nivå för torrpumpningskydd, kapacitet samt ritning med alla uppgifter om råvattenledningen. Det bör också finnas protokoll från gjorda provpumpningar.
- Vattentillgång, råvattnets kvalitet samt uppgifter om hur kvantitet och kvalitet har varierat tidigare beroende på årstid, väderförhållanden och kontinuerliga utsläpp.
- På kartan över tillrinningsområdet ska det anges kända utsläppspunkter för tänkbara föroreningar, t ex industriavlopp, bräddavlopp, utsläpp av dagvatten samt riskområden där momentana och dif-

fusa utsläpp av olika slag kan ske från, t ex avloppsledningar, broar, vägar, avledning från tippor, gödselvårdsanläggningar, oljetankar samt mark där gödsel och bekämpningsmedel används.

3. Vattenverket

Allmänt

- Kort historik om vattenverket, inklusive till- och ombyggnader.
- Beskrivning av samtliga byggnader, inklusive situationsplan och planritningar.
- Ritningsförteckning – aktuell förteckning över alla ritningar samt var ritningar finns arkiverade, kontaktperson och hur ajourhållning ska utföras.
- Beredningsprincip inklusive flödesschema; även säkerhetsbarriärerna mot mikrobiologisk förorening ska redovisas.
- Tekniska data vid dimensionerande flödesbelastning för samtliga ingående processdelar.
- Normal och maximal dricksvattenförbrukning samt ansluten folkmängd och industrier vid den tidpunkt när driftinstruktionen utformas.
- Antalet anslutna personer och industrier i framtiden med tanke på förändrad vattenförbrukning.
- Aktuella informationsbroschyrer biläggs.

Processutrustning vid verket och i nätet

Vattenverket beskrivs förslagsvis i följande ordning:

- Den normala beredningsprocessen samt andra möjliga processer från råvattentäkt till det levererade dricksvattnet.
- Den maskinella utrustningen; hänvisning sker till maskinkort eller liknande som innehåller komponent- och reservdelsförteckning.
- Utrustning för kemikaliehantering och dosering.
- Styr-, regler- och kontrollutrustning.
- Elektrisk utrustning.

Vid beskrivningen av vattenverket bör man använda utrustningens beteckning på flödesschema, kontrolltavla och/eller i dator. Vidare bör man ange var i verket den beskrivna utrustningen finns, t ex genom att ange rumsnummer eller rumsbeteckning.

En beskrivning av nätet ska också finnas enligt dricksvattenkungörelsen, och den kan ingå här. Även om den inte tas med i driftinstruktionen för varje vattenverk måste tryckstegringspumpar samt mät-, styr-, och kontrollutrustningen för tillhörande reservoarer tas med om utrustningen sköts av vattenverkspersonalen, vilket är det normala.

Funktionsbeskrivning

Funktionsbeskrivningen bör innehålla en komplett processbeskrivning med reaktionsformler. Här bör ingå belastningsdata för alla enheter vid dimensionerande flöde.

Driftbeskrivning

Driftbeskrivningen bör innehålla en detaljerad beskrivning av hur verkets alla delar ska drivas. Avsnitten varierar beroende på verkets beredningsmetoder. Följande uppräkningsger exempel på vad som kan ingå:

- Kompletta driftinstruktioner för normaldrift. Här ingår en beskrivning av den normala driftstyrningen vid verket. Hänvisning sker lämpligen till driftdatorns instruktion. Det bör anges vilka enheter eller parametrar som överordnat styr en maskin e d, respektive vad som är underordnat maskinen (mjuk- och hårdvaruförreglingar).
- Kompletta driftinstruktioner för tänkbara alternativa driftsätt.
- Redogörelse för hur manuell drift via processdator, från kontrolltavla och/eller lokalt vid maskinerna kan ske vid tänkbara haveriersaker.
- Beskrivning av all kemikaliehantering.
- Uppgift om doseringspunkter vid olika driftsätt.
- Uppgift om hur doserna av samtliga kemikalier bestäms med stöd av beskaffenheten hos råvattnet och kravet på det utgående dricksvattnet. Mallar för dosberäkningar samt uppgift om förväntade normaldoser.
- Redogörelse för styr-, kontroll- och larmfunktionerna. Här behandlas bl a normala larmnivåer och hur dessa ställs in, vad som kan utlösa larm, larmfördröjning, larmblockering samt uppgift om en larmfunktion ska klassas som A- eller B-larm.
- Sammanställning av inträffade eller tänkbara driftproblem samt förslag till tänkbara åtgärder. Här beskrivs lämpligen olika driftproblem som har inträffat.

Som hjälp för jourpersonal bör även en kortfattad driftinstruktion för "normaldrift" finnas separat.

Elinstallationer

Man bör ange behörighetskrav och säkerhetskrav för normal drift och för olika arbeten med de elektriska installationerna.

För elinstallationer, inklusive installationer för styr- och reglerutrustning, bör följande ingå:

- Dokumentation av samtliga system med ritningar och funktionsbeskrivningar.

- Uppgift om hur bortfallande el ska ersättas; om den el som finns att tillgå inte är tillräcklig ska uppgift finnas om vilka system som ska prioriteras.
- Om det finns reservaggregat ska dokumentation om det ingå; likaså ska frekvens för provkörning samt rutiner i övrigt anges.
- Om kommunen har mobila aggregat ska det uppges var de finns, hur de kan beställas och utnyttjas samt hur de kopplas in.

Driftövervakning

- Funktionsbeskrivning för el- och styrinstallationer med hänvisning till el-, styr- och reglerinstallationsritningar.
- Kontrolltavla – manuell drift, driftindikeringar, larmsystem.
- Övervakningsdator – beskrivning av överordnat system, hänvisning till separat hanteringsinstruktion, driftindikeringar, driftrapporteringar, larmsystem.
- Processdator – beskrivning av styrsystem med underordnade system, hänvisning till separata hanteringsinstruktioner, driftindikeringar, driftrapporteringar, larmsystem.
- Backup-rutiner för driftdatorn, dokumentering av driftvärden, driftinställningar och förändringar av börvärden.
- Backup av PLC-program – hur laddas programmen? var finns program och reserv-PLC?
- Åtgärdsrutiner vid larm: kvittering, dokumentering av orsak, åtgärd, resultat samt kvarstående problem.

Kemikalier

- Förteckning över använda kemikalier. Kemikaliedata med uppgifter om krav på såväl halter av aktiv substans som maximal halt av föroreningar, hanteringsinstruktioner, skyddsföreskrifter, hälsorisker, korrosionsrisker och miljörisker; krav på förvaring, mottagningsanslutningar, säkerhetsutrustning och larm; skyddsblad från Kemikontoret för samtliga kemikalier bör finnas.
- Blandningsföreskrifter för kemikalier.
- Tekniska skydds- och säkerhetsarrangemang.
- Besiktnings- och underhållsanvisningar.
- Arbetsmiljö, placering av nödduschar, ögonduschar m m, kontroll och renspolningsrutiner.
- Journalblad för påfyllning och/eller blandning av kemikalier.
- Instruktion och/eller mallar för kontrollberäkning av kemikaliedoseringar.

Ledningsnät

Beskrivning av ledningsnätet bör för större anläggningar göras som en separat pärm. På sikt kommer många kommuner att lägga in ledningsnätsuppgifterna på CD eller on-line-uppkopplad server.

- Ledningsplan, översiktskarta och detaljkartor.
- Beskrivning enligt 15§ dricksvattenkungörelsen (ledningsdimensioner, material, ålder, ventiler, brandposter, luftningsventiler, backventiler m m).
- Säkerhetsföreskrifter vid ledningsreparationer.
- Spolplaner samt rutiner för spolning och klorering efter ledningsreparationer.
- Hänvisning till P77 (Vattenledningar och reservoarer. Spolning, rensning och desinfektion) och M84 (Förvaltning av va-ledningar).
- Underhålls- och förnyelseplan.
- Tryckförhöjnings- och tryckreduceringsstationer (data, ritningar, drift, underhåll).
- Reservoarer (data, ritningar, drift, underhåll, provtagningar, rengöringsinstruktioner, rengöringsintervaller).
- Kontroll- och funktionstest hos ventiler, backventiler, spolposter m m.
- Tömning av brandposter inför vintern.
- Läckagemätningar, statistik över läckor.
- Vattenmätningar av olika delar i distributionsnätet, flöden i överföringsledningar och ut från anläggningar, hänvisning till flödesanalys typ Liqwater.

4. Kontroll och tillsyn

Provtagnings och analys

Enligt dricksvattenkungörelsen ska tillsyn ske och vattnet provtas och analyseras i föreskriven omfattning som varierar beroende på råvattentäkten och verkets storlek. Följande punkter bör ingå:

- Tillsyn av att föreskrifterna i bestämmelserna för råvattentäktens skyddsområde efterlevs.
- Kontrollprogram för råvattentäkten med angivande av provpunkter, provtagningsdjup, provtagningsfrekvens samt analysomfattning.
- Driftkontrollprogram med angivande av provpunkter, provtagningsfrekvens samt analysomfattning; varje provpunkt (kran e d) måste definieras noga och om möjligt märkas så att den är lätt att identifiera.
- Egenkontrollprogram enligt kungörelsen för råvatten, utgående dricksvatten samt vatten i ledningsnätet med angivande av provpunkter, provtagningsfrekvens samt analysomfattning.

- Instruktion för provtagning och transport till analyslaboratoriet.
- Rutiner om hur och till vilka laboratoriet ska rapportera analysvaren.
- Metodbeskrivningar för analyser som görs på vattenverket samt instruktioner för analysinstrument, t ex pH-mätare och kloröverskottsmätare.
- Översiktlig sammanställning av fastställd drift- och egenkontroll.

Tillsyn av styr- och kontrollinstrument

Det är viktigt att instrumenten underhålls och kalibreras på det sätt som anges i respektive beskrivning. Nedanstående punkter är ett exempel, men variationer finns från instrument till instrument:

- Sammanställning av befintliga instrument med angivande av plats, larmtyp, larmnivåer, kontroll- och kalibreringsintervall samt instruktioner för kalibrering och skötsel.
- Checklista för kalibreringar, kontrollmätningar och förebyggande underhåll.

Bearbetning och arkivering av resultat

De resultat man får vid analyser och kontroller får inte utan vidare läggas i arkiv. De måste kontinuerligt sammanställas och bearbetas så att man kan vidta nödvändiga åtgärder för att vattenkvaliteten ska förbli så hög som möjligt. Det kan ske enligt följande:

- Sammanställning av hur gjorda analyser, mätningar m m ska bedömas. Både Livsmedelsverkets bedömningsnormer och lokalt bestämda gränser anges för t ex analysvärden, belastningar och koncentration av doserade kemikalier.
- Blanketter för både utförda analyser (vid eget och utomstående laboratorium) och för mätningar i övrigt.
- Diagramblad för kontinuerlig uppföljning av de viktigaste parametrarnas förändring med tiden på råvatten, vatten från olika punkter i beredningen, utgående dricksvatten och vattnet i olika punkter på ledningsnätet. Parametrarna varierar för olika vattenverk. Som exempel kan nämnas COD, färg, aluminium, turbiditet, järn, mangan, aktiv klor, bakterier och mikrosvampar.
- Förslag till åtgärdsrutiner för dels när ett enstaka analysvärde överstiger gällande gränsvärde, dels när bearbetningen visar en tendens till att värden stiger/sjunker mot gällande gränsvärde.
- Blankett för avvikelserapportering med plats för orsak, vidtagna åtgärder samt uppgift om åtgärdens

resultat.

- Uppgift om vilka som skall erhålla avvikelserapporterna.

Underhåll

- Maskinförteckning – hänvisning till maskinkort, leverantörer, separata skötselanvisningar, elbeskrivningar m m.
- Beskrivning av underhållsrutiner.
- Checklista för rutintillsyn och förebyggande underhåll.
- Instruktioner för tillsyn av speciell karaktär – hänvisningar till gällande instruktioner.
- Reservdelsförsörjning – var finns reservdelarna? Vilka serviceavtal finns?
- Beskrivning av hur och var service och underhåll journalförs.
- Besiktningintervall för tryckkärl, lyftanordningar m m.
- Kontroll och underhåll av skyddsutrustning.
- Instruktion för förebyggande underhåll, underhållsjournal, skötselinstruktioner, ritningar (el, styr, maskin, ventilation, VVS).

Protokoll och sammanställningar

- Lista över de saker i vattenverket som enligt olika myndigheter ska besiktigas samt intervall mellan besiktningarna.
- Lista över övrig fastställd besiktning av hela eller delar av vattenverkets funktion och behandlingsresultat.
- Protokoll från gjorda besiktningar samt uppgift om de åtgärder som vidtagits med anledning av besiktningarna.
- Föreslagna och genomförda processoptimeringar.
- Ansvarig person för revidering av driftinstruktionen.

B. Driftinstruktionsdel

Som tidigare nämnts bör det finnas en komplett driftinstruktion för tänkbara driftfall samt en kortfattad för normaldrift. Den senare är speciellt avsedd för journalpersonal. Man kan hänvisa till aktuella punkter i beskrivningsdelen eller använda samma avsnittsindelning.

Följande bör ingå:

- Normal driftstyrning – var och hur ändras styrparametrarna? Normala inställningar av driftparametrar. I vilken ordning startas/stoppas maskiner?

- Reservdrift – var och hur ändras styrparametrar vid reservdrift? Eventuella åtgärder i samband med reservdrift, exempelvis ändrade doseringspunkter.
- Handkörningsinstruktion – normala driftinställningar vid manuell drift samt driftvillkor för maskiner. Säkerhets- och kontrollparametrar vid manuell drift. (Här bör det påpekas *om* och i så fall *hur* vissa förreglingar blockeras och hur säkerheten då upprätthålls). OBS! Handkörning av hela eller successivt av delar av vattenverket bör göras regelbundet, minst 2 gånger/år, för att upprätthålla kompetensen.
- Dosering – ”normala” doseringar.
- Blandningsinstruktioner – lathundar för blandning samt kontrollrutiner.
- Larm – ”normal” larmnivå .
- Risknivåer för vissa parametrar, t ex pH och halter aktivt klor. När finns det risk för allvarliga hälso- problem?
- Åtgärdslista vid allvarliga kvalitetsproblem omfattande såväl information till allmänheten som ny provtagning, åtgärder vid vattentäkt, vattenverk och ledningsnät. (exempel nedan).
- Checklista – förslag till åtgärder, viktad gradering efter angelägenhetsgrad.
- Rengöringsinstruktioner, kalibreringsinstruktioner.
- Tillsyn och underhåll – särskilda instruktioner som inte beskrivs i annat avsnitt (t ex dränering/remspolning av förbigångs- och reservledning).
- Åtgärdslista vid ofrivilliga utsläpp av verkets kemikalier.

6. Exempel på utformning av processavsnitt

Här följer fem exempel på utformning av processavsnitt. Exempel 1 om natriumhydroxid (lut) är en utförlig beskrivning. Exempel 2 om filtersteg med alkalisk massa är en enkel driftinstruktion. Exempel 3 om filtrering genom sandfilter är en enkel driftinstruktion. Exempel 4 är ett exempel på hantering av en kemikalie. Exempel 5 är en innehållsförteckning till utförlig dokumentation av ett vattenverk i Karlskrona kommun.

Exempel 1:

Natriumhydroxid (lut) – en utförlig beskrivning

A. Beskrivningsdel

Funktionsbeskrivning

Lutens funktion är att höja pH-värdet i dricksvattnet så att risken för korrosion på ledningar och installationer minskar. Lämpligt pH-värde (pH_s) står i relation till vattnets temperatur, alkalinitet, salthalt och kalciumhalt och kan beräknas med hjälp av Ch. Hoover's nomogram (se VAV P73 sid 24 eller VAV P80 bilaga 1).

Koncentrerad natriumhydroxid (ca 45–50 %) blandas till en ca 9-procentig brukslösning (100 g NaOH per liter färdig lösning), som därefter pumpas till ett doseringskärl. Vid högre lutkoncentration ökar lösningens densitet och viskositet, vilket försvårar inblandningen i dricksvattnet samt ökar risken för hävertverkan och självrinning, med risk för förhöjt pH-värde i dricksvattnet. Spädningsförhållanden beräknas enligt VAV P73 sid 98, VAV P80 (exempel 50) eller med hjälp av Excel-fil. Båda beredningsmetoderna framgår av bilaga 1.

Från doserkärlet doseras lösningen till vattnet dels före råvattenreservoaren, dels efter filtren strax före dricksvattenreservoaren.

Anläggningsdelar

Beteckning	Maskin
LT0	Förrådstank för konc. lut
LT1	Beredningstank
LT2	Doseringstank
LP1 och LP2	Transportpumpar
LV1	Magnetventil för vatten
LD1 och LD2	Doseringspumpar
RLI-2/GpH1	pH-meter, styrande
DL/GpH1	pH-meter, kontrollerande

I lagertank LT0 lagras ca 50-procentig (koncentrerad) lut att användas vid beredning av utspädd lut för dosering. Tanken är försedd med nivåmätning med tre in-

ställbara nivågivare för låg-, beställnings- och högnivå.

Vid låg nivå blockeras transportpump LP1 för överpumpning av lut till beredningskärl. Vid hög nivå aktiveras varningsblyttljus vid påfyllningsrör under en fast inställd tid på 30 minuter.

Transportpump LP1 för koncentrerad lut till beredningstank LT1. Pumpen kan vara av typ förträngningspump.

HAND-läge: Pump går oberoende av processdatorn. Förregling sker av *låg nivå* i lagertank LT0 eller *hög nivå* i beredningstank LT1.

AUT-läge: Pump styrs av processdatorn.

I *beredningstank LT1* bereds lut med lämplig koncentration för justering av pH (se beräkningsmallar i bilaga 1). I tanken finns konduktiv nivåvakt (tryckgivare) LT1/GL1 för stopp av överpumpning och stopp av vattenfyllning samt LT1/GL2 för larm om hög nivå.

Omrörare LO1 i beredningstank LT1:

HAND-läge: Omrörare går oberoende av processdatorn.

AUT-läge: Omrörare styrs av processdatorn.

Magnetventil LV1 för tillsats av vatten i beredningstank LT1:

HAND-läge: Ventil är öppen, men förreglas av hög nivå.

AUT-läge: Pump styrs av processdatorn.

Transportpump LP2 för lutlösning till doseringstank LT2:

HAND-läge: Pump går oberoende av processdatorn men förreglas av hög nivå i dosertank LT2 och låg nivå i beredningstank LT1.

AUT-läge: Pump styrs av processdatorn.

I *doseringstank LT2* lagras utspädd lut. I tanken finns

konduktiv nivåvakt LT2/GL1 för larm "låg nivå" samt LT2/GL2 för start överpumpning och larm om "hög nivå".

Doserpumparna LD1-2 är av typ magnetdrivna membran-doserpumpar. Pumparnas slaglängd är mekaniskt inställbar på respektive pump. Pulsfrekvensen kan vid behov ställas lokalt på respektive pump, men den regleras normalt flödesproportionellt av processdatorn.

HAND-läge: Pumpen erhåller nätspänning oberoende av processdatorn. Dosering sker genom att omkopplare ställs om till lokalt inställd pulsfrekvens.

AUT-läge: Pumpen styrs av processdatorn. Doserpump startar så snart driftsvar erhålles från brunnspumparna GP1-2. Styrpulserna blockeras vid avställda brunnspumpar, manöverställare i 0-läge, vid larm om låg nivå i dosertank och larm om högt pH i doserat vatten.

Då driftsvar från pumpning ej finns *läses* pH-regulatorns utsignal till det värde den hade vid stopptillfället. Låsningen släpps en *inställbar tid* efter pumpstart för undvikande av störning från falskt pH som alltid uppträder under stillestånd och efter start.

Kemikaliedata och varuinformation: se sid

Skyddsinformation: se sid

Riskinformation och bedömning enligt dricksvattenkungörelsen av avvikande pH

pH <7,5 Kan orsaka korrosionsskador med metallutlösning

– TJÄNLIGT MED ANMÄRKNING

pH >9,0 Kan orsaka korrosionsskador och pannstensbildning

– TJÄNLIGT MED ANMÄRKNING

pH >10,5 Tyder på överdosering av alkali eller utlösning av kalk från nya cementbelagda ytor. Frätande med risk för skador på ögon och slemhinnor

– OTJÄNLIGT

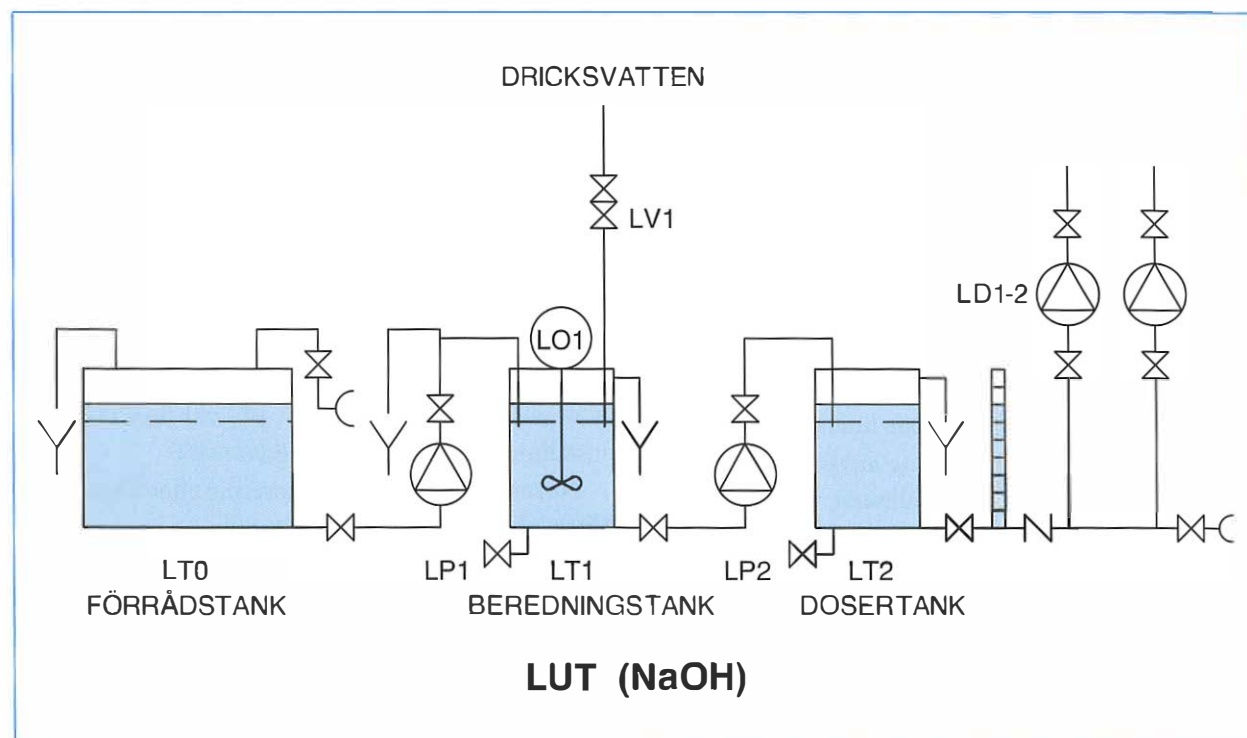
Driftstyrning

Lämpligt pH är beroende av Ca-halt och alkalinitet. Drift-pH bör vara $pH_s - (0,1 \text{ till } 0,4)$ enligt P73 (sid 27). Avvikelse från detta bör vara högst $\pm 0,2$ enheter.

Automatisk beredning av lut

Beredning av lut utförs automatiskt med hjälp av nivåer och gångtiden i beredningstanken LT1 och pumpas därefter över till dosertanken LT2 enligt följande med en pump LP1:

1. Vid underskriden startnivå i beredningstank LT1 blockeras pump LP2 samt öppnas vattenpåfyll-



Principskiss på lutberedning

ningsventilen och utsugsfläkten startar. Vid uppnådd vattenstoppsnivå stängs ventilen för vattenpåfyllning.

2. Omröraren startar och gångtiden ställs in så att den går under den tid som lutpåfyllning enligt punkt 3 sker, plus 60 minuter.
3. När omröraren enligt punkt 2 startats ska luttransportpumpen LP1 starta. Den ska stoppa efter en inställbar nivå som ställs in så att önskad lutmängd pumpas till beredningstanken. Lutpåfyllnaden övervakas av en tidsfunktion som blockerar pumpen samt ger larm – "Överskriden gångtid LP1". Under den tid då lutpumpning sker med pump LP1 plus 60 minuter, blockeras LP2. Notera att inställningen av larmtiden för "Överskriden gångtid LP1" sätts med liten marginal.
4. Då omröraren enligt punkt 2 stannat stoppas utsugsfläkten. Därefter upphör blockeringen för transportpump LP2 för överpumpning till doseringstanken. Den kan då starta så snart nivån i denna tank underskrider den inställda startnivån för överpumpning. Överpumpning kan pågå tills startnivån för vattenfyllning i beredningstanken underskridits. Då miniminivån i beredningstanken underskrids stoppas överpumpningen och ny beredning startas enligt punkt 1 ovan.

Omröraren blockeras vid drift av transportpumpen LP2 för lutlösning från beredningstanken samt när vatten fylls på.

Instrument

Styrande pH-mätare för lutdoseringen, RL1-2/GpH1, mäter pH strax före inloppen till filtren respektive låg-reservoaren. Kontrollerande pH-mätare, DL/GpH1, mäter pH i utgående ledning från låg-reservoaren före distributionspumparna.

Driftproblem

Om temperaturen sjunker under ca 12–15°C finns det risk för att den koncentrerade luten kristalliserar.

Om pumpar och ventiler inte används regelbundet finns det risk för att lut kristalliserar, varvid pump-huvudet/ventilen fastnar. Rengör med varmt vatten. OBS – Skyddsutrustning!

Luten löser långsamt upp spärrskiktet på förrådskankens insida. Därefter löses glasfibern upp och det finns risk för läckage. Därför måste tankens spärrskikt besiktigas med jämna mellanrum (ca 3–5 års intervall). Tanken bör förses med nytt spärrskikt vart tion-

de år, oavsett vad resultatet av besiktningen säger.

Manuell spädning av lut

När koncentrerad lut blandas ut med vatten sker en kraftig värmeutveckling. För att undvika stänk av lut på grund av stötkokning i samband med utspädning av lut är det viktigt att *först fylla på vatten och därefter lut*.

1. Mät upp hur mycket lutlösning som ska blandas, t ex med tumstock eller volymgradering på beredningstank LT1.
2. Beräkna med hjälp av mall (se bilaga 1) eller Excel-program mängd vatten och lut som ska tillsättas (vanligtvis "x" liter vatten plus "y" liter lut).
3. Starta utsugsfläkten. Fyll på beräknad mängd vatten. Omröraren startas när vattennivån når över omrörarens vingar.
4. Därefter körs luttransportpumpen LP1 manuellt (Hand-läge) tills önskad mängd lut har tillsatts.
5. Utsugsfläkten kan stängas av efter ca 30 minuter, medan omröraren bör gå minst 1 timme så att lösningen blandats ordentligt.
6. När tillräcklig plats finns i dosertanken LT2 pumpas lutlösningen över med transportpumpen LP2. Därefter kan ny blandning göras.

Doseringspunkter

Före råvattenreservoar: på råvattenledning omedelbart efter flödesmätare.

Efter DynaSandfiltren: på ledning mellan filter och blandningslåda.

B. Driftinstruktionsdel

Inställning av driftparametrar

Man ställer in önskad lutkoncentration som g NaOH/l i doseringslösningen genom att ändra blandningsförhållandet via processdatorns skärmbild för LUTBEREDNING.

Normalinställning för lutdosering före filtren: pH-BÖRVÄRDE = 8,2 för att få rätt pH vid flockningen – inställning på skärmbild för RÅVATTEN

Normalinställning för lutdosering efter DynaSand-filter: pH-BÖRVÄRDE = 8,4 – inställning på skärmbild för DRICKSVATTENRESERVOAR

Kontroll av lutkoncentration

Lutens densitet (koncentration) kan kontrolleras med en aerometer (av samma typ som man kontrollerar syrahalten i bilbatteriet och glykolhalten i bilens kylare). OBS – använd skyddsutrustning!

1. Tag ut ett prov i en 250 ml mätcylinder.
2. Låt provet anta rumstemperatur under ett par timmar.
3. Släpp ner aerometern försiktigt och avläs densiteten.
4. Gå in i tabellen (se bilaga) och avläs lutkoncentrationen.

Om aerometer saknas kan man först väga ett enliters mätglas och anteckna vikten. Fyll därefter på lut till enlitersmärket och väg igen. Skillnaden mellan de båda viktavläsningarna ger densiteten i g/l om mätvärdena räknas i gram, och i kg/l om mätvärdena räknas i kg. ($\text{kg/l} \times 1000 = \text{g/l}$)

Tillsyn

Efter varje ändring av lutblandningsförhållandet

Kontroll av lutlösningens densitet med aerometer eller genom vägning. Förändringen antecknas i journalen.

1 gång/dag

Kontrollera eventuellt läckage.

1 gång/månad

Kontroll av lutlösningens densitet med aerometer eller vägning.

Kontroll av lutförbrukning under månader beräknad som g/m^3 vatten genom uppföljning av kemikalieförbrukning.

1 gång/3 år

Kontrollera spärrskiktets kondition i förrådstanken (om denna är av GAP).

OBS – Olycksrisk! Luckan i luttanken är endast till för okulär inspektion och ingen nedstigningslucka.

1 gång/10 år

Förse förrådstanken (om denna är av GAP) med nytt invändigt spärrskikt, oavsett utlåtandet från kontrollen av spärrskiktet.

Åtgärder vid fel pH

När ett dricksvattenprov bedömts vara otjänligt eller tjänligt med anmärkning krävs snabba åtgärder för att skydda konsumenterna. Om läget inte bedöms som allvarligt meddelas först driftledningen. Vidare åtgärder bestäms därefter i samråd med miljökontoret. Vid larm enligt nivå 3–4 nedan vidtas åtgärderna omgående. Listan är viktad (0–4) efter angelägenhetsgrad, där 0 anger normalläge och 4 akutläge (nivåerna är exempel).

Nivå Normalvärde– angelägenhetsgrad

- | | |
|---|--|
| 0 | Normalvärde |
| 1 | pH överstiger 8,8 – internt B-larm för högt pH: Undersök orsakerna.
pH under 7,8 – internt B-larm för lågt pH: Undersök orsakerna. |
| 2 | pH överstiger 9,0 – A-larm för högt pH: Avbryt utan tidsfördröjning all alkalidosering och undersök orsakerna. Stoppa även dricksvattenpumparna.
pH understiger 7,5 – A-larm för lågt pH: Avbryt utan tidsfördröjning all koldioxidosering och undersök orsakerna. Stoppa eventuellt även dricksvattenpumparna. |
| 3 | pH överstiger 9,5: Töm dricksvattenreservoarer. Meddela driftledningen som därefter omgående kontakter skolor, läkarmottagningar m fl (enligt uppgjord lista). |
| 4 | pH överstiger 10,5: Stäng även ventiler ut från högreservoarer och öppna brandposter för att stoppa vattenförsörjningen. Meddela driftledningen som därefter omgående meddelar allmänheten via radio m m. |

Checklista för kontroller

- Ta omgående ett antal extra vattenprov med viss tidsförskjutning för framtida uppföljning. Notera provtagningspunkt och tidpunkt.
- Kontrollera inställningen av pH-börvärdet.
- Kontrollera pH elektrodena.
- Kontrollera lutpumpen – hur är slaglängdsratten inställd? Omkopplaren till extern styrning m m?
- Kontrollera blandningen i doseringsbehållaren, hur mycket koncentrerad lut och hur mycket vatten som blandas i varje sats (mät densiteten).
- Kontrollera tryckhållningsventilen.
- Kontrollera att alla ventiler är inställda i rätt läge.
- Kontrollera styrsignalerna till lutdoseringen.
- Är luttankarna tomma?
- Finns det luftblåsor i sugledningen?
- Meddela driftledningen (och ev miljökontoret, enligt fastställd rutin).
- Larma vid behov räddningstjänsten (enligt fastställd rutin).

Exempel 2:

Filtersteg med alkalisk massa – en enkel driftinstruktion

A. Beskrivningsdel

Funktionsbeskrivning

Vattnet filtreras genom alkalisk massa för att höja vattnets hårdhet och alkalinitet. För att lösa upp massa krävs att vattnet innehåller minst 5 mg aggressiv kolsyra/l vid aktuell belastning på filtret.

Installationer – maskindata

2 st alkaliska filter Vattenteknik, 120-UAL/SP
automatspolade avsyrningsfilter

Separat instruktion

Vattenteknik AB: Instruktion, automatiska avsyrningsfilter typ UFA

Kemikaliedata

Se sid

Skydds- och varuinformation

Se sid

B. Instruktionsdel

Driftstyrning

Filterspolningen styrs automatiskt efter gångtider som

ställs in på processdatorns skärmbilder "FILTERSPOLNING 1" och "FILTERSPOLNING 2". I samma skärmbilder ställs starttiderna för filterspolningarna in. Här kan man även manuellt starta filterspolcykeln.

Reservdrift

Manuell start av filterspolningssekvensen via övervakningsdatorn görs med knapp F1 (filter 1) eller F2 (filter 2) på datornheten i elskåpet.

Om datorstyrningen slutar fungera, kan helt manuell spolning av filtren göras genom att tumhjulet på stegväljaren som sköter spolfunktionen vrids för hand. Denna sitter på styrskaftet på filtret.

Driftstörningar

Om filterspolningscykeln inte fungerar: Felsök och spola filtren manuellt.

Larm för felaktiga ventillägen vid filterspolningar visas på skärmbild "LARMTABLA".

Tillsyn

Massaförbrukningen är beroende på mängden kolsyra som neutraliseras. Förbrukning och erforderlig tillsats beräknas med utgångspunkt från filtrerad vattenmängd och kolsyrahalten i vattnet före filtret plus kolsyratillsatsen. Normalt tillsätts 100–150 kg alkalisk massa/filter ca 1 gång/vecka. Massaåtgång beräknas enligt tabell i figur 3.8 sid 42 i P73.

Exempel 3:

Filtrering genom sandfilter

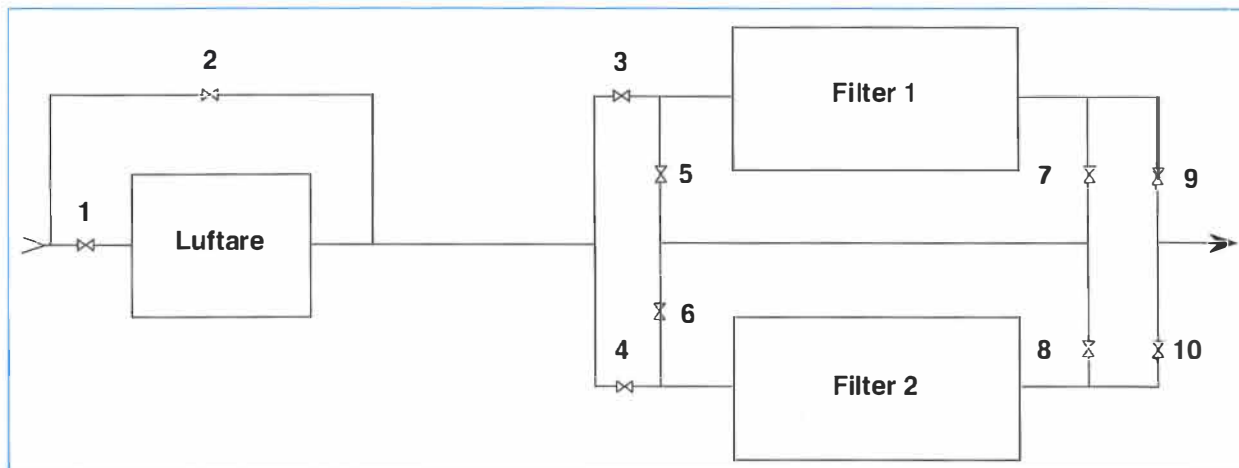
– en enkel driftinstruktion

I vattenverket finns två filter: Filter 1 (nya) är av typ Culligan Teko CSA-S 120A. Filter 2 (gamla) är av typ Callidus AF 120. Filtren är fyllda med sand. Filtren spolas automatiskt en gång per dygn. Spolningen styrs

av spolautomatik monterad på filtren.

Filtren kan köras med eller utan luftare, båda i serie, både parallellt och var för sig (se nedanstående schema för ventilinställning). Om hårdhet och alkalinitet inte behöver ökas är drift med luftare och filtren i serie det normala.

Principskiss på anläggningen



Ventilinställning med och utan luftare.

Ventil nr	Med luftare		Utan luftare	
	öppen	stängd	öppen	stängd
1	x			x
2		x	x	

Ventilinställning vid olika drift av filter.

Ventil nr	Filter i serie				Filter parallellt	
	filter 1 först		filter 2 först		öppen	stängd
3	öppen	stängd	öppen	stängd	öppen	stängd
4	x		x	x	x	
5		x	x			x
6	x			x		x
7	x			x		x
8		x	x			x
9		x	x		x	
10	x			x	x	

Ventil nr	Endast filter 1 i drift		Endast filter 2 i drift	
	öppen	stängd	öppen	stängd
3	x			x
4		x	x	
5		x		x
6		x		x
7		x		x
8		x		x
9	x			x
10		x	x	

Exempel 4:

Kemikaliebeskrivning – kalk

Lyckeby vattenverk är ett ytvattenverk med kemisk fällning. Verkets hantering av kalk får utgöra ett exempel på en kemikaliebeskrivning.

Allmän orientering

Ändamål

Kalk tillsätts för att få önskad hårdhet och önskat pH-värde. Föralkalisering sker för att få rätt fällnings-pH. Mellanalkalisering sker för att erhålla optimalt pH vid oxidation av mangan. Dosering av kolsyra tillsammans med kalk ökar vattnets hårdhet.

Normalt driftläge: Automatik

Driftförlopp

I botten på respektive kalksilo sitter en skruvdoserare som matar fram önskad mängd kalk till transportskruvarna. Transportskruven för kalken vidare till ett uppsamlingskärl där processvatten tillsätts för att slamma upp kalken. I kärlet sitter en omrörare som arbetar kontinuerligt. Från ett bräddavlopp på kärlet leds kalkvattnet till en blandningssnäcka där ytterligare vatten tillsätts. Från blandningssnäckan leds kalkvattnet till en upplösningssnäckan där en omrörare arbetar kontinuerligt.

Kalkvattnet leds över från upplösningssnäckan till en klarningsbassäng där olösligt material sjunker till botten som "kalkslam". Via ett bräddavlopp från klarningsbassängen leds kalkvattnet till kalkvattenmagasinet.

Kalkdoserare och processvattenpumpar styrs av nivån i kalkvattenmagasinet via en tryckgivare.

Från kalkvattenmagasinet pumpas kalkvatten till ingången på råvattensnäckan (föralkalisering) och till blandningskammaren efter Dynasandfilterna (mellanalkalisering). Som reserv för lutdosering kan kalkvattnet pumpas till ingången före renvattensnäckan.

Föralkaliseringsdosen baseras på förhållandet av den mängd kalkvatten, ALG och kolsyra som doseras för att erhålla rätt fällnings-pH. Föralkaliseringen styrs av ledningsförmågan i råvattnet via regulator 2:1 märkt kalk-råvatten, där man ställer in ett fiktivt börvärde. Regulatorn till kalkvattenpumparna styr varvtalet på pumparna via frekvensomvandlare. pH-värdet i linjepumpgropen och i Dynasandfilterlinjerna är referensvärden.

Mellanalkaliseringen styrs av pH-värdet på vattnet

innan det leds in i oxidationsbassängerna. Via regulator 4:1 märkt pH-oxiderat ställs börvärdet in. pH-värdet i samlingsrännan efter oxidationsbassängerna är referensvärde.

Regulatorerna till kalk-vattenpumparna styr varvtalet på pumparna via frekvensomvandlare. En frekvensomvandlare till respektive pump. Systemen för dosering av kalkvatten är dubblerade. Ett system för föralkalisering respektive mellanalkalisering står alltid i reserv.

Koncentrationen på kalkvattnet är beroende av mängden kalk och vatten. Vattenmängden är konstant. Ändring av kalkkoncentrationen sker genom ändring av kalkmängden. Varvtalet på doserskruven kan varieras via manöverskåpet för respektive doserare. Koncentrationen på kalkvattnet är inte av kritisk natur. Kontrollvägning av kalken sker för att kontrollera förbrukningen.

Påfyllning av kalk

Silo 1

Beställningsnivå ca 10–12 ton

Påfyllningsnivå ca 5–8 ton

Beställningsmängd ca 25 ton

Silo 2

Det finns ingen bestämd beställningsnivå eftersom silo 2 används som reservanläggning. Silo 2 bunkras vid behov i samband med bunkring av silo 1.

Anslutningar för fyllning av kalksilona finns på västra sidan, på stenmuren. Volymen för kalksilo 1 är 80 m³ vilket motsvarar ca 32–40 ton. Volymen för kalksilo 2 är 30 m³ vilket motsvarar ca 13–15 ton.

Efter bunkring av kalk ska skakfiltret startas och vara i drift i ca 3 minuter.

Nyckeln till manöverskåpet för skakfiltren finns vid (ange plats).

Till kalksilo 1 finns ett tidur som automatiskt stoppar skakfiltret. Till skakfilter 2 finns inget tidur; skakfiltret stoppas manuellt med brytaren.

Förbrukningskontroll

Förbrukningen kontrolleras i efterhand. Beräkningen mätt som g/m³ sker normalt på ett dygns förbrukning.

På manöverskåpet till respektive doserare sitter ett räkneverk som räknar hur många varv doseraren har gjort. Genom att läsa av räkneverket varje dygn och

multipluera antalet varv med den mängd kalk som doseraren ger per varv fås dygnsförbrukningen.

Kontrollvägning av doseraren

Samla upp den mängd kalk som doseraren ger på 10 varv och väg denna mängd. Skriv i dygnsrapporten hur mycket doseraren ger per varv.

Kontroll av processvattenflödet

Det totala processvattenflödet bör vara ca 36 m³/h

varav ca 30 m³/h till blandningssnäckan, MH01, och ca 6 m³/h till kalkupplösaren, HH01 eller HH02. Den av de två processvattenpumparna som är i drift, KP01 eller KP02, arbetar intermittent.

Läs av vattenmätaren KI08-IF01, och om kalkdoseringsanläggning 1 är i drift läs även av vattenmätaren KI09-IF01 under bestämd tid. Beräkna processvattenflödet.

Kalkvattnets koncentration kontrolleras vid behov av laboratoriet genom titrering.

Exempel 5:

Dokumentation Lyckeby Vattenverk, Karlskrona kommun

Innehållsförteckning

1. Allmän orientering
2. Administrativa uppgifter
3. Ekonomi
4. Verksamhetsorganisation
5. Personal- och telefonlista
6. Myndigheter, leverantörer och kontaktpersoner
7. Myndighetsuppgifter
8. Dimensionerande uppgifter och verklig vattenproduktion
9. Verksamhetsområde, ledningsnät, tryckstegringsstationer, reservoar
10. Byggnadsbeskrivning, ytor och volymer, ritningar
11. Rörnätanalys – Licwater
12. Kemikalier (*se exemplet Kalk ovan*)
13. Maskinförteckning
14. Råvattentäkt och skyddsområde
15. Processbeskrivning och beskrivning av vattenverk
16. Elschema, styr-, regler- och övervakningssystem
17. Funktionsbeskrivning/driftinstruktion (separat pärm)
- 17.0 Register
- 17.1 Checklistor för start/stopp, bunkring m m (*se exemplet Påfyllning av kalk ovan*)
- 17.2 Doseringsberäkningar/kontroller (*se exempel ovan*)
- 17.3 Reservförfarande
- 17.4 Larpunkter med åtgärdsförslag
- 17.5 Villkor och förreglingar (blockeringar)
- 17.6 Inställda värden
- 17.7 Tidigare driftstörningar
- 17.8 Säkerhetsrutiner
- 17.9 Tillsynsrutiner
- 17.10 Underhållsrutiner
18. Instruktioner för provtagning enligt kontrollprogram
19. Driftkontroll
20. Kontrollprogram
21. Årsrapport
22. Besiktningar

7. Anpassning till kvalitetssäkringssystem

Kraven på kvalitetssäkring av de kommunala verksamheterna har aktualiserats på senare år. Det börjar ställas krav från bl a vissa industriabonnenter samt internt i kommunerna att vattenförsörjningen bör kvalitetssäkras enligt ISO 9000 och/eller ISO 14000/EMAS på samma sätt som sker inom en stor del av övrig industri.

Kvalitetssäkring av VA-verken avhandlas i en separat rapport (VA-FORSK 1998-10). Beskrivningen av vattenverket och driftinstruktionerna ingår som en del i kvalitetssäkringen och ska då anpassas till de regler som kommer att gälla för kommunen avseende dokumentstyrning, dokumentering av verksamheten, drift- och kontrollrutiner m m. Reglerna kan i fram-

tiden komma att variera något mellan olika kommuner, även om en viss praxis sannolikt kommer att etableras.

Genomgående för kvalitetssystemen är kravet på reproducerbarhet och spårbarhet. Det innebär att dokumentationen av verksamheten ska vara så detaljerad att det i efterhand är möjligt att se vilka driftinställningar som gällde för en viss tidpunkt samt när, hur och vilka åtgärder som vidtagits. Det innebär att all tillsyn och förändring av driftparametrar, utförda kalibreringar, reparationer, rengöringar och underhåll m m av analyserande och registrerande instrument ska noteras och avvikelser dokumenteras.

8. Rutiner för ajourhållning av instruktionen

Det är viktigt att påtala det nödvändiga i att instruktionerna ajourhålls vid processförändringar och nyvunna drifterfarenheter. Datoriseringen av vattenverkens styrsystem och övervakningsutrustning har inneburit att det är lättare att göra förändringar i processen och styrsystemen än förr. Det här är till stor nytta. Samtidigt har det blivit mer komplext att i efterhand utläsa funktionen i programmen om förändringen inte har dokumenterats noggrant av den som utformat den.

Många gånger skrivs programmen av extern personal utan direkt koppling till verksamheten. Det innebär att ett flertal personer kan vara involverade i samma system. Det är därför mycket viktigt med ajourhållning av såväl driftinstruktioner som övrig doku-

mentation av styrsystemen. I varje beställning (intern eller extern) av processförändringar eller ändringar av datorernas programvara ska det ställas krav på omgående uppdatering av dokumentation och driftinstruktioner.

Det bör framgå av instruktionen när den har reviderats och av vem, t ex genom revisionsdatum och fullständigt namn i dokumentets sidhuvud eller sidfot på varje sida.

Uppdatering av driftinstruktionen ska göras årligen. Fullständig revision av beskrivning och instruktioner bör göras i samband med ombyggnader och därefter med ca tio års intervall.

9. Tillgänglighet till dokumentationen

Beskrivningar och driftinstruktioner ska naturligtvis finnas lätt tillgängliga för den personal som arbetar på och ansvarar för verksamheten på vattenverket. Men samtidigt innehåller den en mängd samlad information som i felaktiga händer kan utgöra en risk för sabotage av vattenförsörjningen. Det kan gälla allt från "practical jokes" till planlagda sabotage. Om utomstående personer får ingående kännedom om vattenverkets tekniska installationer, driftrutiner m m finns det risk för oönskade ingrepp i anläggningarna som kan få allvarliga konsekvenser.

Driftinstruktioner och all teknisk dokumentation bör förvaras där besökare inte har fritt tillträde under arbetstid och i låst och larmat utrymme under icke arbetstid. Om informationen finns inlagd på data-media, bör tillgången till informationen begränsas till berörd personal med hjälp av behörighetsnivåer och lösenord eller likvärdigt skydd. Var observant på att många nätbaserade system är sårbara utifrån för "hackers".

10. Tips vid arbetet med driftinstruktionen

- Det är viktigt att driftpersonalen känner sig delaktig i arbetet. Det är de som har den praktiska kunskapen om processen och det är deras arbete, rutiner och erfarenheter som ska dokumenteras för framtiden. När detta är nertecknat är det lättare att avgöra om några rutiner kan ändras. Det är personalen tillsammans med driftledningen som ska avgöra innehållet, avgränsningarna och detaljeringsgraden på instruktionerna.
- Drift- och rörnästekniker är ofta ovana att själva skriva instruktioner. Det kan därför vara nödvändigt att få hjälp av någon person som är mer van att skriva. Förklara syftet med driftinstruktionen och varför den behövs, och diskutera lämplig omfattning med personalen. Gå igenom hela anläggningen på plats och låt dem berätta. Använd t ex bandspelare och kamera. Skriv ner informationen och låt sedan personalen läsa igenom och ändra i materialet.
- Om ni själva vill arbeta med instruktionerna på era vattenverk men är osäkra på utformningen, kan ni ta hjälp av en extern konsult för den första instruktionen och sedan ha den som mall för det fortsatta arbetet.
- Var noga med att strukturera texten väl och begränsa omfattningen. Det är lätt att göra dokumentationen alltför omfattande och detaljerad. Då blir instruktionen svår att använda.
- Anställ yngre maskinister i förtid (ersättare för pensionsavgångar) och låt dem arbeta med driftinstruktionerna tillsammans med den äldre personalen. Det är ett utmärkt sätt att lära sig anläggningen. Glöm dock inte att de behöver en "mentor" som kan hjälpa dem om de får problem.
- Använd ett språk som alla förstår och de beteckningar och namn som används normalt i driften. Undvik att använda förkortningar om de inte finns förklarade i driftinstruktionen. Använd genomgående samma benämning på såväl utrustning som processer. Förutsätt att alla som använder dokumentationen har en maskinists kompetens eller motsvarande. Det är ofta lämpligt att anpassa texten för en person som bara tillfälligtvis kommer till vattenverket under jouren.
- Om ni anlitar extern hjälp, var noga med att allt material återlämnas så att ni själva kan hålla instruktionen uppdaterad.
- Det är lätt att bli "hemmablind", så be någon person som har teknisk kompetens men inte normalt arbetar på vattenverket att läsa igenom konceptet till beskrivning och driftinstruktion.
- Var noga med att kontrollera att befintlig dokumentation verkligen är aktuell innan den inkluderas i beskrivningen. Det händer ofta att mindre ändringar görs utan att de dokumenteras. Skapa en rutin som underlättar framtida ajourhållning av såväl ritningar som beskrivningar och driftinstruktioner.
- Dela upp instruktionen i numrerade avsnitt där varje avsnitt börjar på ny sida, så att ni enkelt kan byta ut eller komplettera sidor utan att behöva byta ut hela instruktionen. Det ska framgå av varje sida i instruktionen när sidan är reviderad. Det underlättar att använda inbyggda funktioner i ordbehandlingsprogrammet som "sparat datum" eller "utskriftsdatum".
- Håll reda på vilka (antalet) instruktioner som finns (kompleta eller i delar) så att alla uppdateras vid revidering. Annars är risken att någon instruktion inte uppdateras. Mellan revideringstillfällena förs alla ändringar in i en ajourhållen instruktion (och endast denna).
- Tag för vana att notera onormala händelser med orsaker, vidtagna åtgärder m m på ett papper och stoppa in detta under rätt avsnitt i den ajourhållna instruktionspärmen omedelbart efter händelsen. Efter ett tag är det svårt att komma ihåg händelseförloppet. Ta även med misstagen – så att kollegerna inte gör om dem.
- Delegera till en person att ansvara för revideringar och utbyte av material i pärnarna. Personens namn ska framgå av handlingen.

11. Litteraturförteckning

- 1 Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten, SLV FS 1993:35
- 2 Dricksvattenteknik – Grundvatten, publikation VAV P71 1994
- 3 Dricksvattenteknik – Ytvatten, publikation VAV P72 1992
- 4 Dricksvattenteknik – Efterbehandling, distribution, publikation VAV P73 1996
- 5 Dricksvattenteknik – Formelsamling och räkneesempel, publikation VAV P80 1998
- 6 Vattenledningar och reservoarer. Spolning, rensning och desinfektion, publikation VAV P77 1995
- 7 Struktur för ledningssystem VA. VA-FORSK-rapport 1998-10

Beräkning av lutspädning NaOH**Manuell beräkning** (se VAV P73 sid 99)

Slutvolym (D=) 250 liter

Önskad lutkonc. (B=) 100 g NaOH/l

NaOH-mängd = $D \times B = 250 \text{ l} \times 100 \text{ g}$

48 %-ig lut har halten (A=) 723,1 g NaOH/l

Konc. lut förbrukning = $D \times B / A = 250 \times 100 / 723,1$
= 34,6 liter**Beräkning med Excelkalkyl**Kopior på Excelkalkyler (filerna kan hämtas via internet
på VAV's hemsida <http://www.vav.se>
eller via e-post från mats.runeson@mark-vatten.se)**Hur mycket lut respektive vatten skall tillsättas
till en given slutvolym.**

Skriv in dina data i de tonade rutorna

Indata:

48	Vikts-% konc. lut
100	Önskad lutkonc. (g NaOH/l)
250	liter Slutvolym

Resultat:

215,4	liter vatten före luttillsats
34,6	liter konc. lut åtgång
9,0	vikts% NaOH i utspädd lut
9 °C	frystemperatur hos konc. lut
-9 °C	frystemperatur hos utspädd lut
14 °C	lägsta temp. i lokalen
1,51	kg/l - densitet i konc. Lut+
1,10	kg/l - densitet i utspädd lut
723,1	g/l - NaOH-halt i konc. lut
75,8	cP - viskositet hos konc lut
1,7	cP - viskositet i utspädd lut

Data för natriumhydroxid

Vikts-%	Densitet kg/l	NaOHhalt g/l	Viskositet 20°C cP	Frys-punkt °C
0	1,0000	0,00	1,00	0
1	1,0095	10,1	1,05	-1
2	1,0207	20,4	1,11	-2
3	1,0318	31,0	1,18	-3
4	1,0428	41,7	1,25	-4
5	1,0538	52,7	1,33	-5
6	1,0648	63,9	1,42	-6
7	1,0758	75,3	1,51	-7
8	1,0869	87,0	1,62	-8
9	1,0979	98,8	1,74	-9
10	1,1089	110,9	1,88	-10
11	1,1199	123,2	2,04	-12
12	1,1309	135,7	2,20	-13
13	1,1420	148,5	2,38	-15
14	1,1530	161,4	2,57	-17
15	1,1641	174,6	2,79	-18
16	1,1751	188,0	3,04	-21
17	1,1862	201,7	3,34	-24
18	1,1972	215,5	3,70	-26
19	1,2082	229,6	4,12	-28
20	1,2191	243,8	4,62	-27
21	1,2301	258,3		-26
22	1,2411	273,0	5,76	-25
23	1,2520	288,0		-23
24	1,2629	303,1	7,10	-20
25	1,2740	318,5	7,90	-16
26	1,2848	334,0	8,74	-12
27	1,2956	349,8		-9
28	1,3064	365,8	10,83	-6
29	1,3172	382,0		-3
30	1,3279	398,4	13,52	0
35	1,3798	482,9		11
36	1,3900	500,4	25,28	13
37	1,4001	518,0		14
38	1,4101	535,8	30,46	15
39	1,4201	553,8		15
40	1,4300	572,0	36,32	16
41	1,4397	590,3		15
42	1,4494	608,7		14
43	1,4590	627,4		12
44	1,4685	646,1		10
45	1,4779	665,1		5
46	1,4873	684,2		6
47	1,4969	703,5		8
48	1,5065	723,1		9
49	1,5159	742,8		10
50	1,5253	762,1	85,00	11