

Minskning av in- och utläckage genom aktiv läcksökning

Jenny Uusijärvi



Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvatten
Management

SVU styrs av en kommitté, som utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

Agneta Granberg, ordförande
Daniel Hellström, sekreterare
Henrik Aspegren
Per Ericsson
Stefan Johansson
Henrik Kant
Lena Ludvigsson-Olafsen
Lisa Osterman
Kenneth M. Persson
Lars-Gunnar Reinius
Bo Rutberg
Lena Söderberg

Göteborgs Stad
Svenskt Vatten
VA SYD
Norrvatten
Skellefteå kommun
Göteborg Vatten
Smedjebackens kommun
Örebro kommun
Sydvatten AB
Stockholm Vatten AB
Sveriges Kommuner och Landsting
Svenskt Vatten

Författaren är ensam ansvarig för rapportens innehåll, varför detta ej kan återopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling
Svenskt Vatten AB
Box 47607
117 94 Stockholm
Tfn 08-506 002 00
Fax 08-506 002 10
svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se

Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.

Rapportens titel:	Reducering av in- och utläckage genom aktiv läcksökning
Title of the report:	Reducing water loss and infiltration water through leak detection
Rapportnummer:	2013-03
Författare:	Jenny Uusijärvi, Norrköping Vatten
Projektnummer:	25-111
Projektets namn:	Energieffektivisering genom aktiv minskning av mängden tillskottsvatten
Projektets finansiering:	Svenskt Vatten Utveckling, Norrköping Vatten och Energimyndigheten
Rapportens omfattning	
Sidantal:	76
Format:	A4
Sökord:	Läcksökning, utläckage, tillskottsvatten, ammoniummetoden, energieffektivisering
Keywords:	Leak detection, water loss, infiltration water, ammonium method
Sammandrag:	2007 startade Norrköping Vatten ett läcksökningsprojekt med syfte att minska in- och utläckage från ledningsnätet. Rapporten beskriver arbetet och de resultat som uppnåtts.
Abstract:	In 2007, Norrköping Vatten started a project in purpose to reduce volumes of water loss and infiltration water. This report describes the work and the results achieved.
Målgrupper:	VA-verksamheter
Omslagsbild:	Inläckage i spillvattenbrunn. Foto: Norrköping Vatten
Rapport:	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se
Utgivningsår:	2013
Utgivare:	Svenskt Vatten AB © Svenskt Vatten AB

Förord

Under åren 2007 till 2009 valde Norrköping Vatten att genom ett bolagsövergripande projekt fokusera arbetet på utläckage från dricksvattennätet och inläckage i spillvattennätet. Med stort engagemang från medarbetare inom hela organisationen genomfördes ett omfattande läcksökningsarbete som resulterade i många åtgärder av olika storlek. Och med olika stort resultat.

2009 beviljades projektet ett bidrag från Svenskt Vattens energieffektiviseringsprojekt för "Energieffektivisering genom aktiv minskning av mängden tillskottsvatten". Denna rapport är en del i energieffektiviseringsprojektet och en sammanställning av de arbetsmetoder, resultat och lärdomar som läcksökningsarbetet i Norrköping gett.

Norrköping augusti 2012

Jenny Uusijärvi

Innehåll

Förord.....	3
Sammanfattning.....	6
Summary.....	7
1 Inledning.....	8
2 Bakgrund.....	9
2.1 Definitioner	9
2.2 Beskrivning anläggningar	9
3 Arbetsmetodik.....	13
3.1 Läcksökningsstrategier.....	13
3.2 Övriga åtgärder	16
4 Projektets genomförande	17
4.1 Organisation och målsättning	17
4.2 Utredningar och åtgärder Skärblacka	18
4.3 Utredningar och åtgärder i övriga områden	20
5 Resultat och diskussion	22
5.1 Utläckage.....	22
5.2 Tillskottsvatten	23
5.3 Energiberäkningar	26
6 Slutsatser och erfarenheter.....	27
7 Fortsatt arbete.....	28
8 Referenser.....	29
Bilaga 1 Utförda åtgärder	30
Bilaga 2 Energiberäkning.....	32
Bilaga 3 Beräkningsmall.....	34
Bilaga 4 Att söka efter in- och utläckage. Handbok.....	35

Sammanfattning

För dem som arbetar med dricksvattenproduktion, spillvattenrening och ledningsnät är vattenläckor och tillskottsvatten välkända problem. I början av 2007 startade Norrköping Vatten ett treårigt projekt med syfte att minska utläckaget från dricksvattennätet samt inläckaget till spillvattennätet. Projektets uppdrag var att med hjälp av mätningar i fält genomföra en analys av ledningsnäten och prioritera nödvändiga åtgärder. Utöver detta skulle olika metoder för läcksökning testas och utvärderas och sammanställas som en handbok för framtida läcksökningsarbete.

Av de metoder som testades var det den ”hemsnickrade” ammoniummetoden som blev den huvudsakliga läcksökningsmetod som användes. Arbetssättet innebär att utspätt spillvatten lokaliseras genom provtagning och analys av ammonium i brunnar på spillvattennätet. Ett antal knutpunkter på nätet väljs som utgångspunkter för provtagningen och om ammoniumhalterna i knutpunkterna är låga, följs nätet uppströms med provtagning i varje brunn tills inläckaget ringats in. Metoden utvecklades för läcksökning efter tillskottsvatten, men med tiden visade den sig dock vara lika effektiv för ett systematiskt letande efter dricksvattenläckor.

Under drygt ett års tid koncentrerades arbetet till Skärblacka, ett mindre samhälle utanför Norrköpings tätort som under en längre tid haft problem med både högt utläckage och stora mängder tillskottsvatten. Resultatet från läcksökningsarbetet ledde till ett stort antal åtgärder både på dricksvatten-, spillvatten- och dagvattennätet. Med hjälp av ammoniummetoden lokaliserades 22 st dricksvattenläckor vilket medförde att utläckaget minskade med drygt 1 000 m³/dygn! Volymen tillskottsvatten minskade med 460 000 m³ mellan 2007 och 2010, vilket motsvarar en minskning från 76 till 62 % av den totala volymen inkommande vatten. Antalet bräddtillfällen från ledningsnät, pumpstationer och reningsverk var också färre efter genomförda åtgärder jämfört med tidigare år.

Minskade volymer av tillskottsvatten och utläckande dricksvatten leder, förhoppningsvis, även till en minskad energiförbrukning. Förändrade driftförhållanden i Skärblacka mellan 2009 och 2010 gör det dock svårt att utvärdera effekten av läcksökningsarbetet. En teoretisk beräkning av energiminskningen genomfördes med hjälp av nyckeltal för vattenproduktion, reningsverk och pumpstationer och antaganden om hur stor del av den totala energianvändningen som går att påverka genom ett minskat flöde. De minskade volymerna utläckage och tillskottsvatten i Skärblacka skulle på det sättet inneburit att den påverkbara energiförbrukningen minskat med 34 %.

Sedan projektet avslutades har läcksökningsarbetet drivits vidare inom ordinarie driftorganisation, med lärdomar från projektet som grund för nya mål och förfinade arbetsmetoder. Nya erfarenheter har visat att insatser på huvudledningsnätet ofta inte är tillräckligt utan att åtgärder på servisledningar också är nödvändigt för att kunna minska tillskottsvattnet.

Summary

Water leakage and infiltration are well known problems for those who work with drinking water production, wastewater treatment and their distribution/collection grids. In early 2007, Norrköping Water started a three year project aimed at reducing leakage out from drinking water grids (“Seepage”) and water infiltration into wastewater grids (“Infiltration”). The purpose of the project was to carry out an analysis of these pipe grids by using measurements taken in the field so as to prioritize remedial action. In addition, different methods of leak detection were tested and evaluated so as to compile a guide for future use.

Of the methods tested, it was the locally developed “Ammonium method” which became the primary method of leak detection. This approach locates diluted wastewater by adding ammonium to the grid and then sampling and analyzing the ammonium level in wastewater wells. A number of nodes within the collection grid are selected as start points for sampling. If the amount of ammonia at these points is low, the grid is traced upstream until the infiltration point is found. The method was developed for use within wastewater networks, but over time it proved to be as effective for systematic identification of drinking water leakage.

Over the course of a year, the work was concentrated around Skärblacka, a small community outside the Norrköping urban area. This drinking and wastewater grid had severe problems with high volumes of seepage and infiltration. The results of leak detection led to a large number of repairs within the drinking water, wastewater and stormwater grids. Use of the ammonium method located 22 water leaks, which in turn led to a reduction in seepage by more than 1 000 m³/day. The volume of infiltration, between 2007 and 2010, fell by 460 000 m³ which is a decrease from 76 % to 62 % of the total volume of incoming wastewater. The number of wet weather overflows from grids, pumping stations and treatment plants was also reduced compared to previous years.

Lower volumes of infiltration and seepage should also provide reduced energy usage. Unfortunately, changes in the operating conditions in the Skärblacka area between 2009 and 2010 make leak detection evaluation difficult. A theoretical calculation of energy saving was performed by using the key performance indicators for water and wastewater plants, pumping stations and assumptions about how much of the total energy used could be saved by a flow reduction. The lower volumes of seepage and infiltration in Skärblacka indicate an energy consumption reduction of 34 %.

Subsequent leak detection efforts continued within the regular operational organization, where the lessons learned from the project were used as the basis for new goals and method refinement. Recent experience has shown that efforts concentrated on the main grid are often insufficient and that supplemental action on final user connections is also necessary to reduce the volume of infiltrated water.

1 Inledning

För dem som arbetar med dricksvattenproduktion, spillvattenrening och ledningsnät är vattenläckor och tillskottsvatten välkända problem. Tillskottsvatten kan vara inläckande grundvatten och sjövattnen lika väl som vatten från anslutna ytor och dräneringar. Oavsett var det kommer ifrån så påverkar det hela kedjan, från ledningsnät via pumpstationer till reningsverk. Även utläckande dricksvatten letar sig in i spillvattennätet som tillskottsvatten och påverkar på så sätt båda systemen.

I början av 2007 startade Norrköping Vatten ett treårigt projekt med syfte att minska utläckaget från dricksvattennätet samt inläckaget till spillvattennätet. Projektets uppdrag var att med hjälp av drift- och felavhjälpningsstatistik samt mätningar i fält, genomföra en analys av ledningsnäten och prioritera nödvändiga åtgärder. Utöver detta skulle olika metoder för läcksökning testas och utvärderas. Resultatet skulle sammanställas i form av en handbok för framtida läcksökningsarbete.

Efter tre års arbete, bestående av omfattande läcksökningsinsatser och ett stort antal investerings- och underhållsåtgärder, avslutades projektet i december 2009. Denna rapport beskriver det arbete som genomfördes och de resultat, slutsatser och erfarenheter som läcksökningsarbetet gav.

2.2.1 Slottshagens reningsverk

Slottshagen är Norrköpings största reningsverk och beläget i de centrala delarna av tätorten. Verket är dimensionerat för 200 000 pe och hade 2006 en faktisk anslutning på 119 000 pe. Reningsprocessen består av mekanisk rening, förfällning, biologisk kväverening med aktivslamprocess och efterfällning. Medelvärde för inkommande flöde 2006 var 41 000 m³/dygn. Upptagningsområdet är 54 km² stort och innefattar ett flertal ytterområden. Karta över upptagningsområdet presenteras i figur 2-2.

Slottshagens ledningsnät består av drygt 50 mil spillvattenledning, 35 mil dagvattenledning, 5 mil kombinerade ledningar och ca 120 pumpstationer. Andelen duplikat system utgör 90 % av ledningsnätet. Andelen tillskottsvatten till reningsverket var 42 % år 2006.



Figur 2-2 Karta över Slottshagens upptagningsområde

2.2.2 Skärblacka vattenverk och reningsverk

Skärblacka är ett mindre brukssamhälle ett par mil väster om Norrköpings tätort. Upptagningsområdet är på 445 ha och i det ingår de intilliggande orterna Kimstad och Norsholm (se figur 2-3). Reningsverket är dimensionerat för 16 350 pe och den faktiska anslutningen 2006 var 7 100 pe. I reningsprocessen ingår mekanisk rening, simutanfällning och biologisk rening med aktivslamprocess samt efterfällning. Årsmedelvärdet för inkommande flöde var 4 500 m³/dygn år 2006.

Ledningsnätet i upptagningsområdet utgörs av ca 7 mil spillvattenledning, knappt 3 mil dagvattenledning och ca 24 pumpstationer. Andelen utbyggt duplikat system är 70 %. 2006 var andelen tillskottsvatten till reningsverket 76 %.

Upptagningsområdet för Skärblacka vattenverk är detsamma som för reningsverket och ledningslängden för dricksvattnenätet är ca 7 mil. Vattenverket är dimensionerat för en produktion på 3 800 m³/dygn och antalet anslutna personer var 2006 ca 6 200. Samma år var dricksvattenproduktionen 2 700 m³/dygn och andelen odebiterat vatten 56 %.



Figur 2-3 Karta över Skärblackas upptagningsområde

En stor del av det läcksökningsarbete och de åtgärder som genomfördes inom projektet koncentrerades till Skärblacka. Anledningen till detta var en planerad nedläggning av både vatten- och reningsverket, vilken genomfördes i februari 2010. Mer om arbetet i Skärblacka finns att läsa i kapitel 4.

2.2.3 Arkösund reningsverk

Arkösund är ett litet, kustnära samhälle där antalet boende ökar kraftigt under sommarmånaderna. Reningsverket är dimensionerat för 1 000 pe och hade 2006 en faktisk anslutning på 260 pe. Upptagningsområdets storlek är

ca 21 ha (se figur 2-4). Reningsprocessen utgörs av mekanisk rening, förfällning, biologisk rening med biobädd samt efterfällning. 2006 var årsmedelvärdet för inkommande flöde 230 m³/dygn.

Ledningsnätet i Arkösund består av knappt 8 km spillvattenledning, ca 0,7 km dagvattenledning och 7 pumpstationer. Andelen utbyggt duplikat system är ca 25 %. Andelen tillskottsvatten till reningsverket 2006 var 74 %.



Figur 2-4 Karta över Arkösunds upptagningsområde

3 Arbetsmetodik

3.1 Läcksökningsstrategier

Det projekt som genomfördes och som beskrivs vidare i kapitel 4 hade utöver att minska in- och utläckaget som uppgift att testa och utvärdera olika läcksökningsmetoder. Någon systematisk läcksökning hade inte tidigare genomförts i Norrköping, varken på dricksvatten- eller spillvattennätet, och tanken var att projektet skulle arbeta fram en metod som sedan skulle implementeras i den dagliga verksamheten. Efter projektets avslut sammanställdes och utvärderades samtliga läcksökningsmetoder i en läcksökningshandbok (se bilaga 4). Ett urval av de metoder som användes presenteras nedan.

Installation av tryck- och flödesmätare

Flödesmätning kan användas för läcksökning både på dricksvatten- och spillvattennätet. Genom att mäta dricksvattenflödet till ett område och jämföra med försåld volym eller genom att analysera förändringar i nattminimiflödet kan läckor i ett område upptäckas. På liknande sätt kan tryckmätare användas, där ett tryckfall indikerar att en läcka uppstått. På spillvattennätet kan flödesmätning hjälpa till att ge en bild av vilka områden som bidrar med mycket tillskottsvatten vid nederbörd.

Under projektet installerades ett antal flödesmätare på både dricksvatten- och spillvattennätet. Tanken var att kartlägga var flödesförändringarna var som störst och på så vis identifiera områden för läcksökning och åtgärder. På grund av problem med inkoppling och överföring till övervakningssystemet blev inte informationen från mätarna tillgänglig under projektiden och någon utvärdering kunde inte göras.

Sektionering i stor skala

Sektionering av dricksvattennätet är ett sätt att översiktligt identifiera områden med mycket utläckage. Arbetsgången är sådan att en begränsad del av vattennätet delas in i ett flertal mindre områden, vilka var och ett kan avgränsas från de andra genom att strategiskt placerade ventiler stängs. En förutsättning för att kunna genomföra läcksökning på detta sätt är att en vattenreservoar eller vattenverk finns kopplat mot området. Vattnet stängs sedan områdesvis samtidigt som nivåförändringen i vattenreservoaren läses av varje minut under en tiominuters period. Den avlästa förbrukningen jämförs med en förväntad/beräknad förbrukning för varje delområde. En avläst (verklig) förbrukning som är högre än den förväntade innebär att det finns läckor i området. Lämplig tid att genomföra en sektionering är mellan kl 00–05, då dygnsförbrukningen är som lägst.

Den här formen av läcksökning kräver omfattande förberedelser. Dokumentation över nätet, indelning av områden och schema för ventilstängning måste tas fram. Att rondera aktuella ventiler för att försäkra sig om att de fungerar kan vara en fördel. För att säkerställa att nätet blivit trycklöst då rätt ventiler stängs är det lämpligt att kontrollera detta med hjälp av brandposter. Två sektioneringar genomfördes under projektet, en för

delar av Norrköpings tätort och en i Skärblacka. Sektioneringarna berörde omkring 49 000 respektive 6 000 personer. Trots noggranna förberedelser blev resultaten tveksamma. Vad detta beror på är oklart. Vid den första sektioneringen i Norrköpings tätort kontrollerades aldrig om områdena blivit trycklösa, vilket gör att det finns en stor osäkerhet i utvärderingen.

Läckloggrar

Läcksökning med hjälp av loggrar går till så att loggrarna placeras ut på brandposter, eller liknande anordningar, där de registrerar läckljud under nattimmarna då förbrukningen är som lägst. Vid avläsning fås sedan en indikation om det finns en misstänkt läcka. Utplacering av loggrar genomfördes i stora delar av Norrköpings innerstad samt i ett mindre område i Skärblacka.

Denna metod förväntades leda till upptäckt av flertalet läckor, men gav i slutänden ett mindre gott resultat. Anledningen var inte metoden som sådan, utan en planeringsmiss då påverkan av yttre faktorer inte övervägdes innan start. Undersökningen i innerstaden gav väldigt många läckindikeringar utan att någon faktisk läcka kunde lokaliseras. En trolig orsak är att det i stadsmiljö är för många störande ljud även nattetid, vilket loggrarna registrerar som läckljud. En fördel med loggrarna är att de är flyttbara och enkla och snabba att läsa av. En nackdel är att de fungerar dåligt på ledningar med befintliga lagningar och inte alls på ledningar av plast.

Ammoniummetoden

Mätning av tillskottsvatten sker ofta under natten, för att spillvattenflödet i ledningarna ska vara så lågt som möjligt. För att kunna genomföra läcksökning under dagtid, utan alltför mycket förberedande arbete och långa väntetider på resultat, diskuterades inom projektet möjligheten att kontrollera föroreningshalten i spillvattnet. Låga halter av exempelvis kväve (ammonium) tyder på att spillvattnet är utspätt. En metod baserad på ammoniummätning på spillvattennätet ("ammoniummetoden") arbetades gemensamt fram och blev den huvudsakliga läcksökningsmetod som användes under fältarbetet.

Ammoniummetodens arbetssätt innebär att utspätt spillvatten lokaliseras genom provtagning och analys av ammonium i brunnar på ledningsnätet. Med hjälp av en portabel ammoniummätare kan proverna analyseras direkt på plats och ett snabbt resultat erhålls. Till en början väljs ett antal knutpunkter på nätet som utgångspunkter för provtagningen. Om ammoniumhalterna i knutpunkterna är låga, följs nätet uppströms med provtagning i varje brunn tills inläckaget ringats in. Figur 3-1 visar en bild tagen under arbetet.

För att kunna utvärdera provtagningen antogs ammoniuminnehållet i ett koncentrerat spillvatten vara omkring 45 mg/l. Som riktvärde i fält användes sedan en ammoniumhalt på 20 mg/l; halter under 20 mg/l medförde fortsatt provtagning, medan vidare provtagning avvaktades vid högre halter. Som komplement till ammoniumproverna kan vattnet även analyseras med avseende på klor, exempelvis genom tillsats av en färgreagens. Om provet ger utslag för kloröverskott, kan inläckaget antas bestå av dricksvatten och läcksökning kan inledas på dricksvattennätet. Om ingen vattenläcka hittas



Figur 3-1
Provtagning i spillvattenbrunn

eller om kloranalysen visar på inläckage av annan typ av vatten (grund-/markvatten) är TV-inspektion en lämplig metod för att lokalisera källan.

Ammoniummetoden användes till en början enbart av den grupp som arbetade med tillskottsvatten. Med tiden visade den sig dock vara lika effektiv för ett systematiskt letande efter dricksvattenläckor och var en anledning till att läcksökningen under projektets sista år genomfördes gemensamt.

Med ammoniummetoden går det att snabbt få en överblick av vilka delar av ett område som är i behov av vidare läcksökning utan några större förberedelser. Nackdelen är att ett funnet inläckage måste åtgärdas innan läcksökningen kan fortsätta nedströms. I det läcksökningsarbete som fortsatt efter projektets avslut har arbetssättet och användningen av metoden utvecklats. Nu används den i ett inledningsskede till att få en överblick av inläckaget i ett område genom att samla in prover i utvalda brunnar vid torrväder och regn och utifrån resultaten fatta beslut om var fortsatt läcksökning ska ske.

TV-inspektion av spillvattenledningar

TV-inspektion av spill- och dagvattenledningar är ett sätt att få information om ledningsnätets kondition. Om syftet med inspektionen är att upptäcka problem som rötter, sprickor och rörbrott kan filmning ske när som helst. Är avsikten däremot att lokalisera källor till tillskottsvatten och de punkter på ledningsnätet där vattnet tar sig in, bör filmning ske under perioder då inläckaget är stort, som vid nederbörd, snösmältning etc.

I Skärblacka genomfördes en omfattande TV-inspektion som pågick under lång tid. Detta medförde att en stor del av ledningsnätet filmades under torrt väder och betydligt färre punkter för inläckage än väntat upptäcktes. Då det emellanåt kan vara svårt att samordna TV-inspektionerna och vädret, är proppning och dämning av intilliggande dagvattenledningar en möjlighet att upptäcka läckage mellan systemen.

Kontroll av stuprörsanslutningar

Stuprör kopplade till spillvattennätet är ytterligare en källa till tillskottsvatten. Genom att spola stuprören med färgat vatten och titta i spolbrunn eller brunnar på huvudledningarna, går det på ett enkelt sätt att avgöra till vilken ledning de är anslutna. Under projektet gjordes försök att på liknande sätt kontrollera dräneringar, då det är vanligt att källarfastigheter har sin anslutning till spillvattnet. Svårigheter att hitta spolbrunnar och osäkerhet kring resultaten gjorde dock att inventeringen lades ner.

Senare erfarenheter har visat att överläckage mellan dag- och spillvattenserviserna kan vara orsaken till att vattnet från stuprören kommer i spillvattennätet, även om själva anslutningen är mot dagvattenledningen. Att filma servisen samtidigt som stuprören spolas är ett sätt att säkerställa resultatet.

3.2 Övriga åtgärder

Parallellt med fältarbetet pågick ett stort antal övriga utredningar samt investerings- och underhållsåtgärder på både dricksvatten- och spillvatten-nätet. Ett urval listas nedan. Ett flertal av åtgärderna var framtagna och planerade sedan tidigare, men fick i vissa fall en högre prioritering i och med att de genomfördes inom projektet.

Utredningar

- Inmätning grundvattenrör
- Jämförelser havsnivå och spillvattenflöden
- Kontroll av nattförbrukning
- Beräkning och jämförelse mellan hög- och lågflöde i pumpstationer
- Kontroll av pumpstationers nödutlopp

Åtgärder

- Reliningar
- Tätning av brunnar
- Utökad övervakning i pumpstationer
- Framtagande av beräkningsmodeller för dricksvatten
- Reparation av vattenläckor
- Strategiskt utbyte av galvledningar

4 Projektets genomförande

4.1 Organisation och målsättning

Tanken med att starta ett stort läcksökningsprojekt var att kunna ta ett helhetsgrepp och belysa problemet med utläckage och tillskottsvatten från alla håll. För att göra det var det viktigt att involvera personal från så många delar av bolaget som möjligt. Två stycken delprojekt bildades för att samordna arbetet; ett för dricksvatten (utläckage) och ett för spillvatten (tillskottsvatten). I projektgrupperna samlades sedan driftingenjörer, drifttekniker och labpersonal från verk och ledningsnät, underhållsingenjörer för ledningsnät och pumpstationer, projektörer för ledningsnät samt ansvariga för kartdokumentation, styrsystem och fakturering. Under hela 2008 frigjordes också två personer från sina ordinarie tjänster för att på heltid ägna sig åt läcksökning i fält.

Arbetet i delprojekten drevs parallellt under de första två åren, men inför det avslutande året slogs grupperna ihop. Anledningen var dels förändringar i projektledningen, dels möjligheten att få en bättre samordning av fältarbetet och dra nytta av det samband som upptäckts mellan utläckage och tillskottsvatten.

Den övergripande målsättningen var att minska andelen tillskottsvatten och utläckage både i centralorten och omgivande ytterområden. Utöver det fick respektive projektgrupp i uppdrag att utifrån statistik och samlad erfarenhet ta fram detaljerade och kvantitativa mål för sitt delprojekt.

Projektgruppen för utläckage beslutade som mål att under projektiden halvera volymen odebiterat vatten och definierade ett måltal för det totala utläckaget. Gruppen som skulle arbeta med tillskottsvatten valde att fastställa mål för tre utvalda reningsverk; Slottshagen, Skärblacka och Arkösund (se kapitel 2 för beskrivning). För Slottshagen och Arkösund bestämdes att vid projektets avslut skulle nivån på mängden tillskottsvatten vara den lägsta sedan 1995. Måtalet för Skärblacka var fastställt sedan tidigare, då det fanns ett krav från Länsstyrelsen om att minska andelen tillskottsvatten med anledning av den förestående nedläggningen (se vidare kapitel 4.2).

”Utgångsläget” vid projektstart, med andelen tillskottsvatten respektive odebiterat vatten för år 2006, samt måltal för respektive projekt presenteras i tabell 4-1.

Tabell 4-1 ”Utgångsläget” och måltal för utläckage respektive tillskottsvatten

Utläckage	Totalt		
Andel odebiterat vatten 2006	30 %		
Måltal 2009	18 %		

Tillskottsvatten	Slottshagen	Skärblacka	Arkösund
Andel tillskottsvatten 2006	42 %	76 %	74 %
Måltal 2009	< 30 %	< 50 %	< 60 %

Uppföljningen av målen genomfördes månadsvis genom jämförelser mellan inkommande/utpumpade flöden och debiterad volym dricksvatten.

4.2 Utredningar och åtgärder Skärblacka

Som tidigare nämnts koncentrerades en stor del av arbetet under projekt-tiden till Skärblackas verksamhetsområde. Anledningen till detta var plane-rade överföringsledningar från Norrköpings centralort och nedläggning av både vattenverket och reningsverket i Skärblacka.

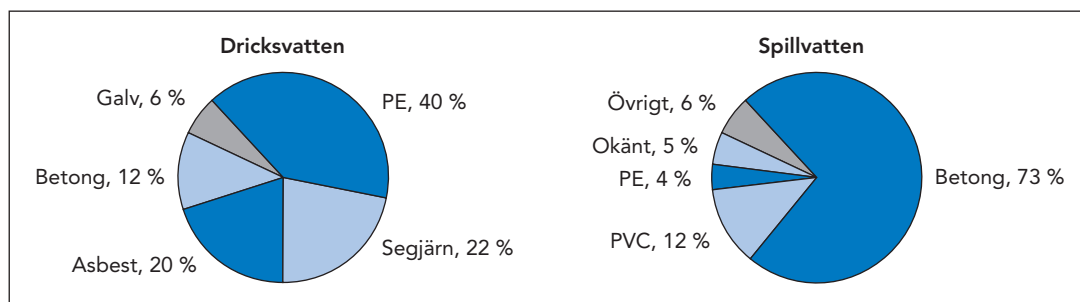
Planerna på nedläggning av reningsverket medförde ett åläggande från Länsstyrelsen om att mängden tillskottsvatten måste minskas för att und-vika pumpning av onödiga vattenvolymer. Reningsverket hade under en längre tid haft problem med stora mängder tillskottsvatten. När läcksök-ningsprojektet startade utgjorde det ovidkommande vattnet 76 % av den totala volymen inkommande vatten till reningsverket (se tabell 4-1). Samti-digt var utläckaget från dricksvattennätet i området drygt 50 %.

4.2.1 Beskrivning Skärblacka ledningsnät

Utbyggnaden av dricksvatten- och spillvattennäten i Skärblacka skedde i huvudsak under 1960-talet. Några större utbyggnader har inte genomförts på senare år. Åldersfördelningen är densamma för båda ledningsnäten och visas i tabell 4-2. Figur 4-1 visar materialfördelningen för dricksvatten- res-pektive spillvattennätet.

Tabell 4-2 Åldersfördelning Skärblacka dricksvatten- och spillvattennät

Anläggningsår	Andel (%)
1950-tal	12
1960-tal	48
1970-tal	15
1980-tal	13
1990-tal	1,5
2000-tal	10
Okänt	0,5



Figur 4-1 Materialfördelning Skärblacka ledningsnät

4.2.2 Läcksökning

Läcksökningen på dricksvattennätet började med en översyn av samtliga ventiler, vilket innebar både en funktionskontroll och avlyssning efter läck-ljud. För att identifiera och prioritera områden aktuella för vidare läcksök-ning genomfördes också en nattsektionering. På spillvattennätet inleddes arbetet med en genomgång av flödet till pumpstationerna och därefter genomsöktes hela nätet med hjälp av ammoniummetoden. Samtliga nödut-lopp till pumpstationerna kontrollerades också. Utöver detta spolades och

TV-inspekterades samtliga spill- och dagvattenledningar för statuskontroll och lokalisering av sträckor med stort inläckage. Genomförda läcksökningsåtgärder listas nedan.

Läcksökning utläckage

- Kompletterande läcksökning efter ammoniumprovtagning (exempelvis korrelering, marklyssning)
- Rondering av ventiler (avlyssning efter läckljud)
- Nattsektionering
- Kontroll av registrerad nattförbrukning

Läcksökning tillskottsvatten

- Kontroll av flöden till pumpstationer och jämförelse mellan flöden vid torrt väder respektive nederbörd
- Kontroll av pumpstationers nödutlopp
- Ammoniumprovtagning ledningsnät
- Ammoniumprovtagning pumpstationer
- TV-inspektion av spill- och dagvattenledningar
- Kontroll av stuprörsanslutningar
- Försök till kontroll av dräneringsanslutningar

4.2.3 Genomförda åtgärder

Ammoniumprovtagningen på *spillvattennätet* medförde att 22 stycken *dricksvattenläckor* lokaliserades; åtta av dessa fanns på privata serviser. Läckaget från en av de vattenläckor som upptäcktes uppgick till 1 000 m³/dygn! Allt vatten rann in i en närliggande spillvattenledning. Figur 4-2 visar en bild tagen under reparationsarbetet.

Till en början åtgärdades läckorna på huvudledningarna i takt med att de upptäcktes. Under projektets gång fattades dock beslut om att läckor på galvledningar inte skulle repareras, utan att de ledningarna i stället skulle



Figur 4-2 Reparation av läcka vid Centralplan i Skärblacka, april 2009

bytas oavsett om någon läcka påträffats där eller ej. Eftersom galvledningar erfarenhetsmässigt haft en hög läckfrekvens och en reparerad läcka ofta orsakat en eller ett par nya, sågs detta som ett strategiskt beslut. Utbytet påbörjades under projektet och avslutades 2010. Då var samtliga galvledningar i området utbytta, totalt ca 2 km.

Utöver reparationer av flertalet vattenläckor genomfördes tätning av ett antal brunnar samt installation av backventiler vid ett flertal nödutlopp för att förhindra att vatten kommer in i pumpstationerna "bakvägen". TV-inspektionen resulterade i omfattande åtgärder på både spill- och dagvattennätet. Totalt utfördes reliningar på närmare 3 km ledning i Skärblacka, Kimstad och Norsholm. Sträckor på ledningsnätet som åtgärdats presenteras på översiktskartor i bilaga 1.

4.3 Utredningar och åtgärder i övriga områden

4.3.1 Utläckage

Utredningarna i övriga områden var inte så omfattande som de i Skärblacka. Inom Norrköpings tätort genomfördes en nattsektionering för delar av dricksvattennätet, men den efterföljande läcksökningen ledde inte till att några faktiska läckor påträffades.

Vattenverket i centralorten, Borgs vattenverk, försörjer en stor del av Norrköpings kommun. För att underlätta kontrollen och identifiera områden med hög förbrukning installerades ett antal flödesmätare på överföringsledningar ut mot ytterområden. Som nämnts i kapitel 3 kunde dock mätarna aldrig användas till någon utvärdering på grund av komplikationer i överföringen mot övervakningssystemet.

Utöver läcksökningen i fält gjordes en del generella genomgångar för att identifiera källor till odebiterat vatten. Kontroll av nattförbrukning, genomgång av schablondebiteringar och anläggningar med omätt vatten är några exempel. I inledningen av projektet annonserades även i tidningen och allmänheten uppmanades rapportera misstänkta läckor.

Några åtgärder som var en direkt följd av läcksökningsarbetet genomfördes inte.

4.3.2 Tillskottsvatten

De utredningar och åtgärder som genomfördes för Slottshagen och Arkösund var i huvudsak redan tidigare planerade projekt. På samma sätt som i Skärblacka gjordes dock en inventering av samtliga pumpstationers nödutlopp, vilket medförde att backventiler installerades på ett flertal platser. Två omgångar med ammoniumanalyser i samtliga pumpstationer i kommunen genomfördes också. Antalet pumpstationer var dock så omfattande och proverna togs i samband med ordinarie driftbesök, vilket gjorde att yttre förhållanden och flöden kunde vara väldigt olika vid provtagningstillfällena och det var svårt att dra några ordentliga slutsatser av resultaten. För att kunna se hur flödet påverkas i olika delar av staden vid olika nederbördsförhållanden installerades två stycken flödesmätare på Slottshagens spillvattennät,

men precis som för mätarna på dricksvattennätet hann inte mätvärdena bli tillgängliga.

Inom Slottshagens verksamhetsområde relinades ledningssystemet vid en pumpstation där det sedan tidigare konstaterats att stora mängder sjöväten läckte in, totalt drygt 900 meter. En utredning av åtgärder på spillvattennätet i ett ytterområde som haft problem med återkommande bräddningar i pumpstationer genomfördes 2008. Utredningen föreslog stora insatser som innefattade relining av 4,6 km spillvattenledning och utgrävning av diken. Reliningarna påbörjades 2011 och avslutades under 2012, vilket gör att resultatet av de åtgärderna inte finns med i projektuppföljningen.

I Arkösund spolades och TV-inspekterades ungefär halva spillvattennätet (ca 4 km) med efterföljande relining och brunnstättning. Totalt tätades närmare 1 km spillvattenledning.

5 Resultat och diskussion

5.1 Utläckage

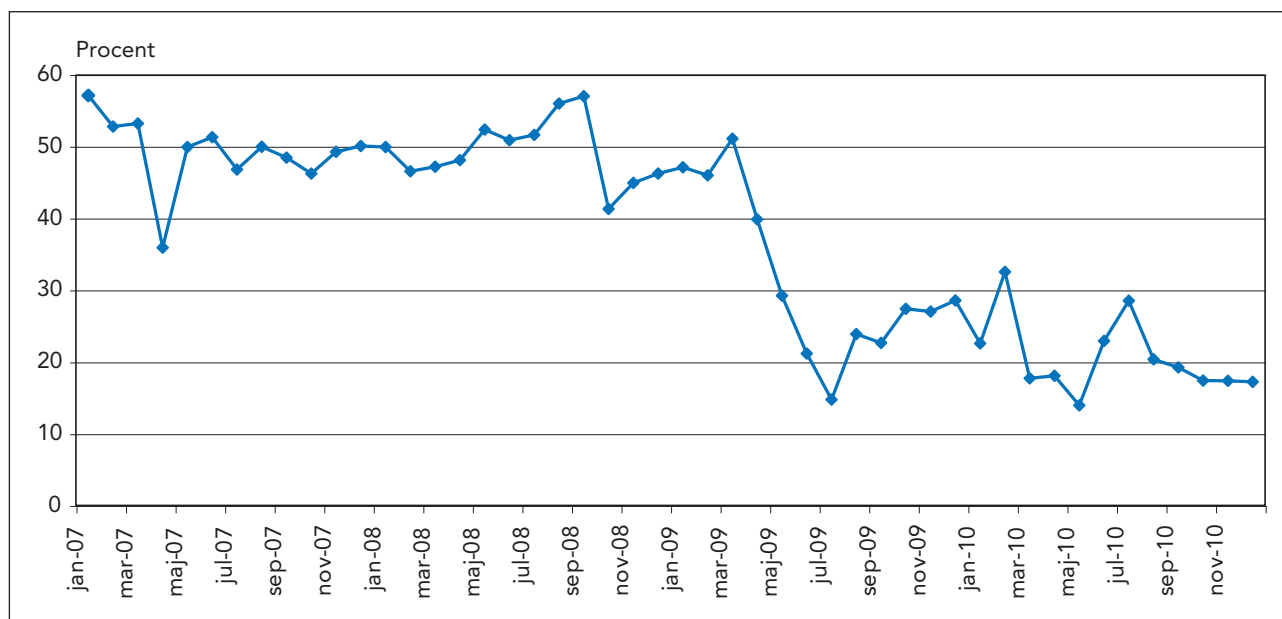
Måltalet för arbetet med utläckage var gemensamt för samtliga vattenverk. Resultatet redovisas nedan för Skärblacka samt Norrköpings kommun totalt.

5.1.1 Skärblacka

Mellan 2007 och 2010 minskade volymen odebiterat vatten i Skärblacka med 75 %. En direkt effekt av alla åtgärdade vattenläckor och utbytet av galvledningar. Tabell 5-1 presenterar förändringen i utpumpad volym dricksvatten och andelen odebiterat dricksvatten för åren 2007 och 2010. I figur 5-1 visas den månadsvisa variationen av andelen odebiterat dricksvatten under samma tidsperiod.

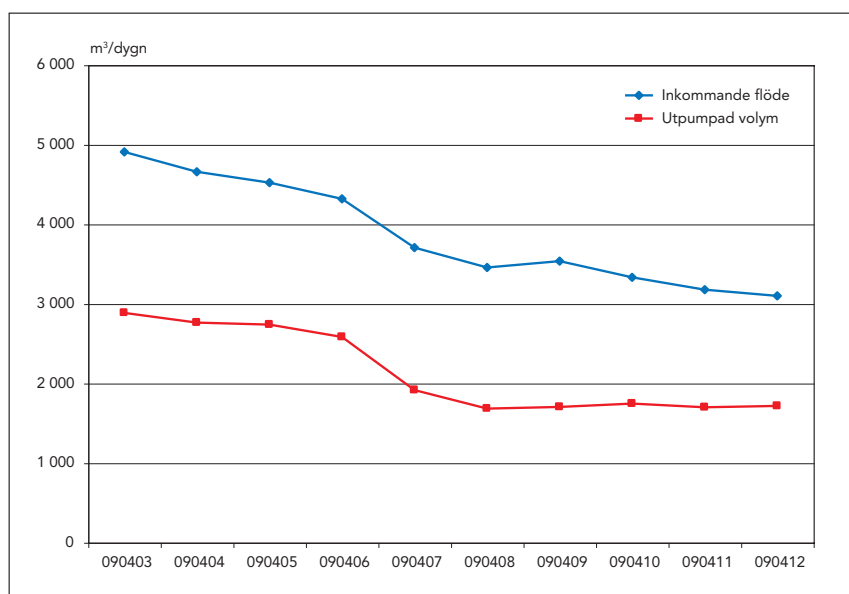
Tabell 5-1 Sammanställning av utläckage i Skärblacka 2007–2010

	2007	2008	2009	2010
Utpumpad volym dricksvatten, m ³	902 100	887 000	638 300	528 400
Volym odebiterat vatten, m ³	450 200	451 700	217 100	110 400
Andel odebiterat vatten, %	50	51	34	21
Utläckage, m ³ /km, dygn	17	17	8,0	4,0



Figur 5-1 Andel utläckage i Skärblacka 2007–2010

Reparationen av den omfattande vattenläcka som nämns i kapitel 4.2.3 gav ett omedelbart genomslag och är orsaken till den kraftiga nedgången mellan mars och maj 2009. Figur 5-2 visar utpumpad volym från vattenverket och inkommande flöde till reningsverket dagarna före och efter reparationen. Läckan stängdes under dagen den 7 april och lagades den 8:e.



Figur 5-2 Flödesförändringar i samband med läckreparation, april 2009

5.2.2 Utläckage Norrköping

De stora insatserna för att minska utläckaget genomfördes i Skärblacka. Trots att utläckaget där minskade kraftigt gav det inget genomslag i den totala sammanställningen. Producerad och utpumpad volym dricksvatten från det största vattenverket (Borg) är så mycket större än för övriga vattenverk. Tabell 5-2 presenterar volym respektive andel utläckage för Norrköpings kommun totalt.

Tabell 5-2 Totalt utläckage Norrköpings kommun 2007–2010

Totalt utläckage	2007	2008	2009	2010
Volym utläckage, m ³	3 602 000	3 492 000	3 082 000	3 571 000
Andel utläckage, %	27	26	24	27

5.2 Tillskottsvatten

Resultaten för arbetet med tillskottsvatten redovisas för Skärblacka, Slottshagen och Arkösund i enlighet med fastställda måltal.

5.2.1 Skärblacka

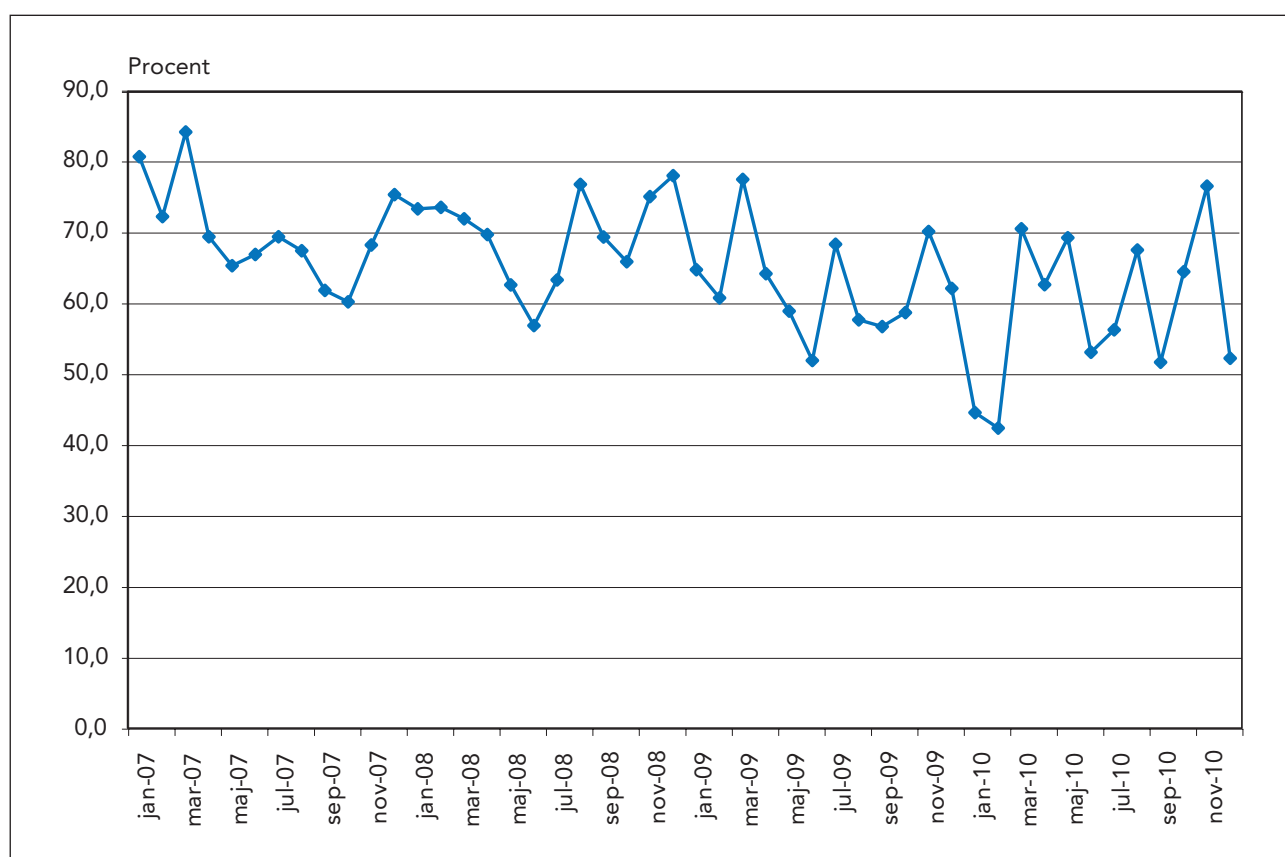
Volymen tillskottsvatten i Skärblacka minskade med 40 % från 2007 till 2010, vilket motsvarar drygt 460 000 m³. Som andel av den totala volymen inkommande vatten innebär det en minskning från 76 till 62 %. Förändringen i flöden och mängd mellan 2007 och 2010 presenteras i tabell 5-3.¹

¹ Totalt inkommande flöde är summan av inkommande flöde till reningsverket och bräddade volymer från ledningsnät och pumpstationer. Någon hänsyn till nederbördsmängder, grundvattennivåer och förändringar i sjö- och havsnivåer har inte tagits vid beräkningen av mängden tillskottsvatten.

Tabell 5-3 Sammanställning av tillskottsvatten i Skärblacka 2007–2010

	2007	2008	2009	2010
Totalt inkommande flöde, m ³	1 595 000	1 500 000	1 189 000	1 102 000
Volym tillskottsvatten, m ³	1 148 000	1 063 000	762 000	684 000
Andel tillskottsvatten, %	72	71	64	62
Tillskottsvatten, m ³ /km, dygn	54	46	34	31
Utspärningsgrad	3,6	3,4	2,8	2,6
Årsnederbörd, mm	688	641	637	658

Under 2009 och 2010 var antalet bräddtillfällen vid hydraulisk överbelastning något färre från ledningsnätet och betydligt färre från pumpstationerna jämfört med tidigare år. Bräddad volym vid reningsverket var 75 % lägre 2009 jämfört med 2007. Då verket sedan lades ner finns ingen statistik att tillgå för 2010. Figur 5-3 visar hur andelen tillskottsvatten varierat månad för månad mellan 2007 och 2010.



Figur 5-3 Tillskottsvatten i Skärblacka 2007–2010

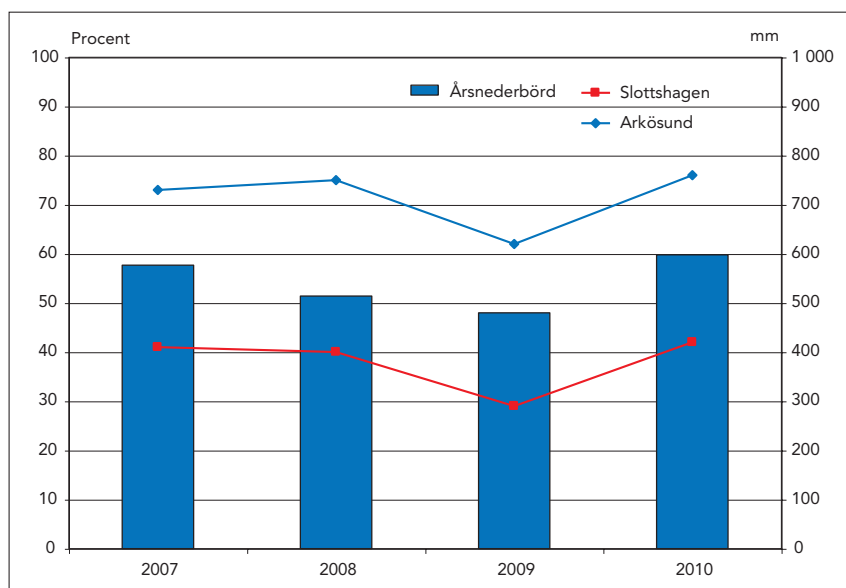
Trots omfattande åtgärder och en märkbar minskning i mängden tillskottsvatten var resultaten en bit ifrån målet om 50 %. Diagrammet visar dock att från och med våren 2009 nås inte samma höga toppar som tidigare år, med undantag för november 2010. Den tillfälligt höga toppen då beror troligtvis på en tidig snösmältning i samband med den första snön. Den intensiva snösmältningsperiod som inträffade i mars 2010 medförde dock inte motsvarande flödesökning.

I januari och februari 2010 var den beräknade mängden tillskottsvatten väldigt låg, vilket tydligt kan ses i diagrammet. Flödena var generellt sett låga överallt i kommunen på grund av den kalla vintern, men då den nya överföringsledningen till Norrköping driftsattes under samma tidsperiod är det möjligt att felaktigheter i flödesregistreringen uppstått i samband med omkopplingarna. Jämförelser med värden för övriga reningsverk i kommunen tyder på att värdena för volymen och andelen tillskottsvatten borde vara något högre än de värden som presenteras.

5.1.2 Slottshagen och Arkösund

En första uppföljning som gjordes direkt efter projektets avslut i december 2009 visade på en minskning i andelen tillskottsvatten för samtliga anläggningar och slutsatsen drogs att det var en effekt av genomförda åtgärder. Efter sammanställning av 2010 års resultat fick en ny utvärdering göras då halterna var tillbaka på samma nivå som 2007 och 2008. Den nedgång som sågs för 2009 berodde troligtvis på att 2009 var ett "torrare" år än övriga, med mindre nederbörd och mildare vinter. En sammanställning av grundvattendata från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) visar även att grundvattennivåerna vid de två mätpunkter som finns i trakten kring Norrköping var låga under 2009.

Förändringen i andelen tillskottsvatten för områdena Slottshagen och Arkösund under åren 2007–2010 visas tillsammans med årsnederbörd för Norrköpings centralort i figur 5-4.



Figur 5-4 Tillskottsvatten för Slottshagen och Arkösund 2007–2010

Som jämförelse beräknades andelen tillskottsvatten för två mindre reningsverk, Vånga respektive Östra Husby (för lokalisering se figur 2-1), där inga åtgärder vidtagits. Trenden vid de reningsverken är densamma – en minskning under 2009 för att 2010 öka igen till tidigare års nivåer. Detta tyder på att de åtgärder som vidtogs för Slottshagen och Arkösund inte var tillräckligt omfattande för att ge något genomslag på resultatet.

5.3 Energiberäkningar

Minskade volymer av tillskottsvatten och utläckande dricksvatten leder, förhoppningsvis, även till en minskad energiförbrukning. Effekten av läcksökningsarbetet i Skärblacka är dock svår att utvärdera, eftersom nedläggningen av vatten- och reningsverken medförde att driftförhållandena förändrades helt mellan 2009 och 2010. Som presenterats bland tidigare resultat uppnåddes inga faktiska volymminskningar av tillskottsvattnet i övriga områden och det minskade utläckaget i Skärblacka påverkade inte de totala volymerna utläckande dricksvatten. Då några konkreta och verkliga siffror över energiåtgång före och efter läcksökningsprojektet inte finns att tillgå, baseras utvärderingen av läcksökningens energipåverkan på teoretiska beräkningar.

Till grund för beräkningarna användes nyckeltal för energiförbrukning per behandlad vattenvolym (kWh/m³) för vattenverk, reningsverk samt pumpstationer. All energiförbrukning inte är flödesrelaterad, så för att få en mer rättvisande bild av energiförändringen gjordes antaganden om hur stor andel som går att påverka genom ett minskat flöde. Uppskattningen för respektive verksamhetsdel gjordes enligt tabell 5-4.

Tabell 5-4 Uppskattad andel påverkbar energiförbrukning

Anläggning	Andel flödesrelaterad energiåtgång (%)
Vattenproduktion	75
Reningsverk	50
Pumpstationer	80

Uppställning av genomförda beräkningar finns att följa i bilaga 2.

I Skärblacka minskade tillskottsvattnet med 460 000 m³ och utläckaget med 340 000 m³, vilket skulle innebära en minskad energiförbrukning på 265 MWh. Jämfört med 2007 års värden motsvarar detta 34 % av den påverkbara energiförbrukningen.

En beräkning baserad på fastställda måltal visar att en fullständig måluppfyllelse teoretiskt hade medfört en minskad energiförbrukning om totalt 1,3 GWh, eller motsvarande 15 % av den påverkbara förbrukningen.

6 Slutsatser och erfarenheter

Att arbeta med läcksökning av tillskottsvatten och utläckage kräver en stor portion tålamod. Att undersöka ett område är tidskrävande och när in- eller utläckorna väl är hittade kan en genomförd åtgärd i vissa fall kännas som ett steg tillbaka. En tätad spillvattenledning gör att tillskottsvattnet letar sig in någon annanstans och en reparerad dricksvattenvattenläcka gör att ledningen går sönder på flera nya ställen. Att hitta ett systematiskt arbetssätt och jobba med långsiktiga åtgärder är viktiga förutsättningar och då kommer också resultaten efterhand.

Den läcksökning som genomfördes under projektet hjälpte till att tydliggöra sambandet mellan in- och utläckage. Många dricksvattenläckor rinner rakt ner i spillvattensystemet och det var också med hjälp av ammoniummetoden och läcksökningen efter tillskottsvatten som flest vattenläckor hittades. Ett effektivt sätt att leta vattenläckor är att vid torrväder lyfta brunnslöck och inspektera spillvattenledningar. Om flödet då är onormalt stort och/eller utspätt kan det inte bero på något ”yttre” inläckage. Viktigt är bara att komma ihåg att göra detta innan spilledningarna tätas. Sedan försvinner läckan någon annanstans.

Mängden tillskottsvatten är kraftigt påverkat av yttre faktorer. Grundvatten, nederbörd, snösmältningsperioder etc. är parametrar som kan ha stor betydelse, anslutna hårdgjorda ytor och dräneringar är andra. När läcksökningsprojektet startades planerades inte för någon annan uppföljning än jämförelser mellan det totala inkommande flödet och hur mycket vatten som förbrukas. Att bara titta på helheten gör det svårt att se effekten av en enskild åtgärd. Innan alltför omfattande åtgärder påbörjas är det en fördel att säkerställa möjligheten till uppföljning av avgränsade områden via pumpstationernas övervakning eller flödesmätare på ledningsnätet. Utläckaget påverkas inte av yttre faktorer på samma sätt, vilket gör den uppföljningen mer direkt. Även där är det dock viktigt att säkra insamlingen av mätvärden över mindre områden för att kunna följa effekten av läckreparationer och andra åtgärder.

Kartorna över åtgärder i Skärblacka, Kimstad och Norsholm som finns i bilaga 1 visar att problemet med tillskottsvatten är väldigt utspritt och inte koncentrerat till ett begränsat delområde. Utläckaget som lokaliserades var även det utspritt över ett stort område. Resultatet efter de åtgärderna var tydligt och beslutet om att byta ut samtliga galvledningar på dricksvattennätet i Skärblacka gav ytterligare positiv effekt.

Kort efter projektets avslut genomfördes en mindre kostnadssammanställning vilken inte visade på någon direkt lönsamhet för projektet. Sammanställningen baserades endast på kostnader samt volymen minskat in- och utläckage och tog ingen hänsyn till andra vinster, som minskat underhåll och minskad miljöpåverkan genom färre bräddningar. Värt att komma ihåg i en utvärdering är också att de kubiketrar som kunnat åtgärdas är ”borttagna” för en lång tid framöver och påverkar inte bara resultatet under ett år.

7 Fortsatt arbete

Sedan projektet avslutades har läcksökningsarbetet drivits vidare inom ordinarie driftorganisation. 2009 års resultat och de lärdomar som dragits inom projektet har lett till nya mål och förfinade arbetsmetoder. Framtida målsättning är att andelen utläckage och tillskottsvatten för hela ledningsnätet ska minska till 20 respektive 30 % till år 2013, samtidigt som läckaget i ett enskilt område inte får överstiga 50 % och inga bräddningar orsakade av tillskottsvatten får inträffa. För att underlätta utredningar och uppföljningen av genomförda åtgärder pågår arbete med att dela in ledningsnätet i mindre enheter med ca 5 000 personer i varje område.

Då områden med högt in- eller utläckage identifierats genomförs läcksökning enligt ett framtaget arbetsschema. På dricksvattennätet är arbetsgången att placera ut loggrar, genomföra ammoniummätningar på spillvattennätet vid torrväder, sektionering och ventillyssning. Läcksökningen på spillvattennätet inleds med ammoniumprovtagning vid torrväder och regn, varefter mängden tillskottsvatten beräknas för varje område. Den beräkningsmall som används finns presenterad i bilaga 3. Vid behov kompletteras utredningarna med nattmätningar av flödet för att verifiera mängden inläckage. Resultatet från provtagningar och beräkningar ligger sedan till grund för fortsatta utredningar i form av överläckagekontroller,² stuprörsinventering och TV-inspektioner. Efter avslutade undersökningar formuleras åtgärdsförslag som förs in i planerna för underhåll och investering.

Sommaren 2011 drabbades Norrköping av ett häftigt skyfall som resulterade i närmare 800 källaröversvämningar. När denna rapport skrivs, ett år senare, pågår fortfarande arbetet med att utreda orsakerna och identifiera nödvändiga åtgärder för att säkra ledningsnätets funktion. Utredningsarbetet har till stor del bestått av inventering av anslutna stuprör samt TV-inspektion och kartläggning av överläckage mellan dag- och spillvattennät. Resultatet från överläckagekontrollerna visar att en stor del av läckaget kommer via servisledningarna och på vissa sträckor handlar det om stora volymer vatten. I hälften av fallen sker inläckaget direkt vid själva servisanslutningen.

Tidigare översyner på ledningsnätet har endast omfattat huvudledningarnas kondition och funktion. Erfarenheterna från arbetet med översvämningarna kommer att medföra ett förändrat arbetssätt och i framtida undersökningar kommer även kontroll och åtgärder av servisledningar att ingå. Information ut mot fastighetsägare blir också en viktig del i arbetet för att sprida kunskap och öka förståelsen för hur de är med och påverkar systemen. Med rätt åtgärder och ett långsiktigt tänkande är förhoppningen att kunna säkra ledningsnätet för att möta framtida utmaningar.

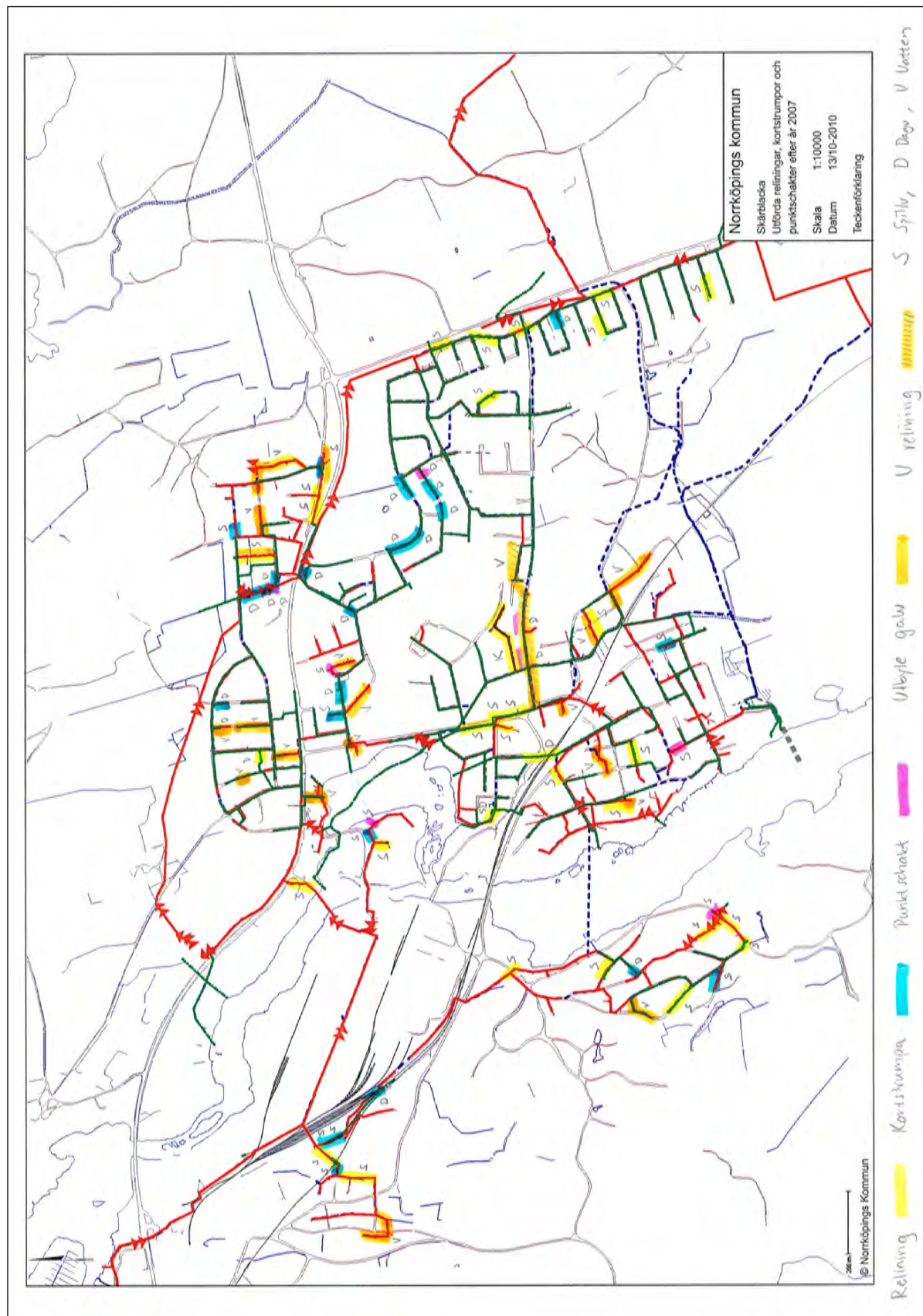
² Kontroll av överläckage genomförs genom uppfyllnad och dämning av dagvattennätet samtidigt som intilliggande spillvattenledning TV-inspekteras.

8 Referenser

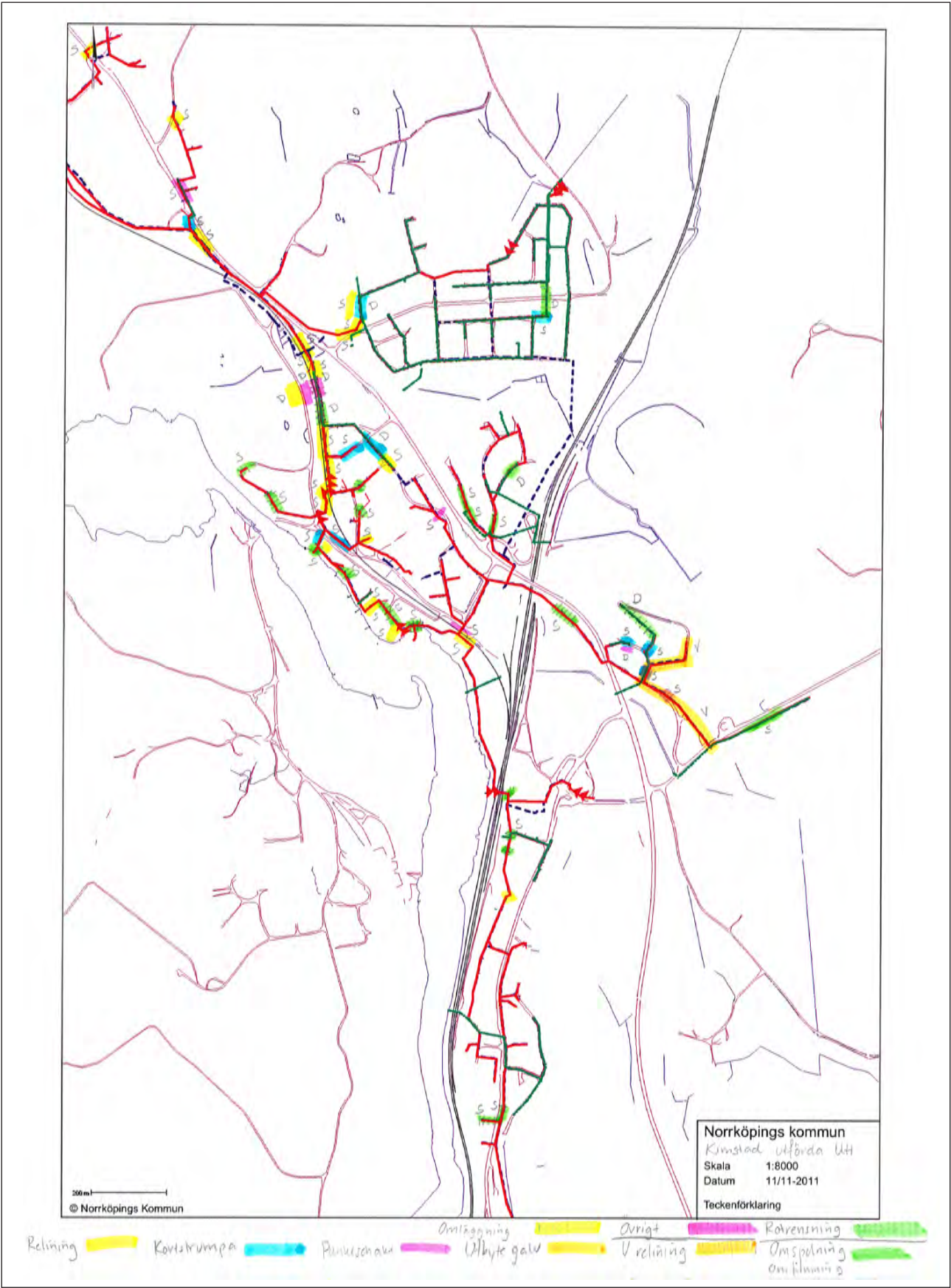
Bäckman, Hans, Hellström, Bengt Göran, Jaryd, Anders & Jonsson, Åke (1997). *Läck- och dräneringsvatten i spillvattensystem*.
VA-FORSK rapport 1997-15.

Bilaga 1

Utförda åtgärder i Skärblacka



Utförda åtgärder i Kimstad



Bilaga 2

Energiberäkningar

$$\text{Beräkning av nyckeltal: } \frac{\text{Total energiförbrukning (kWh/år)}}{\text{Behandlad mängd vatten (m}^3\text{/år)}}$$

Till de efterföljande beräkningarna användes ett uppskattat medelvärde av nyckeltal för åren 2007–2010. Genom att uppskatta medelvärdet, i stället för att beräkna, undveks påverkan från enstaka år med väldigt höga, alternativt låga, värden.

Antaganden om påverkbar energiförbrukning:

Vattenproduktion	75 %
Reningsverk	50 %
Pumpstationer	80 %

Den teoretiska energiminskningen beräknades genom att multiplicera den minskade volymen behandlat vatten (uppskattad eller verklig) med den påverkbara energiförbrukningen. Beräkningarna genomfördes för varje område var för sig, då energiåtgången för framför allt rening och pumpning varierade stort.

Utläckage

	Skärblacka	Totalt
Total energiförbrukning		
Vattenproduktion, kWh/m ³	0,42	0,34
Påverkbar energiförbrukning		
Vattenproduktion, kWh/m ³	0,32	0,26
Minskad volym utläckage		
"Verklig" volym, m ³	340 000	-
Beräknad volym utifrån måltal, m ³	-	2 000 000

	Skärblacka	Totalt
Beräknad energiminskning		
"Verklig", kWh	109 000	
Beräknad utifrån måltal, kWh		520 000
Andel av påverkbar förbrukning, %	40	15

Tillskottsvatten

	Skärblacka	Slottshagen	Arkösund
Total energiförbrukning			
Reningsverk, kWh/m ³	0,33	0,40	2,0
Pumpstationer, kWh/m ³	0,21	0,14	0,11
Påverkbar energiförbrukning			
Reningsverk, kWh/m ³	0,17	0,20	1,0
Pumpstationer, kWh/m ³	0,17	0,11	0,09
Minskad volym tillskottsvatten			
"Verklig" volym, m ³	460 000	-	-
Beräknad volym utifrån måltal, m ³	550 000	2 000 000	10 000

	Skärblacka	Slottshagen	Arkösund
Beräknad energiminskning			
"Verklig", kWh	156 000	-	-
Beräknad utifrån måltal, kWh	187 000	620 000	11 000
Andel av påverkbar förbrukning, %	31 / 38	13	7
Totalt			
Total energiminskning, kWh	818 000		
Andel av påverkbar förbrukning, %	15		

Bilaga 3

Beräkningsmall för tillskottsvatten

Beräkning av utspädningssgrad i spilledningar

Område: _____

Datum: _____

Fyll i de fält som är rosafärgade.

Gröna fält: Basfaktaunderlag, kan vara bra att verifiera att de stämmer för aktuellt område

Gula fält: Beräknas fram

Bakgrundsfakta för området

Antal villor:		st
Antal flerfamiljshus:		st
Skola, kontor mm i området?		ja= 1, nej=0

Bakgrundsfakta generellt

Antal boende per villa:	2,8	st/fastighet
Antal boende flerfamiljshus:	25	st/fastighet
Medelförbrukning	180	l/p.d
Tillkommande förbrukning skola dagis mm:	30	l,p d

Beräkning antal kunder

Antal boende villa	0	st
Antal boende flerfamiljshus	0	st
Antal utnyttjande skola, kontor mm	0	st

Årsförbrukning storförbrukare- fabriker

Namn 1		m3/år
Namn 2		m3/år
Namn 3		m3/år

Ammoniumvärden

Normal halt ej utspätt vatten	45	mg/l
Avläst värde i ledningen		mg/l

Inläckage

Beräknat utspätt flöde	0,00	m3/h
Beräknat inläckage		m3/h

Bilaga 4

ATT SÖKA EFTER IN- OCH UTLÄCKAGE

Handbok



Av Ingrid Brännlund

Förord

Norrköping Vatten startade 2007 ett stort projekt för att minska in- och utläckaget i ledningsnätet. En del av uppdraget var att testa och utvärdera olika arbetsmetoder för läcksökning i fält. Resultatet av detta har sammanställts i denna handbok. Tanken är att kommande medarbetare, och eventuellt andra intresserade kommuner, skall kunna ta del av de erfarenheter Norrköping Vatten erhöll under projektens gång.

Handboken innehåller information om de flesta kända läcksökningsmetoder samt några metoder Norrköping Vatten har arbetat fram under projektets gång, exempelvis Ammoniummetoden. Sist i varje kapitel är metoden utvärderad och Norrköping Vattens erfarenheter är sammanfattade i fördelar och nackdelar. Arbetsstrategier samt en kort omvärldsanalys ingår också. Handboken är omfattande och i det dagliga arbetet är det utvärderingarna som är nyttiga att ta del av, om inte någon ny metod skall prövas och mer information behövs.

Handboken har arbetats fram av Ingrid Brännlund, Norrköping Vatten med stor hjälp av Jenny Uusijärvi, Norrköping Vatten. Övriga projektmedlemmar samt anställda har bidragit när det har behövts.

Stort tack till alla inblandade!

Norrköping juli 2010

Norrköping Vatten AB

Innehåll

Sammanfattning.....	39
1 Inledning	40
1.1 Norrköping	40
1.2 Bakgrund	40
1.3 Syfte	40
1.4 Avgränsningar.....	40
2 Varför bör en kommun söka efter in- och utläckage?.....	41
3 Omvärldsanalys	42
3.1 Utläckage: Göteborg	42
3.2 Utläckage: Odense	43
3.3 Inläckage: Linköping.....	43
3.4 Inläckage: Helsingborg.....	44
4 Hur går det till att hitta utläckage?.....	45
5 Arbetsgång vid sökning efter en läcka.....	46
6 Övergripande metoder för sökning efter utläckage	48
6.1 Kalibrering och kontroll av mätdata	48
6.2 Sektionering i stor skala	48
6.3 Installation av flödesmätare	50
6.4 Installation av tryckfallsmätare	51
6.5 Modellerings av vattenledningsnätet	51
7 Detaljerade metoder för sökning efter en läcka	53
7.1 Läckloggar	53
7.2 Ammoniummetoden för utläckage	54
7.3 Sektionering i liten skala.....	55
7.4 Spindeltyssning	56
7.5 Korreleringsmetoden.....	58
7.6 Marktyssning.....	59
7.7 Vätgasläcksökning	61
8 Övriga metoder för att hitta utläckage/läckor	62
8.1 Förbrukningsstatistik i spillvattenpumpstationer	62
8.2 Omätt vatten	62
8.3 Tipsverksamhet i tidningen	63
8.4 Läcksökning i samband med mätarbyten.....	63
8.5 Filmning av spillvattenledningar för utläckagesökning.....	63
8.6 Mätning av klorhalt.....	64
8.7 Samhällsförändringar.....	64

9	Hur går det till att finna inläckage i en spillvattenledning?	65
9.1	Metoder för lokalisering av inläckage	65
10	Arbetsgång vid sökning efter inläckage.....	66
11	Metoder för att söka efter inläckage	67
11.1	Kalibrering och kontroll av mätdata	67
11.2	Pumpdata i spillvattenpumpstationer	67
11.3	Kontrollera flöde i brunnar	67
11.4	Ammoniummetoden för inläckage	68
11.5	Filmning av spillvattenledningar för inläckagesökning.	69
11.6	Inventering av dräneringar och stuprör	70
12	Rekommendationer.....	72
	Referenser.....	73
	Bilagor.....	74

Sammanfattning

Att producera vatten som rinner ut i marken samt rena ovidkommande vatten kostar pengar. Det är heller inte miljömässigt och praktiskt. Därför kan det vara lönsamt att leta efter in- och utläckage. Det finns många metoder för detta ändamål. Oftast hänger in- och utläckage ihop så att en samverkan mellan dessa aktiviteter ger bäst resultat.

Det är viktigt att samla in mycket information och starta därifrån. Läckagesökarna bör gå från ett stort till ett litet perspektiv och ha kunskap om vilka mängder läckagevatten det rör sig om. Till att börja med skall området där läckaget befinner sig i lokaliseras. Därefter följer de detaljerade läckagesökningsmetoderna.

Då läckage har funnits är det viktigt att åtgärder vidtas och att arbetet när det är färdigt utvärderas. Tillvägagångssätten skiljer sig åt med vilken typ av läckage som eftersöks. Är det en synlig akut vattenläcka, dold akut vattenläcka, en synlig vattenläcka (ej akut) eller en dold vattenläcka (ej akut)? Vid sökning efter inläckage kan vattnet komma från dräneringar, hårdgjorda ytor, markvatten, ytvatten, sjövattnet och läckage från dricksvattenledningar.

Synligt utläckage är oftast inga problem att hitta. Dolt utläckage kan många gånger vara svårt eller mycket svårt att hitta. Känd läcksökningsapparat fungerar inte på PE-rör samt finns det risk för att apparaterna ger fel indikationer vid sökning.

Att hitta inläckage kan vara minst lika klurigt som att hitta utläckage. Det finns några metoder för detta ändamål. Det är viktigt att passa på vid ”rätt” tidpunkt för ändamålet och det är mycket som påverkar. Åtgärdas ett problem finns det risk för att problemet förflyttar sig längs med ledningen.

Det viktigaste och kanske svåraste i ett läckagesökande är att ha ett helhetstänkande. Alla parametrar är väsentliga och bör övervägas. Vid läckagesökning bör en grupp personer som ständigt kommunicerar med varandra sköta arbetet så att så lite information som möjligt går förlorad.

1 Inledning

1.1 Norrköping

I Norrköping bor 128 060 personer (2008) vilka till största delen servas av Norrköping Vatten. De centrala delarna har ett vattenverk och ett reningsverk som producerar och tar emot en stor del av den totala mängden vatten inom kommunen. Det finns dessutom sju vattenverk och åtta reningsverk i mindre samhällen Norrköping kommun.

Nätet består totalt av ca 70 mil vattenledningar, ca 70 mil spillvattenledning och ca 40 mil dagvattenledningar och varje år produceras 13 miljoner m³ vatten och 16 miljoner m³ vatten renas.

1.2 Bakgrund

Under år 2007 beslutades att ett projekt skulle starta med resultat att finna inläckage och utläckage i Norrköpings kommun. Då låg det totala utläckaget på 29 % och inläckaget, uppdelat på 3 områden, på 42 % i Norrköping tätort, 76 % i Skärblacka och 70 % i Arkösund. Projektet skulle leva under tre års tid för att sedan implementeras i linjeverksamheten, se bilaga 1.

1.3 Syfte

Syftet med denna handbok är att sammanställa och utvärdera olika metoder för in- och utläckagesökning. Denna skall utgöra underlag för fortsatt läcksökningsarbete och en långsiktig strategi.

1.4 Avgränsningar

Handboken är avgränsad till att enbart beröra metoder för sökning efter in- och utläckage. Inventering, åtgärder och utvärderingar av resultat efter en åtgärd berörs därmed inte.

2 Varför bör en kommun söka efter in- och utläckage?

Praktiska aspekter

- Vid stora akuta läckor kan det vara svårt att behålla trycket om det redan finns ett stort läckage i ledningsnätet.
- Vattenverket kan få problem då de inte hinner producera tillräcklig mängd vatten till kunderna.
- Läckor kan upptäckas innan de blir akuta. Därmed kan akuta avstängningar förhindras och kunden gagnas.
- Källaröversvämningar kan undvikas.
- Haverier på spill- och dagvattenledningar kan undvikas då ledningen filmas för att söka efter in- och utläckage.
- För att undvika att behöva överdimensionera ledningar, pumpstationer mm pga. läckage.

Miljömässiga aspekter

- Energi krävs för att både producera, pumpa och rena vatten. Det är en onödig belastning på miljön.
- Vid mindre volymer vatten krävs inte samma mängd kemikalier vid vattenproduktion samt rening.
- Vid större mängder vatten in till reningsverket renas inte vattnet lika effektivt och gör det därmed svårare att klara av krav från myndigheter.
- Undvika risk för bräddning vid höga flöden.

Ekonomiska aspekter

- I Norrköpings kommun försvinner 4 000 000 m³ vatten varje år vilket motsvarar en kostnad på 3 300 000 kr/år (2006). I denna summa är vattenreningen inkluderad eftersom en del av detta vatten antagligen rinner in i spillvattennätet. Kostnaden inkluderar även energikostnader. På lång sikt blir det mycket pengar.
- Kapaciteten på vatten- och reningsverken kan behöva ökas om in- och utläckaget är stort.
- Vid tidig upptäckt av läckor kan skador på vägar och fastigheter minskas/undvikas.
- Kan förhindra kostsamma källaröversvämningar.

Kvalitetsaspekter

- Ju färre läckor desto mindre sannolikhet för mikrobiologisk påverkan vid reparation vid läckan. Risken minskar också för att något främmande skall lyckas ta sig in i ledningen vid trycklöst tillstånd, om det finns en okänd brist på ledningen utöver den funna läckan.

3 Omvärldsanalys

I dag har inte svenska kommuner några krav på hur stort utläckaget från vattenledningsnätet får vara. Däremot finns det krav på andelen inläckage i spillvattensystemen och därmed mängden vatten att rena. De flesta kommuner arbetar inte aktivt med läcksökning. Läckaget i ledningar i Sveriges kommuner varierar mycket. Det rör sig om variationer mellan att kommuner inte påstår sig ha några problem med vattenläckage till kommuner som har ett läckage på 50 %.

I Danmark däremot finns det klara restriktioner på hur mycket svinn som är tillåtet och kommunerna påförs vite om de inte uppfyller kraven. Detta eftersom vattentillgången i Danmark är begränsad.

Trots att det inte finns några bestämmelser i Sverige, så är det inte ekonomiskt, praktiskt eller miljömässigt fördelaktigt att i längden låta dricksvatten strömma ut i stora mängder. Detta gäller även inläckaget i spillvattenledningarna.

Göteborg och Odense har länge arbetat med läcksökning och därför har dessa kommuner intervjuats grundligt av Norrköping Vatten. Då det kommer till inläckage har två kommuner, Sundsvall och Linköping intervjuats. Kommunerna är av ungefär samma storlek som Norrköping.

3.1 Utläckage: Göteborg

Göteborg har en total längd på vattenledningsnät på 177 mil. År 2006 hade de ett utläckage på enbart 17 %.

3.1.1 Arbetssätt

Göteborg Vatten har länge arbetat med läcksökning. Redan på 60-talet sattes sökningen igång. De har en läcksökningsenhet på tio personer inklusive enhetschef. Sex av dem jobbar heltid med läcksökning. Denna grupp letar fram läckan. Ytterligare en enhet står för utbyte eller reparation av ledningen. De är långt framskridna i detta arbete och har ett lågt läckage i sitt nät.

Det finns ett 60-tal högzoner i Göteborg, där flödesmätning sker i tryckstegringsstationer. Alla flödesmätare är inte kopplade till driftsystemet utan ronderas med jämna mellanrum. Flödesmätarna finns även installerade på överföringsledningar och större matarledningar. Dessutom har ett antal områden skapats som sektionerats av permanent med konstant övervakning. Nattförbrukningens lägsta värde mäts mellan 02.00 och 04.00 under 10-minutersperioder. Där det endast finns en grov övervakning i form av flödesmätare används loggrar på nätet. De har totalt 210 st, varav 50 mobila. En man sysslar heltid med dessa loggrar.

När läckan har bekräftats lokaliseras den med hjälp av:

- Ventillyssning, pågår ständigt
- Områdesavstängning och lyssning på ventil eller tryckmätning i brandpost
- Korrelationsmätning
- Marklyssning vid plastledningar, väl använd metod
- Sektionering vid läckor på matarledningar samt plastledningar
- Spårgas, endast vid småläckor på plast
- Inläckage i brunnar, mindre del men uppmärksammas
- Loggersystem

3.2 Utläckage: Odense

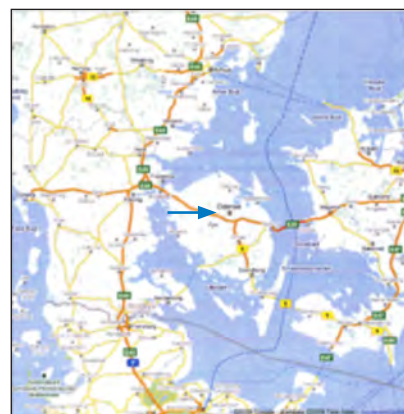
Många kommuner i Danmark arbetar ständigt med utläckagesökning pga. att de har ett gränsvärde de måste hålla sig under för att inte behöva böta. I Danmark är bristen på vatten ett problem som motiverar kommuner att ständigt hålla nere sitt läckage. Däremot arbetar de inte lika aktivt med inläckage. I Odense, se figur 3.2.1 har kommunen ett utläckage på 7 %. Den totala längden vattenledningar är 99 mil.

3.2.1 Arbetssätt

De startade sin översyn med en sektionering, installation av flödesmätare och förnyelse av ledningsnätet 1991. De har 7 vattenverk som försörjer hela verksamhetsområdet med ringleder. Ett verk ska läggas ner pga. överkapacitet. Från början på 90-talet har kommunen minskat antalet verk från 10 till 6 verk. Detta främst pga. av att vattenläckaget har minskat.

Odense är uppdelat i 9 tryckzoner. Dessa innehåller ett antal ”kvarters-zoner” med i genomsnitt 2 150 personer i varje område. Totalt består Odense av 53 kvarterzoner. Till dessa zoner finns flödesmätare som alla är kopplade till driftsystemet. Idag arbetar de med att minska ner storleken på dessa zoner ytterligare.

I övrigt finns mätare på vattenverken, i tryckstegringar och på större matarledningar. Den lägsta nattförbrukningen mäts under 10-sekundersperioder på natten mellan 02.00 och 04.00. Ingen ronderingsläcksökning bedrivs och loggrar används inte. Driftsystemet ger larm vid större läckor och mindre fångas upp när förbrukningen kontrolleras regelbundet i de olika delområdena.



Figur 3.2.1 Odense

3.3 Inläckage: Linköping

Linköping är något större än Norrköping och påstår sig ha en liten mängd ovidkommande vatten.

3.3.1 Arbetssätt

I Linköping finns det i stort sett inga kombinerade ledningssystem, enbart enstaka gator. När kommunen bygger nya ledningar lägger de alltid med en dagvattenledning. Förnyelsetakten ligger på endast en tiondels procent varje år vilket de anser vara fullt tillräckligt. Behövliga åtgärder har utförts kontinuerligt under många år vilket medför att förnyelsetakten inte behöver vara så hög.

Linköping använder sig av Mousemodelleringar för att identifiera områden/sträckor med högt inläckage. Hela nätet filmas även kontinuerligt i en 10-årsplan.

Vid uppskattning av kriterier för ledningsförnyelse är de så gott som säkra på att det inte handlar om ålder på ledningen utan antal driftstörningar.

3.4 Inläckage: Helsingborg

I Helsingborg pumpar vattenverket ut 45 000 m³/dygn och flödet till reningsverket är 67 000 m³/dygn vilket ger en differens på 33 %. 140 av totalt 660 km består av kombinerade system och de har inga planer på att förändra detta.

3.4.1 Arbetssätt

Förnyelsetakten på spillvattennätet ligger på 100 år och de har/har haft stora saneringsplaner för att klara denna låga siffra. Sedan 1991 har mängden hårdgjorda ytor kopplade till RV minskat från 420 till 175 ha. Driftstörningar är grunden till all ledningsförnyelse och 10 i topp listor används på vattenledningsnätet.

Helsingborg har använt sig utav modeller och då konsulter varit inblandade har alltid någon från den egna organisationen varit inblandad för att ta del av kunskapen. Ingen regelbunden filmning utförs utan enbart punktin-satser och uppgår till ca 12 km per år. Ronderingsspolar gör de på några få sträckor och de arbetar inte aktigt med att koppla bort gamla dräneringar. Dock byggs alltid separata system vid nybyggnation.

4 Hur går det till att hitta utläckage?

Det finns många sätt att upptäcka om det läcker någonstans på ledningsnätet. Några av dessa är listade nedan. Eftersom dricksvattnet som rinner ut ofta rinner in i spill- och dagvattenledningar är det att föredra att leta in- och utläckage samtidigt.

Indikationer på utläckage

- Pumpar och tryckstegrare mm går mer än vanligt
- Hög nattförbrukning
- Tryckfall i ledningsnätet
- Vattnet tränger upp genom marken
- Läckljud på ledningen (fungerar ej på plastledningar)
- Inläckage i dag-/spillvattenledningar bortsett från övrigt inläckage i form av dagvatten och dränvatten.
- Ökat flöde i spillvattenpumpstationer
- Underminerat vid läckan vilket kan visa sig genom sättningar
- Rinner in i hus/källare
- Rostigt vatten

När vattenläckage har konstaterats finns det metoder för lokalisering av utläckaget.

Metoder för lokalisering av utläckage på övergripande nivå:

- Kalibrering och kontroll av mätdata
- Sektionering i stor skala
- Installation av flödesmätare
- Installation av tryckmätare
- Modellering av vattenledningsnät
- Ammonium- och klormetoden
- Läckloggrar

Metoder för vidare sökning efter läcka på detaljerad nivå:

- Sektionering i liten skala
- Spindellyssning
- Korrelationsinstrument
- Marklyssning
- Vätgasläcksökning

Övriga metoder för sökning efter utläckage/läcka:

- Förbrukningsstatistik i spillvattenpumpstationer
- Kunder utan vattenmätare
- Tipsverksamhet i lokaltidningen
- Läcksökning i samband med mätarbyten
- Filmning av spillvattenledningsnätet
- Klormetoden

5 Arbetsgång vid sökning efter en läcka

För att finna en läcka på bästa sätt bör nedanstående arbetsgång följas.

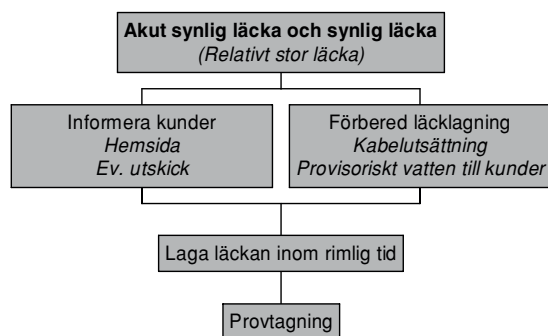
Arbetsgången skiljer sig något åt beroende på vilket typ av läcka som är aktuellt.

Det finns fyra typer av läckor:

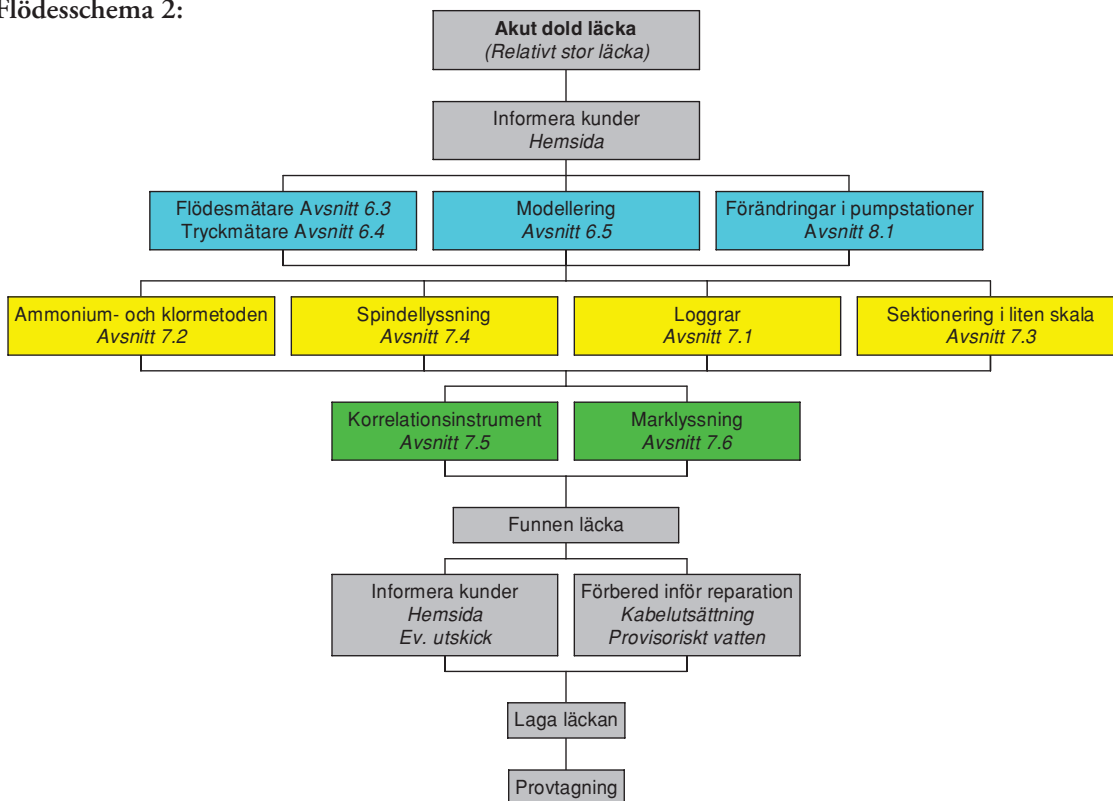
- Akut synlig läcka (Flödesschema 1)
- Synlig läcka (Flödesschema 1)
- Akut dold läcka (Flödesschema 2)
- Dold läcka (omfattar även synliga läckor som är svåra att upptäcka pga. lokaliseringen) (Flödesschema 3)

Vid en akut synlig läcka och en synlig läcka skiljer sig arbetsgången bara ringa åt och de är därmed placerade i samma flödesschema.

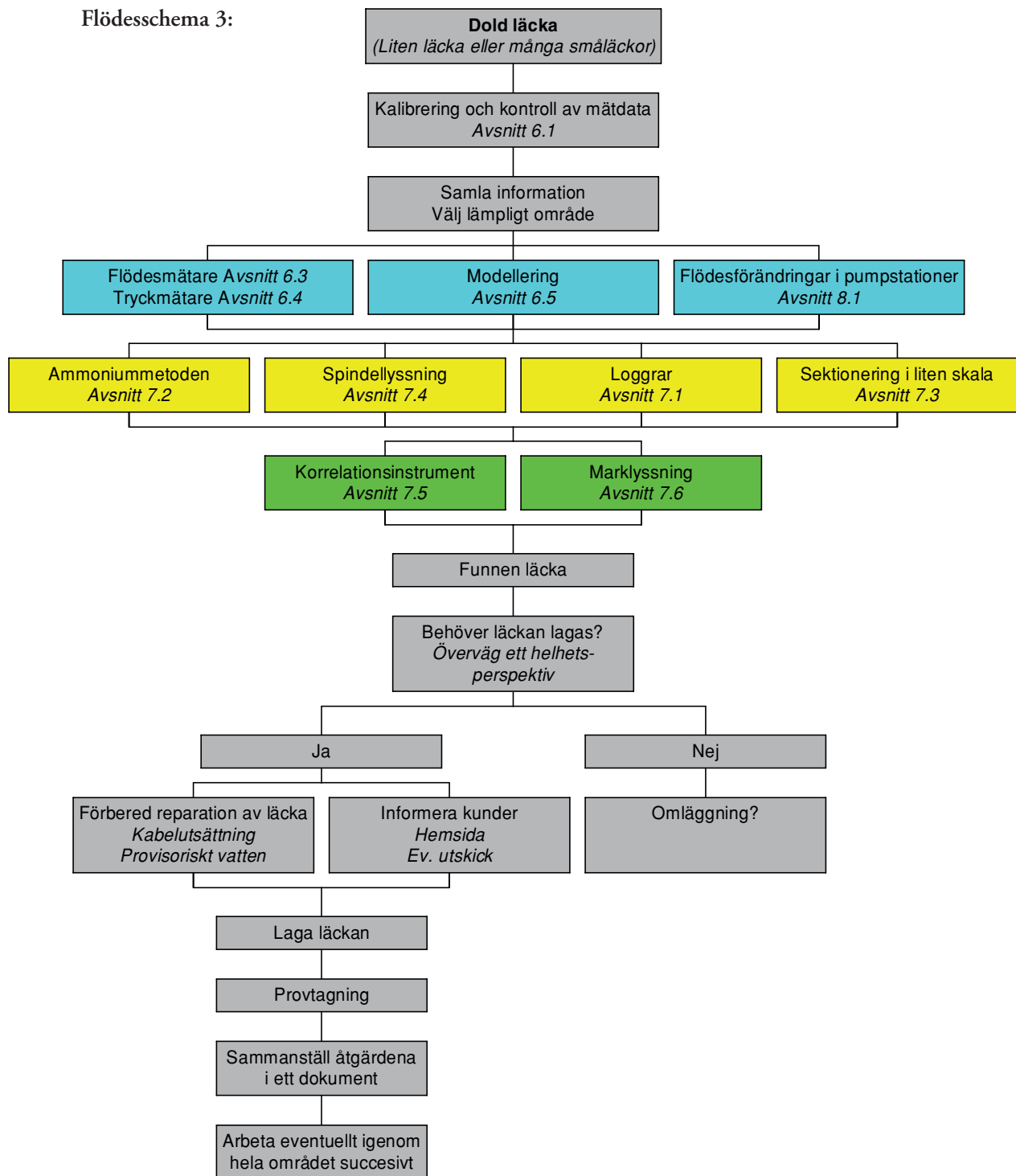
Flödesschema 1:



Flödesschema 2:



Flödesschema 3:



6 Övergripande metoder för sökning efter utläckage

Vid start av läcksökning är det rimligt att starta med att lokalisera läckan till mindre områden. Till att börja med bör mätdata kalibreras och kontrolleras. Är dessa uppgifter felaktiga kan läcksökningen vara bortkastad. Har kommunen goda kartuppgifter om vattennätet är ”sektionering i stor skala” ett bra alternativ för att få en uppfattning om fördelningen av läckor inom sökområdet. Detta är dock enbart en metod som ger ett momentant värde. För att få en långsiktig bild över ett område bör flödesmätare och eventuellt tryckfallsmätare installeras och för att få bästa resultat samordnas i en datamodell.

6.1 Kalibrering och kontroll av mätdata

Beräkningssätt för att få fram flödesuppgifter och faktureringsuppgifter bör kontrolleras på befintlig apparatur så att de inte är felaktiga. Flödesmätare och nivågivare mm i exempelvis vattenverk och vattentorn bör även kalibreras. Detta är ett enkelt sätt att säkerställa att beräkningar är korrekta. Det bör exempelvis göras för att undvika att läcksökning utförs i områden där mätuppgifterna egentligen är felaktiga.

6.1.1 Kontroll av uppgifter i Norrköping

Alla beräkningssteg i Norrköping vattens programvara kontrollerades och vissa felaktigheter upptäcktes. Det rörde sig om diverse fel i formler. Det visade sig tidigt i projektet att det verkliga svinnet i Norrköping var ca 10 procentenheter lägre än vad mätningarna visade från början.

6.1.2 Utvärdering

Fördelar: Bra sätt för att hitta felaktigheter i beräkningar och av inputuppgifter till system. Sparar mycket arbete om det visar sig att felet ligger på denna nivå.

Nackdelar: Det kan vara svårt att kalibrera exempelvis flödesmätare.

6.2 Sektionering i stor skala

För att identifiera områden med stort utläckage är det möjligt att starta med en översiktlig läcksökning med hjälp av till exempel vattenreservoaren, se figur 6.2.1 nedan. Detta för att veta vart resurserna skall sättas in för vidare läcksökning på mer detaljerad nivå. En förutsättning för denna typ av mätning är en mätaranordning ex. en vattenreservoar eller ett vattenverk anslutet till ett begränsat vattenledningsnät.

6.2.1 Tillvägagångssätt med reservoar

Principen bakom undersökningen är att utesluta områden genom att stänga ventiler och avläsa vattennivåförändringen i reservoaren. Därmed kan en storlek på utläckaget beräknas. En fördel vid denna typ av mätning är om reservoaren består av två separerade tankar samt två utgående ledningar som kan separeras. Då kan vattenledningsnätet delas in i två delar och kunders



Figur 6.2.1
Norrköpings innerstads gamla vattentorn. Numera är det ombyggt till bostäder.
(Källa: Norrköpings kommun)

påverkan väsentligt minskas. Tappställen kan därmed hållas med vatten-tryck hela mätperioden genom att föra över ett område från den ena kam-maren till den andra. I och med detta uppnås dessutom en extra kontroll av nivåförändringen i tornet också. Då områden flyttas mellan kamrarna skall nivåförändringen i de båda kamrarna korrelera med varandra.

Vid en sektionering skall nätet delas in i lagom stora delar. Hur stora delar som är lämpliga beror på hur ledningsnätet ser ut. Till att börja med bör en grov indelning av områden göras, för att eventuellt göra ytterligare en läcksökning i det/de områden där stort läckage har funnits, se kap. 7.3 Sektionering i liten skala. När området är avgränsat avläses vattennivåför-ändringen i vattentornet varje minut under en viss tid (10 min räcker) och storleken på läckaget kan räknas ut. Det är den minsta nivåförändringen under denna tidsperiod som är den mest korrekta. Det är då minst antal tappningar görs och läckan illustreras. Mätningen bör utföras mellan 00.00 och 05.00 nattetid. Minst antal människor är i rörelse vid den tiden och resultatet blir därmed som bäst. Det är bra om det finns ett schema över ventilstängning respektive öppning för att underlätta arbetet.

6.2.2 Beräkningar

För att kunna räkna ut ett flöde måste vattentornets area vara känd, dess-utom bör ett värde på förväntad nattförbrukning räknas ut. Då det är nor-malt att människor och industrier använder vatten nattetid kan ett mått på allmänhetens förbrukning nattetid vara ca 2–3 l/(h·p). Vid beräkning av hur mycket en industri förbrukar bör kontakt upprättas med industrin, som läser av sin förbrukning vid ett antal tillfällen under den aktuella natten. Detta beräknade värde blir senare ett riktmärke vid utvärdering av resulta-tet. Är nivåändringen i tornet större än ”normal förbrukning” så finns det läckor i området.

6.2.3 Utvärdering

Fördelar: Vid ett lyckat resultat ger metoden en bild av hur läckorna är för-delade inom undersökningsområdet. Resurser kan då sättas in i de ”rätta” områdena.

Nackdelar: Denna metod är osäker och det finns många felkällor. Det räcker med att en/några ventiler inte sluter tätt så kan ett felaktigt resultat erhållas.

För att kunna utföra denna typ av undersökning måste nätet vara fullt dokumenterat. Felaktigheter i kartan ger ett tokigt resultat. Det är även viktigt att noggranna förberedelser vidtas. En grundlig genomgång av aktu-ella ventiler och eventuellt brandposter bör utföras inför mätningarna. Vid användning av en reservoar med en tank kan det vara lämpligt att kon-trollera så att området är trycklöst när ventilen har stängts. Det kan bäst genomföras med en lämpligt placerad brandpost.

Oavsett detta kan resultatet bli under det förväntade beroende på att exempelvis just felaktigheter i kartan eller att en ventil inte sluter tätt trots undersökningar innan. Denna metod kan även skapa läckor då ingrepp i ledningsnätet vidtas. Vid sektioneringen i Skärblacka samhälle uppstod en läcka i samband med ingreppet.

Två tornmätningar utfördes i Norrköpings kommun 2007 och 2008, en i Norrköpings innerstad och en i Skärblacka samhälle. Resultatet blev inte det förväntade trots grundliga förberedelser innan. Orsaken till detta är okänt.

6.3 Installation av flödesmätare

Sektionering med hjälp av vattentorn, se avsnitt 6.2, ger en ögonblicklig bild av läckaget i ett område. Resultatet är inaktuellt i princip redan dagen efter då nya läckor kan uppstå när som helst. Därför kan en önskan om en långsiktig kontroll av ledningsnätet vara befogad. Då kan ett alternativ vara att investera i flödesmätare på strategiska platser.

6.3.1 Tillvägagångssätt

Vid installation av flödesmätare i ledningsnätet kan "flöde in" mätas och jämföras med debiterat vatten. Dessutom kan nattminimiflödet mätas och analyseras. Skillnader i "flöde in" och debiterat vatten samt förändringar i nattminimiflödet kan vara en läcka. Vattenledningsnätet delas in i lämpliga områden där flödesmätare installeras på ledningen mellan områdena. Antingen installeras de i en brunn eller direkt på ledningen utan brunn. Eftersom den ska installeras på en huvudledning måste grävning ske. Flödesmätning är oberoende av ledningens ljudledningsförmåga, varför den är tillämpbar även på ledningar av plast, vars relativt mjuka rörväggar starkt dämpar läckljudets utbredning.

6.3.2 Elektromagnetisk flödesmätare

Det finns i huvudsak två typer av elektromagnetiska flödesmätare, mätare monterade med flänsförband och anborrade flödesmätare. I Norrköpings har främst Siemens "SITRANS F M MAGFLO" använts. "Optiflux" från Krohne har även varit aktuell. Dessa är monterade med flänsförband och beskrivs nedan.

Mätare monterade med flänsförband

Mätare monterade med flänsförband innehåller ett transmitterprogram och ett mätrör. Mätröret består av spolar som ständigt genererar ett magnetfält med konstant styrka. Den vätska som strömmar genom mätröret inducerar en spänning som är proportionell mot flödeshastigheten.

Anborrad flödesmätare

En flödesmätare har en elektrisk givare för vattenhastigheten. Den är monterad i spetsen av en stång som förs in genom en anborrning i rörets hjässa. Vattenhastigheten multiplicerad med rörarean och en viss korrektionsfaktor för ojämn hastighetsfördelning över tvärsektionen ger flödets storlek. Genom anborrningen mäts på detta sätt flödet samt vattentrycket.

6.3.3 Utvärdering av flödesmätare

Fördelar: Norrköping Vatten installerar successivt flödesmätare. Ett väl utbyggt flödesmätarsystem är ett hjälpmedel för att finna läckor inom ett område. Vid en dold storläcka kan området där läckan befinner sig lokaliseras och sökningen underlättas radikalt. Dock krävs någon typ av normvärde att jämföra förändringar mot och en övervakning av dem. Mätaren måste

installeras på en huvudledning vilket innebär att den måste grävas ner vilket ger en merkostnad. Tryckfallsmätare, se avsnitt 6.4, är ett alternativ till flödesmätare.

För att på ett behändigt sätt använda all information från alla apparaturer i ett ledningsnät, kan ett inköp av en datamodell som illustrerar händelser i vattenledningsnätet i realtid vara aktuellt (se avsnitt 5.5). Denna modell använder sig av bland annat dessa flödesmätare för att modellera flödesriktning, tryck och hastigheter mm i ledningsnätet i realtid. Tanken är också att modellen ska kunna användas som läcksökningsinstrument.

Nackdelar: Det blir mycket data som bör hanteras med en datamodell. Det är också dyrt att installera dem eftersom det måste grävas.

6.4 Installation av tryckfallsmätare

Ett billigare alternativ till att installera flödesmätare är tryckmätare. I Norrköping har MJKs P30/P31 trycktransmitter används, se figur 6.4.1.

6.4.1 Tillvägagångssätt

Genom tryckmätningar i åtkomliga punkter längs en ledningssträcka som avslutas i en brandpost kan mätningar göras av trycklinjens lutningar. Dessa kan jämföras med beräknat värde för en ny ledning. Ledningen skall även vara utrustad med en flödesmätare som är anpassad för ett stort flöde. Faller trycket onormalt på en sträcka kan det röra sig om en läcka.

Dessa värden bör användas i en beräkningsmodell, se avsnitt 6.5 tillsammans med flödesmätningar för att finna läckor. Ju fler installerade tryckmätare desto svårare är det att hantera datamängderna manuellt och desto bättre resultat vid användandet av en modell.

6.4.2 Utvärdering

Fördelar: Denna typ av installation är billigare att installera än flödesmätare då de kan placeras på till exempel en synlig vattenledning i en pumpstation. Den behöver därmed inte grävas ner.

Nackdelar: En nackdel är att vid spolning av pumpstationer kommer tryckmätaren indikera på läcka. Tryckmätarna ansluts till en understation som är kopplad till styrsystemet. Utifrån detta kan information läsas ut i form av trender, kurvor samt rapporter.

Vid skrivandets tidpunkt har ej mycket erfarenhet av användning av tryckmätare samlats in. De utplacerade har inte givit några resultat. De är antagligen för få samt har de inte suttit i närheten av läckor. Om många tryckmätare installeras är det nödvändigt att använda en datamodell. Dessa kan vara dyra i inköp och support.

6.5 Modellering av vattenledningsnätet

Vid behov av kontroll av förändringar i ett ledningsnät där hänsyn behöver tas till många parametrar, kan det vara lämpligt att använda sig utav en modell. Den modell Norrköping Vatten använder finns i en statisk och en dynamisk version. Den statiska modellen använder sig av förprogrammerade värden, medan den dynamiska uppdaterar värden i realtid och kan därmed även användas som ett läcksökningsinstrument.



Figur 6.4.1
Trycktransmitter (Källa:MJK)

6.5.1 Tillvägagångssätt

En modell, i detta fall "Aquis", är ett hydrauliskt verktyg och använder indata för att visa hur vattenledningsnätet ser ut. Den simulerar flöde och tryck i distributionsnätet och kan därmed leverera mycket information. Ju fler stationer för indata på nätet desto bättre resultat. Modellen finns i två versioner och vid användning av den dynamiska är den även ett läcksökningsinstrument. Vid läckage i nätet får användaren en indikering om att det är något som inte står rätt till. Då får nätägaren information om att en läcka har uppstått och kan därmed starta läcksökning. Kanske inte exakt var men inom vilket område.

Då information behövs om t.ex. hur en eventuell ventilstängning påverkar nätet, kan modellen ge kunskap om detta. Information söks fram om tryckförändring, flödesförändring samt eventuell förändring i vattenkvalité mm. Vid beräkning av vattenkvalitén tar programmet hänsyn till både vattnets ålder och kloröverskottet.

6.5.2 Radiella nät

Vid användning av en dynamisk modell underlättar det att dela in vattenledningsnätet i sektioner. Strategiska ventiler skall stängas så att vattnets väg in i områden kontrolleras. För att genomföra detta måste ändledningarna som kommer att stå med stillastående vatten i elimineras eller spolas ur med jämna mellanrum. Vid passage in i området bör en flödesmätare samt en eller flera eventuella tryckmätare installeras som skickar data till modellen. Vid läcka ökar flödet in i området samt minskar trycket i ledningarna. Detta kommer då att bli en indikering på läcka. Vid denna installation kan rörnätsägaren förekomma sina kunder med information.

6.5.3 Utvärdering

Fördelar: I dag använder Norrköping Vatten en statisk modell. Denna utför de flesta beräkningar som den dynamiska modellen kan. Inputvärdena är däremot oföränderliga. Denna kan användas vid utbyggnad och ombyggnad samt även i driftens dagliga arbete. En förändring i ledningsnätet känner dock inte modellen av och kan därmed inte finna några läckor. En uppgradering av modellen skulle innebära att den blir dynamisk och får aktuell input i realtid. Den skulle då även bli ett läcksökningsinstrument. Vid ökat flöde i ledningen ger modellen indikation på en läcka och läckan går att lokalisera till ett område. Desto fler mätaggregat det finns i varje område desto bättre resultat blir det. För att få ett optimalt resultat kan nätet delas in i radiella nät, se avsnitt 6.5.2. Den statiska modellen har Norrköping Vatten hjälp av i olika situationer. Realtidsmodellen har inte köpts in (2009). Inköp av denna är under utredning.

Nackdelar: Det krävs att någon håller sig uppdaterad och arbetar ständigt med modellen för att den ska ha ett värde. Vid resursbrist finns det konsulter att hyra in.

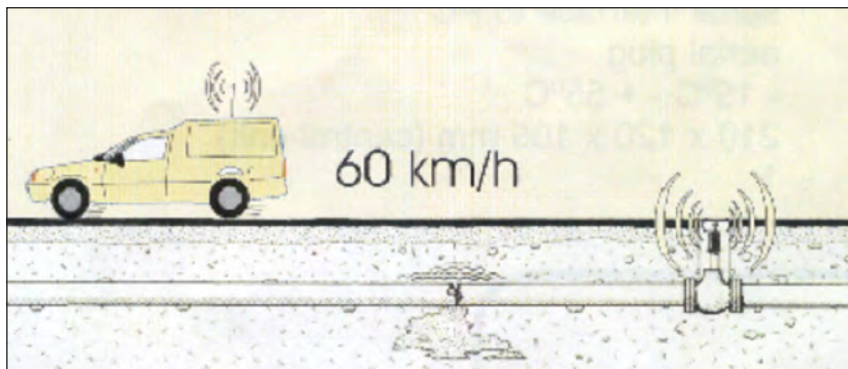
7 Detaljerade metoder för sökning efter en läcka

7.1 Läckloggrar

Vid permanent och/eller mobil läcksökning kan loggrar för avlyssning av ledningar användas som placeras på exempelvis ventiler och brandposter. Dessa kan användas för att söka efter läckor vid passage med bil eller få information om läckor via sms-tjänst beroende på vilken typ av logger som används, se figur 7.1.1.

7.1.1 Tillvägagångssätt

Hänsyn skall tas till rörmaterial och dimension, men på gjutjärnsledningar går det att ha upp till 500 m avstånd mellan loggrarna om det inte är de riktigt små läckorna som eftersöks. Vid signal om en läcka skall sedvanlig läckagelokaliserings utföras för att bestämma läckans exakta läge, se resterande del av kapitel 5. (Hamafo, 2007)



Figur 7.1.1 Kontroll av en logger (Källa: Hamafo)

Loggrarna kan användas permanent för regelbunden kontroll av känsliga eller svårlyssnade delar av röret, eller flyttas runt områdesvis. Vid flytt till ny mätpunkt bör loggrarna nollställas för säkrare mätvärden. Utrustningen består av en logger och en mottagare och vid gynnsamma omständigheter är räckvidden upp till 150 m från utsatt logg, även vid passage i hög hastighet. (Hamafo, 2007)

7.1.2 Utvärdering

I Norrköping har införandet av användning av läckloggrar givit ett blandat resultat. Har det funnits lämpliga ställen att sätta dem på har en översiktlig bild av ett område inhämtats och de har funnit läckor. Vid ett flertal tillfällen har de givit falska larm.

Meningarna skiljer sig på företaget om det är en tidskrävande metod som kräver mycket tålamod eller att det är enkelt att sätta ut dem och använda dem. Norrköping Vatten har 30 stycken mobila och 10 stycken permanenta loggrar, de senare med sms-tjänst. I funktion och användning skiljer sig permanenta och mobila loggrar inte sig åt i någon nämnvärd omfattning.

De permanenta loggrarna kan även de flyttas runt men det är något omständigare.

Fördelar: De kan flyttas runt och kan täcka olika och relativt stora områden åt gången. Det går fort att läsa av dem.

Nackdelar: De fungerar sämre i tätbebyggda områden där de störs av pumpar, gatubelysning och trafikljus mm. De fungerar inte på plastledningar. Finns det lagningar på ledningar ger även det ett missvisande resultat.

Norrköping Vatten har inte fått den förväntade responsen. Det kan dock röra sig om att det inte finns några läckor i de områden där loggrarna har placerats också. De ska inte sitta ”för” tätt då flera kan indikera på läcka och det då kan röra sig om samma läcka (eller inte.) Erfarenhetsmässigt har det visat sig att ett utslag på tio är en läcka.

7.2 Ammoniummetoden för utläckage

Ammoniummetoden användes till en början i första hand för att hitta inläckage i spillvattennätet. Med tiden visade den sig även vara en effektiv metod för att hitta vattenläckor.

Då problemområden skall sökas är siffror på högt flöde till pumpstationer ett bra hjälpmedel. Vid hastiga förändringar i flödet som inte är kopplade till nederbörd är det oftast pga. att en vattenläcka har uppstått. Området för sökandet bör avgränsas och strategiskt placerade brunnar på spillvattennätet utses. Metoden går ut på att lyfta på locket i dessa brunnar och bedöma flödet. Vid högt flöde finns det risk för en vattenläcka uppströms. Provtagning utförs på spillvattnet och om ammoniumhalterna är låga följs nätet uppströms tills inläckaget i bästa fall ringats in mellan två brunnar. För att kunna komma närmare svaret kan ytterligare prover tas. Konduktivitet, pH-värde och hårdheten på vattnet är parametrar som kan avgöra vattnets ursprung. För bästa resultat skall undersökningarna börja nedströms för att successivt beta av området uppströms.

7.2.1 Tillvägagångssätt

Ett högt flöde i spillvattennätet kan bestå av inläckage av dricksvatten, dagvatten, markvatten, sjövattnet och/eller grundvatten mm. För att vara säker på att det rör sig om inläckage analyseras spillvattnet. Ett koncentrerat spillvatten innehåller mellan 35 och 45 mg ammonium per liter. Vid en låg ammoniumhalt, < 20 mg/l är därmed spillvattnet utspädd och påverkat av någon typ av inläckage.

För att avgöra om inläckaget rör sig om en vattenläcka, kan klorhalten i vattnet kontrolleras för att få en indikation på om vattnet till stor del är dricksvatten. Denna metod ger tydliga utslag vid läckor och ett bättre utslag desto närmare läckan provet tas. Normalt ligger klorhalten mellan 0,15 och 0,30 mg/m³ ute på ledningsnätet. Då vattnet lämnar Borgs vattenverk i centrala Norrköping ligger halten på 0,35 g/m³.

För att bedöma klorhalten kan ett pulver som färgar vattnet tillföras. Bliar vattnet rosa finns det klor i vattnet. Ett liknande test kan även utföras med ett mätband som doppas i vattnet och färgen på bandet bedöms. Det går även att på elektronisk väg avläsa klorinnehållet och halten klor i vattnet om

det skulle vara intressant. Metoden kan även kompletteras med fler mätningar avseende vattenkvalité, som hårdhet, konduktivitet och pH-värde och jämföras med normalvärdena för det dricksvatten som distribueras i området. Mätningarna är dock ingen exakt vetenskap utan enbart en hjälp på vägen för att ta reda på fakta.

7.2.2 Utvärdering

Fördelar: Metoden är snabb och ger resultat på plats. Det är mycket som väger in vid varje provtagning och det är viktigt med utförligt loggboksförande av alla parametrar. Vid väl vald brunn är det enkelt att avgöra om ett område är aktuellt eller inte.

Metoden lämpar sig bäst inom villaområden där flödena normalt sett är låga. Den används även bäst i områden med separerade system för att inte väderleken skall spela stor roll. Vid långvarig torka går det bra att använda metoden i kombinerade system utan problem.

Vid mätning av klorinnehållet i vattnet för att hitta en läcka fungerar det enbart så länge det fortfarande finns klor i vattnet. Långt ifrån vattenverket kan klormängden ha klingat av och enbart små mängder återfinns i vattnet. En vattenläcka däremot ökar klorhalten i vattnet eftersom omsättningen ökar. Detta förbättrar sannolikheten att hitta en läcka med denna metod.

Nackdelar: Vintertid kan det vara svårt att lyfta brunnslucken då de kan vara fastfrusna. Det råder viss säkerhetsrisk då brunnar oftast är placerade i vägar samt fallrisk. På hårt trafikerade vägar är inte brunnarna tillgängliga.

För att kunna gå vidare i ett område och söka nedströms måste en funnen läcka (inläckage) åtgärdas först.

7.3 Sektionering i liten skala

Då läckan är lokaliserad till ett mindre område är det möjligt att utföra en sektionering i mindre skala för att finna läckan. Detta förutsätter att läckan är märkbar i produktionen av vatten i ett vattenverk.

7.3.1 Tillvägagångssätt

Ventiler ska stängas en efter en i det aktuella området tills läckan är funnen. Flödet måste kunna läsas av t.ex. i ett vattenverk eller av en flödesmätare som sitter ute på nät och när flödet minskar till normalflöde är läckan funnen. Principen för detta är att stänga av ledningen där läckan befinner sig.

Läckan lokaliseras därmed till ett område mellan två ventiler. Under arbetets gång behöver bara 2 ventiler vara stängda samtidigt. Detta beror dock på hur nätet är konstruerat. Avstängningen förflyttar sig längs med ledningen och ventiler stängs och öppnas systematiskt. För att vara på den säkra sidan att ventilerna är stängda bör de kontrolleras. Ett bra sätt för att utföra detta är att lyssna på dem med en spindelnyssnare. Det förutsätter att det inte är en plastledning. Det kan även vara bra att ta hjälp av en brand- eller spolpost för att vara säker om det finns en sådan. Finns det kunder anslutna blir de utan vatten under några minuter.

7.3.2 Utvärdering

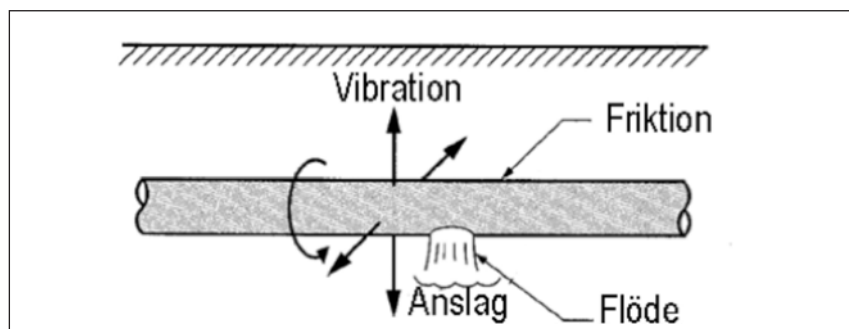
Fördelar: Fungerar utmärkt om området är begränsat. Är läckan någorlunda lokaliserad är metoden snabb och enkel. Den kräver inte särskilt mycket för-

beredelser och läcksökningspatrullen kan vara på plats fort efter att läckan konstaterats inom området.

Nackdelar: Undersökningarna bör utföras nattetid av två anledningar. Kunder drabbas mindre av vattenavstängningen och normalflödet i spillvattenledningarna är lägre och därmed utmärker sig läckan mer. Metoden fungerar dåligt på små läckor och det är även svårt att veta om ventilerna är ordentligt stängda. Är det möjligt att verifiera att vattnet är avstängt, exempelvis via en brandpost bör det utföras.

7.4 Spindelnyssning

Spindelnyssning är en enkel metod. Det enda som behövs är ett enkelt mätinstrument samt ett tränat öra. Stora läckor är lättare att finna än små.



Figur 7.4.1 $\text{Vibration} + \text{Friktion} + \text{Flöde} + \text{Anslag} = \text{Läckljud}$ (Källa: Hamafo)

7.4.1 Tillvägagångssätt

Spindelnyssning går ut på att konstatera om man har en läcka på ledningen genom att lyssna efter läckljud. Ljudet från läckan fortplantar sig i röret till olika mätpunkter.

Läckljudet består av (se figur 7.4.1):

- ett ljud från vattnet som flödar ut från läckan
- ett friktionsljud från vattnet som trycks ut ur hålet från läckan
- ett vibrationsljud i rörmaterialet som fortplantar sig i ledningen
- ett anslagsljud från vattnet som träffar markmaterialet

Andra faktorer som påverkar ljudkvaliteten är vattentrycket, rörmaterialet, fyllningen runt röret, läckans storlek samt utseende. (Hamafo, 2007)

Ljudet är lättare att upptäcka desto närmare läckan man befinner sig. Mätpunkter är alla punkter där man på något sätt kan få kontakt med ledningen. Exempel på sådana punkter är olika ventiler såsom avstängningsventiler, servisventiler och brandposter men även direkt kontakt med röret i t.ex. brunnar, luftklockor, vattenmätare mm. Genom att jämföra ljudet från olika mätpunkter kan en grov uppskattning göras på läckans läge. Observera att tapppljud och strypningar ger samma karaktär som läckljud. Denna metod är endast brukbar på metalledningar. (Hamafo, 2007)

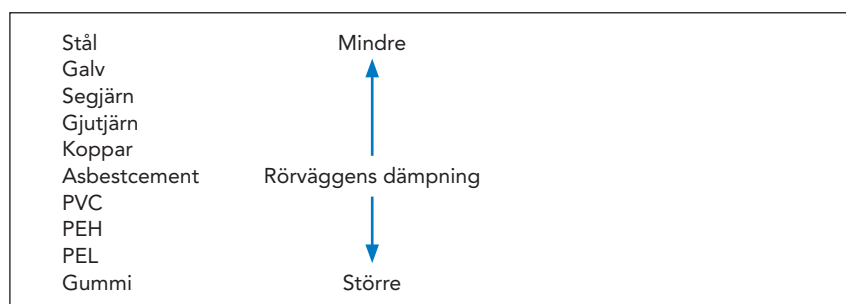
Det finns olika varianter av en spindelnyssnare. Det enklaste är att lyssna med örat mot t.ex. ventilyckeln. Det finns också enklare utrustningar utan elektronik s.k. "bakelitlur" som använder sig av membran eller stetoskoplur mm. (Hamafo, 2007)

7.4.2 Att finna en läcka

Att söka över ett större eller mindre område är effektivt med hjälp av spindelnyssning. Är det en större läcka som eftersöks kan det gå bra att göra en grövre avlyssning var 100–200 meter. Observera att mindre servisläckor då kan smita igenom utan att upptäckas. En del mindre servisläckor hörs ibland bara på den närliggande servisventilen, därför bör alla servisventiler kontrolleras vid rutinkontroller.

När läckljud uppträcks börjar finlokaliseringen där läckljudets styrka och karaktär på olika mätpunkter jämförs. När det gäller servisläckor kan servisventilen stängas för att konstatera om läckan ligger innanför ventilen eller inte. (Hamafo)

Material i ledningen påverkar hur enkelt det är att finna läckan. Ljudet fortplantar sig i vattnet i röret och vissa material dämpar läckljudet mer än andra, se figur 7.4.2.



Figur 7.4.2 Läckljudets fortplantning (Hamafo, 2007)

På ledningsdimensioner över 300 mm påverkar storleken på röret läckljudet negativt. Läckor på stora rör är därför svårare att upptäcka. Dessutom får inte luftfickor förekomma samt kan även packningar mellan rörpipor dämpa ljudet. (Hamafo, 2007)

7.4.3 Utvärdering

Vid storskalig sökning bör sökningen starta i en ändpunkt på nätet för att på ett lättare sätt lokalisera läckan. Detta för att undvika att kunna söka i alla riktningar. Tanken är då att möjligheten att söka sig fram till läckan i en riktning skall finnas.

Fördelar: Det är en enkel och bra metod att utföra och kräver inte lång startsträcka.

Nackdelar: Det kan vara tidskrävande att finna ventiler. Metoden kan störas av pumpstationer, tryckstegringar, fjärrvärme, rinnande brandposter, kranar, disk- och tvättmaskiner osv. Eftersom nya ledningar i Norrköpings kommun och även i övriga landet oftast består av polyeten är metoden utdöende. Metoden kräver ett tränat öra. Erfarna personer bör därmed i första hand utföra arbetet.

Ett stort område, Skärblacka i sydvästra delen av Norrköpings kommun undersöktes år 2006 systematiskt med ett dåligt resultat. En person arbetade på heltid under ett antal månader med detta. Många trasiga ventiler upptäcktes men inga större läckor. En betydande anledning till detta var att området består mestadels av PVC-ledningar vilket var okänt vid starten av arbetet.

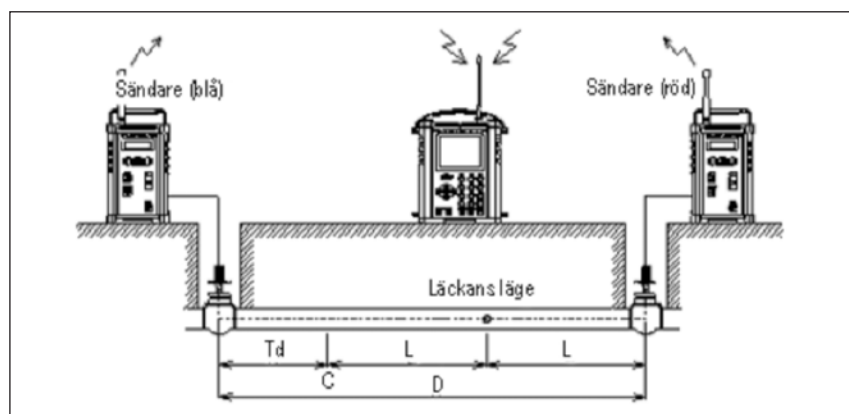
7.5 Korreleringsmetoden

Då läckan lokaliserats till en ledning och det exakta läget skall utredas är korrelatorn ett bra hjälpmedel. Den söker upp läckan mellan två mätpunkter och kan ge ett någorlunda exakt läge för läckan och var det skall schaktas.

7.5.1 Tillvägagångssätt

Två sändare placeras på exempelvis varsin ventil. De har då kontakt med ledningen, se figur 7.5.1. Läckljudet fortplantar sig i ledningen och ljudhastigheten är olika beroende på rörmaterial och rördimension. Det fortplantar sig till mätpunkterna där sensorerna "fångar upp" läckljudet och skickar ljudet vidare till korrelatorn med hjälp av sändaren. Mätpunkter är alla punkter där man på något sätt kan få kontakt med ledningen. Exempel på mätpunkter är olika ventiler såsom avstängningsventil, servisventil och en brandpost men även direkt kontakt med röret i t.ex. brunnar, luftklockor, vattenmätare mm. (Hamafo, 2007)

Metoden går ut på att ljudet från läckan fortplantar sig i röret och i vatten och når den ena mätpunkten tidigare än det når den andra mätpunkten, se figur 7.5.1. Med hjälp av formeln $L = D - (V \cdot T_d)/2$, efter det att inkommande signaler jämförs räknar korrelatorn ut längden från mätpunkten till läckan.



- L = Längden till läckan från mätpunkten.
- D = Längden mellan mätpunkterna.
- V = Ljudhastigheten av läckljudet.
- T_d = Tidsskillnaden.

Figur 7.5.1 Korrelationsmetoden (Källa: Hamafo)

Var alltid noga med att korrelatorn får kontakt med mätpunkterna. Gör även flera olika mätningar med korrelatorn för att vara säker på att läckans läge är korrekt. Lyssna alltid på läckljudet med en marklyssnare vid mätning och var noga med att kontrollera mätdatan. Hänsyn skall tas till att korrelatorn endast mäter mellan mätpunkterna. När läckans läge hamnar vid t.ex. en servisanslutning kan läckans läge lika väl vara vid anslutningen som inne på servisledningen. Om läckan i detta exempel är inne på servisledningen fortplantar sig läckljudet ut till servisanslutningen på huvudledningen. När mätning mellan två avstängningsventiler och läckans läge indikeras vid anslutningen skall man göra en ny mätning för att kontrollera om läckan är på servisledningen eller inte. Finns servisventil kan den stängas för att kontrollera om läckan tystnar. Då är läckan innanför ventilen och därmed på servisen. (Hamafo, 2007)

7.5.2 Mätdata korrelation

De data som behövs för att lokalisera exakt läge på läckan med hjälp av en korrelator är rörmaterial, rördiametern och längden. Normalt har korrelatorn förprogrammerade rörmaterial och rördimensioner där ljudhastigheten finns förprogrammerad. (Hamafo, 2007)

7.5.3 Utvärdering

Fördelar: Med rätt kunskap om ledningsnätet ger den ett bra utslag på vart läckan befinner sig och felmarginalen är liten även om materialvalet blir felaktigt. I slutändan minskar metoden schaktkostnader.

Nackdelar: Det går inte att använda metoden på plaströr och finns det lagningar på ledningen stör det apparaten. Om någon förbrukar vatten kan det ge utslag. En av de större missarna när det gäller korrelation är att nöja sig med en enda mätning. (Hamafo, 2007) Ventiler befinner sig ofta i gatan vilket medför risk för olycka.

7.6 Marklyssning

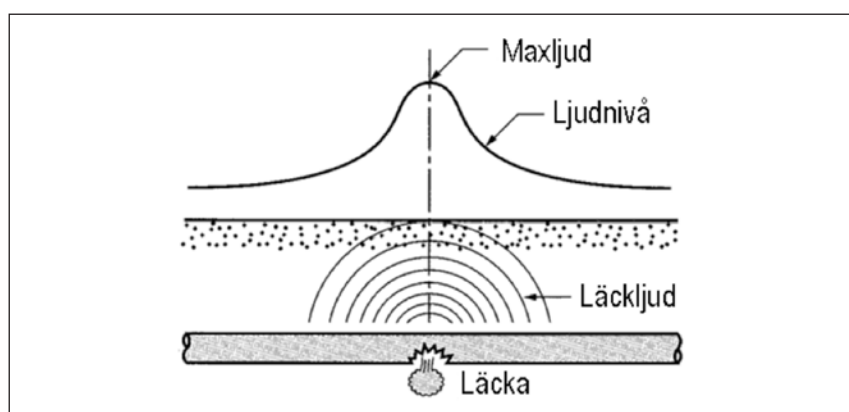
Med spindelnyssning kan man definiera en aktuell ledningsträcka. Korrelatorn identifierar vart på ledningen läckan befinner sig. För att dubbelkolla lokaliseringen krävs en marklyssnare eftersom det kan vara svårt att få in rätt inputdata i korrelatorn så den visar exakt rätt. Med detta instrument kan läckans läge mer exakta konstateras. Läckljudet fortplantar sig upp till markytan vilket gör det möjligt att använda detta instrument som mäter läckljudet på marknivå, se figur 7.6.1 (Hamafo, 2007)

7.6.1 Tillvägagångssätt

Marklyssning går ut på att lyssna sig fram till läckans exakta läge genom att flytta markmikrofonen på marken. Det kan vara olika svårt att finna exakta läget på en vattenläcka med en marklyssnare. Svårigheten varierar med t.ex. årstid, beläggning och markförhållanden. Vid gynnsamma förhållanden är ljudet från läckan starkast rakt ovanför läckan som visas på figur 7.6.2.



Figur 7.6.1
Marklyssnare (Källa: Hamafo)



Figur 7.6.2 Läckan vid gynnsamma markförhållanden. (Källa: Hamafo)

Beroende på markens fyllning, rörmaterial, vattentryck och djupet till ledningen kommer ljudet från läckan att ha olika karaktärer. Vid marklyssning flyttas markmikrofonen med jämna avstånd på marken (2–3 m) jäms

med ledning och lyssning sker. När läckljud lokaliseras minskas avståndet. (Hamafo, 2007)

7.6.2 Olika markförhållanden

Vid ogynnsamma förhållanden, se avsnitt nedan, är det svårt att spåra läckan. Vid goda förhållanden, t.ex. på gata med asfalt har man ett kompakt markmaterial som leder upp ljudet från läckan bättre än där det är jord/grus, se figur 7.6.3. Ljudet kan alltså vara starkare en bit bort från läckan där det är mer kompakt material. (Hamafo, 2007)

Tjäle, is och/eller snö

Marklyssning under vinterhalvåret kan ge många olika fenomen när det gäller tjäle, is och/eller snö, se figur 7.6.4. Då det förekommer tjäle kan markljud från läckan färdas över en längre sträcka och ljudets styrka och karaktär kan variera mycket. När det ligger is och snö på marken är det viktigt att ta bort allt fruset där markmikrofonen skall placeras. Apparaten kan annars bli störd av detta. Att tänka på är att markmikrofonen ska ha samma temperatur som marken/luften. Detta för att en markmikrofon som kommer från t.ex. en varm bil ger upphov till störande ljud när den ställs på ett kallt underlag. (Hamafo, 2007)

Olika fyllningsmaterial

Då marklyssning utförs i mark med olika fyllningsmaterial såsom stenfyllning mm. kan ljudet vara starkare över detta samt kan ljudet vara starkare vid brunnar och ventiler mm. pga. att de leder läckljudet bättre, se figur 7.6.5. (Hamafo, 2007)

Gammal läcka

Läckor som har funnits länge kan vara svårare att hitta pga. att det bildats en grotta med vatten som inte leder ljudet från läckan lika bra till markytan, se figur 7.6.6. (Hamafo, 2007)

Olika rörmaterial

Olika rörmaterial ger olika typer av utbredning av läckljudet på marken. Läckor på plaströr ger en betydligt mindre yta av läckljud jämfört med metallrör som breder ut sig mer se figur 7.6.7. (Hamafo, 2007)

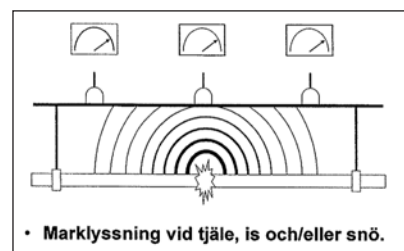
7.6.3 Utvärdering

Fördelar: Oavsett vilken metod som används för att lokalisera läckan till en början är marklyssning ett bra komplement. Det är en enkel metod att utföra och kräver inte lång startsträcka.

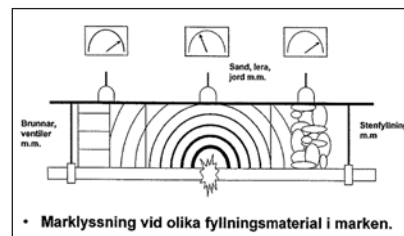
Nackdelar: Detta kräver ett tränat öra. Erfarna personer bör i första hand utföra arbetet. Metoden kan störas av pumpstationer, tryckstegrare, vind, bilar, fjärrvärme, rinnande brandposter, kranar, disk- och tvättmaskiner osv.



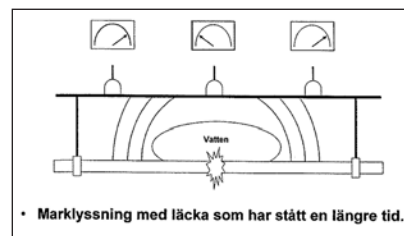
Figur 7.6.3 Läge vid ogynnsamma förhållanden (Källa: Hamafo)



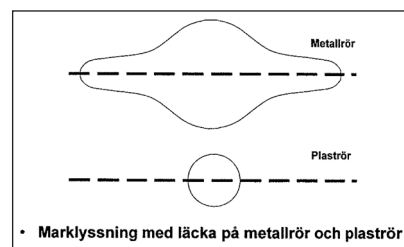
Figur 7.6.4 Läge vid ogynnsamma förhållanden (Källa: Hamafo)



Figur 7.6.5 Läge vid ogynnsamma förhållanden (Källa: Hamafo)



Figur 7.6.6 Läge vid ogynnsamma förhållanden (Källa: Hamafo)



Figur 7.6.6 Läge vid ogynnsamma förhållanden (Källa: Hamafo)

7.7 Vätgasläcksökning

I ett sista skede för att finna läckans exakta läge kan läckan även sökas med hjälp av gas, se figur 7.7.1.

7.7.1 Tillvägagångssätt

Aktuell rörledning måste stängas av och göras trycklös, om möjligt tömmas på vatten och trycksättas med vätgas. Detta är ett mycket säkert sätt att finna läckans exakta läge på. (Hamafo, 2007)

Gastrycket får ej, och behöver normalt inte, överstiga 1,0 bar, vilket styrs via en tryckregulator och säkerhetsventiler. Tiden för gasen att tränga upp till ytan är beroende på markförhållanden och läckans storlek.

Vanligen kan sökningen påbörjas relativt snart efter att hela den önskade ledningssträckan är fylld med gas. Marksonden trimmas in för maximal känslighet och sökningen görs genom att sondens sugtratt sveps över marken eller pressas mot ytan. När gas indikeras avgörs var starkaste koncentrationen finns genom att reglera känsligheten med detektorn.

Utrustningen består av en vätgasdetektor, en marksond ev. sticksond och mattillsats och en vätgastub med anslutningar.

I extrema fall med mycket små läckor och svårgenomtränglig mark som lera kan man få ha ledningen trycksatt och återkomma efter ett eller flera dygn. Normalt går det dock på någon eller några timmar. Efter sökning spolas eller avluftas ledningen, slutna rum och brunnar avluftas då gasen tränger undan syret. (Hamafo, 2007)

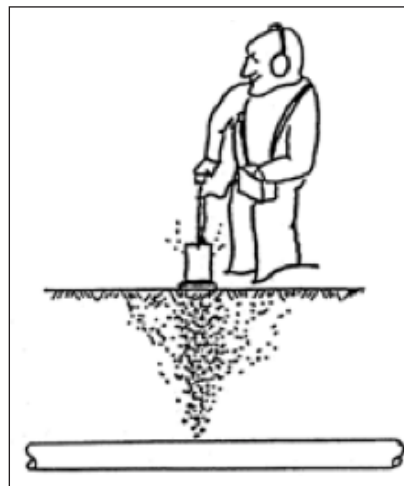
Tillstånd för användande ges av Arbetsmiljöverket. (Hamafo, 2007)

7.7.2 Utvärdering

Denna metod har aldrig utvärderats av Norrköping Vatten. Däremot finns en del kunskaper om metoden.

Fördelar: Kan vara ett bra alternativ på plast och överföringsledningar.

Nackdelar: Metoden är arbetskrävande. För att kunna göra denna undersökning måste ledningen tömmas på vatten. Utförs detta i befolkade områden blir det en stor kundpåverkan. Vädret kan även påverka resultatet.



Figur 7.7.1
Vätgasläcksökning (Källa: Hamafo)

8 Övriga metoder för att hitta utläckage/läckor

Nedanstående förklarade metoder är mer eller mindre beprövade av Norrköping Vatten.

8.1 Förbrukningsstatistik i spillvattenpumpstationer

Genom att jämföra förbrukningsstatistik för ett visst område med det vattenflöde som tillförs områdets spillvattenpumpstation samt beräkna regnmängder kan utläckage upptäckas.

8.1.1 Tillvägagångssätt

Vid torrväder kan skillnader i flöde in till en pumpstation jämföras med utpumpad mängd dricksvatten i samma område. Då kan en läcka upptäckas om den är tillräckligt stor. Att arbeta med nattflöden förbättrar siffrorna och en läcka kan lättare urskiljas.

Denna metod används bäst genom att ha ett normflöde till varje pumpstation. Det är ett beräknat värde som är baserat på t.ex. nattflöden vid torrväder. Sker det förändringar i detta värde har vi indikationer på ett inläckage i spillvattenledningen som kan härstamma från en vattenläcka. Även erfarenhetsmässiga värden går att använda som referensvärde.

Vid regn, högt grundvatten, snösmältning mm kommer detta värde att vara oanvändbart. Då kommer värdena i stället att representera andelen ovidkommande vatten per längdenhet ledning, se avsnitt 11.1.

8.1.2 Utvärdering

Fördelar: Krävs endast analys av redan befintlig data. Ger en indikation av i vilket område fortsatta insatser skall upprättas. Är ett bra komplement till andra metoder. Relativt enkelt att hitta en stor läcka i torrväder.

Nackdelar: Det är mycket data som måste behandlas och en datamodell kan därmed behövas. Det tar tid och det krävs siffror att jämföra med för att finna förändringar i tillförsen. Det är svårt att hitta en vattenläcka om pumpstationen är påverkad av mycket ovidkommande vatten.

8.2 Omätt vatten

Kommuner har ofta ett antal schablonkunder utan vattenmätare. Dessa betalar en bestämd summa pengar för sin vattenförbrukning. Hur mycket vatten som kunden förbrukar är okänt. Differensen mellan förbrukad mängd och schablonmängden kommer att räknas med i utläckagestatistiken. Vid byggnationer samt vid spolning av ledningar används också en okänd mängd vatten. Dessa poster bör mätas och räknas in i den totala vattenförbrukningen.

8.2.1 Utvärdering

För att detta ska ge ett resultat måste det finnas många schablonkunder som använder stora mängder vatten. Ett stort kontinuerligt uttag kommer att märkas medan enstaka spolningar inte märks.

8.3 Tipsverksamhet i tidningen

För att finna en synlig läcka kan allmänheten tas till hjälp. En annons i tidningen med tillhörande prisutdelning vid funnen läcka kan vara ett alternativ.

8.3.1 Utvärdering

För att det ska ge upphov till resultat bör annonsen publiceras med jämna mellanrum. Ett flertal läckor hittades i Norrköping genom denna metod.

8.4 Läcksökning i samband med mätarbyten

Vid rutinmässigt mätarbyte i fastigheter utförs en läcksökning på servis. Läckan upptäcks genom att lyssna efter susljud på en synlig vattenledning eller tillbehör till en vattenledning inne i huset.

8.4.1 Utvärdering

Teoretiskt är det möjligt att finna läckor på serviser med denna metod men hittills har resultaten uteblivit för Norrköping Vatten. Det kan bero på att lyssnaren ej har ett tillräckligt skarpt öra, andra ljud stör vid lyssnandet ex. andra fjärrvärmeaggregat mm. Norrköping Vatten skall utvärdera och undersöka varför inte resultatet blivit bättre.

8.5 Filmning av spillvattenledningar för utläckagesökning

Vid filmning av ledningsnätet kan vattenläckor upptäckas. Nätet filmas sporadiskt eller systematiskt igenom med filmkamera. Nätet spolas även samtidigt för att minska avloppsstopp, underlätta för att kameran ska kunna ta sig igenom ledningen och för att få bättre sikt. Se även avsnitt 11.1.

8.5.1 Tillvägagångssätt

Ledningsnätet filmas och spolas systematiskt från högsta punkten mot lägsta punkten vid områdesinspektion. Detta för att kunna suga ur sumpen i pumpstationerna när arbetet är slutfört. Protokoll och filmer lämnas till ansvarig som bedömer vilka åtgärder som skall utföras.

8.5.2 Utvärdering

Denna metod kan ge uppgifter om vattenläckor. Ibland sprutar det in vatten vilket kan vara en indikation på en vattenläcka.

Fördelar: Om läckan tar sig in i spill- eller dagvattenledningen är det ett bra sätt att hitta en läcka på. Det bör dock ha varit torrt en period för att lättare kunna identifiera dricksvattenläckage. För att få ytterligare en indikation på vad det rör sig om för inläckage kan ett klorprov tas. Om klorhalten är hög är det ett tecken på att det rör sig om en vattenläcka. Detta fungerar inte alltid eftersom klorhalten kan vara noll långt från vattenverket. Kloret bryts ner i ledningarna och försvinner successivt.

Nackdelar: Det är dyrt om det enda resultatet som eftersöks är läckagekontroll. Det är inte alltid en läcka tar sig in i spill- och dagvattennätet. Däremot om nätet ändå behöver inspekteras med avseende på nätets kvalité, så är det ett plus om några vattenläckor också upptäcks.

8.6 Mätning av klorhalt

Genom att utnyttja de analyser som regelbundet utförs på dricksvattnet och ledningsnätet skulle vattenläckor kunna upptäckas.

8.6.1 Tillvägagångssätt

Då vattnet släpps från vattenverket innehåller det ca 0,35 g/m³ klor. Klor klingar av i vattenledningsnätet desto längre bort från vattenverket det kommer. Prover tas regelbundet på ett antal platser och goda referensvärden på klorhalten finns oftast i ett ledningsnät. Vid en vattenläcka ökar flödet i ledningarna och därmed klorhalten. Detta skulle kunna vara en indikator på läcka och eftersom prover ständigt tas i nätet är det ingen extrakostnad. Det enda som kostar är sammanställning och utvärdering av data som redan finns och ständigt tillkommer.

8.6.2 Utvärdering

Denna metod är enbart på idéplanet och är inte utvärderad.

8.7 Samhällsförändringar

Vid förändringar av infrastrukturen som utförts genom årens lopp kan vattenledningar ha låtits ligga kvar i marken. Dessa ledningar kanske inte finns med i kartsystemet. De kan stå och läcka vatten under lång tid utan att det märks eller att några undersökningar görs i området.

8.7.1 Tillvägagångssätt

För att komma tillrätta med detta problem kan gamla kartor ligga som underlag. Där det en gång funnits bebyggelse är det också möjligt och vanligt att det finns nergrävda vattenledningar. Lokalisera området och läcksök så gott det går.

8.7.2 Utvärdering

Fördelar: Ledningarna som kan finnas kvar är oftast proppade en gång i tiden. De är av ledande material och därmed är det möjligt att lyssna efter läckljud med en spindel lyssnare. Detta är ett riktigt detektivarbete som bör utföras sommartid. Det skall vara torrt ute och möjligt att utvärdera terrängens utseende och beskaffenhet.

Nackdelar: Det kan vara svårt att hitta rätt kunskap i form av kontaktpersoner och information. Det kan tänkas vara personer som kan ha vetskap om förändringen eller gamla ritningar. Har marknivån förändrats kan det vara svårt att hitta ledningens läge för marklyssning. Ventiler kan ligga djupt under marken. Då läckan skall lyssnas fram är det mest optimalt att arbeta nattetid.

9 Hur går det till att finna inläckage i en spillvattenledning?

Det finns flera olika typer av ovidkommande vatten. De vanligaste är listade nedan.

- Dricksvatten
- Grundvatten
- Dräneringsvatten
- Takvatten
- Regnvatten
- Smältvatten
- Ytvatten

Då inkommande vatten på reningsverket eller i en pumpstation ute på nätet överstiger utpumpat vatten markant kan det vara idé att leta efter inläckage. Dock så ska inte allt ovidkommande vatten arbetas bort då det är positivt med avseende på sedimentering i ledningar. Det behövs en viss mängd vatten för att undvika stopp i ledningar. Det är även aktuellt att leta efter inläckage om flödet varierar mycket i samband med nederbörd och orsakar bräddningar.

9.1 Metoder för lokalisering av inläckage

Följande metoder används vid lokalisering av inläckage och flera av dem är en förlängning av de andra. Vid inläckagesökning kan även läckor upptäckas.

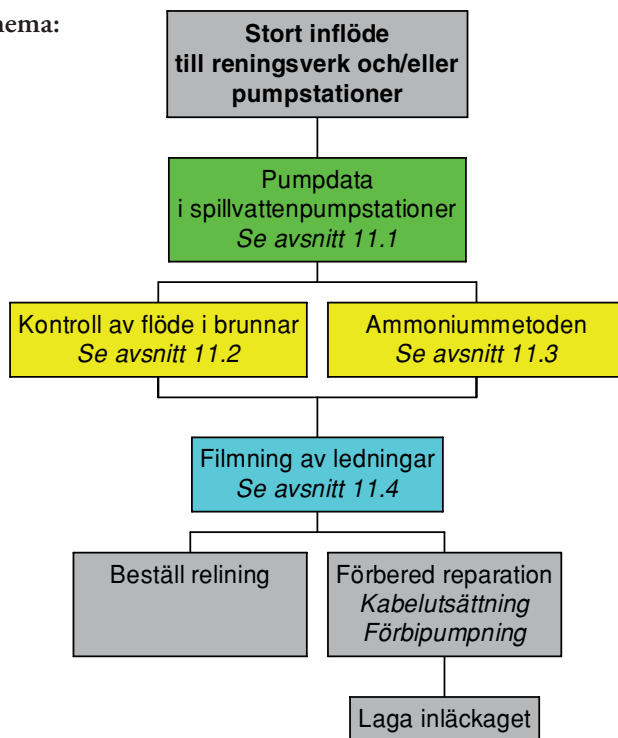
- Kalibrering och kontroll av mätdata
- Pumpdata
- Kontroll av flöde i brunnar
- Ammoniummetoden
- Filmning av ledningar
- Bortkoppling av stuprör och dräneringar

Metoderna är presenterade i följande avsnitt.

10 Arbetsgång vid sökning efter inläckage

En förutsättning för att leta efter inläckage är att göra det vid "rätt" tillfälle. Det kan vara efter ett sommarregn eller vid snösmältning. Det ger inget att lägga ner resurser då det inte läcker in något. Inläckagesökningen bör börja från ett stort perspektiv till ett litet, se flödesschemat nedan.

Flödesschema:



11 Metoder för att söka efter inläckage

11.1 Kalibrering och kontroll av mätdata

Beräkningssätt för att få fram flödesuppgifter och faktureringsuppgifter bör kontrolleras på befintlig apparatur så att de inte är felaktiga. Flödesmätare och nivågivare mm i exempelvis reningsverk och pumpstationer bör även kalibreras. Detta är ett enkelt sätt att säkerställa att beräkningar är korrekta. Det bör exempelvis göras för att undvika att inläcksökning utförs i områden där mätuppgifterna egentligen är felaktiga.

11.1.1 Utvärdering

Fördelar: Bra sätt för att hitta felaktigheter i beräkningar och av inputuppgifter till system. Sparar mycket arbete om det visar sig att felet ligger på denna nivå.

Nackdelar: Det kan vara svårt att kalibrera exempelvis flödesmätare.

11.2 Pumpdata i spillvattenpumpstationer

Ett enkelt sätt att få fram uppgifter om ovidkommande vatten är att använda redan befintliga siffror såsom flöden i pumpstationer samt pumptider.

11.2.1 Tillvägagångssätt

Vid jämförelse av utpumpad mängd vatten och inkommande mängd vatten inom samma område är det möjligt att urskilja hur stor andel av det pumpade spillvattnet som är ovidkommande. För att få ett så bra resultat som möjligt är det mest optimalt att titta på nattflöden vid torrväder och jämföra dessa med siffror från exempelvis regn- eller under smältperioder. Skillnaden mellan dessa värden är måttet på andelen ovidkommande vatten. Det är möjligt att titta på pumparnas aktivitet också. Är de aktiverade mer än vanligt betyder det att mer vatten strömmar genom stationen. Denna metod bör sedan kompletteras med Ammonium- och klormetoden för att ringa in vart inflödet befinner sig. För att vara på den säkra sidan kan även ledningen filmas.

11.2.2 Utvärdering

Fördelar: Det krävs endast analys av redan befintlig data. Ger en indikation av i vilket område fortsatta insatser skall sättas. Är ett bra komplement till andra metoder.

Nackdelar: Det är mycket data som måste behandlas och en datamodell kan därmed behövas. Det krävs att någon håller koll på de föränderliga siffrorna och det krävs siffror att jämföra med för att finna förändringar i tillförsen.

11.3 Kontrollera flöde i brunnar

Att lyfta på brunnslocket och bedöma flödet är en bra metod för att utvärdera hur stort inläckage är i ledningar. För att sedan vara på den säkra sidan att det rör sig om inläckage kan även ett ammoniumprov tas, se avsnitt 12.4.

11.3.1 Tillvägagångssätt

För att få bästa resultat skall aktiviteten starta nerströms och förflytta sig uppströms. Metoden är enkel och ger många gånger en klar bild av hur mycket vatten som läcker in.

Då problemområden skall sökas är siffror på högt flöde till pumpstationer viktiga. Om det höga flödet är konstant under torrväder beror det antagligen på att det läcker in dricksvatten i nätet. Vid förändringar i flödet är det oftast pga. att en vattenläcka hastigt har uppstått om det är torrt väder i övrigt. Om det är periodvis högt flöde och då antagligen om det är blötväder handlar det ofta om ovidkommande vatten i form av regn-, smält-, grundvatten mm. Det är oftast bäst att titta på nattförbrukningen. Dagarbete fungerar också men morgon och kväll bör undvikas. Området avgränsas och strategiskt placerade brunnar utses.

Vid utförande bör tidpunkt, väderlek och grundvattennivå vägas in. Det optimala är att ha ett så litet normalflöde i ledningen som möjligt. Metoden kompletteras sedan med andra metoder för sökning efter inläckage.

11.3.2 Utvärdering

Fördelar: Metoden är bra men det är mycket som väger in vid varje utförandetillfälle och det är viktigt med loggboksförande av alla parametrar.

För att få bästa resultat bör undersökningarna pågå nattetid eftersom andelen spillvatten från hushållen då ligger på en låg nivå. Det går även bra att använda metoden på dagen. Morgon och kväll bör dock undvikas pga. höga flöden. Metoden lämpar sig bäst inom villaområden där flödena normalt sett är låga.

Nackdelar: Vintertid kan det vara svårt att lyfta brunnslucken då de kan vara fastfrusna eller döljas under mycket snö. Locken är även tunga och generellt svåra att öppna. Det råder viss säkerhetsrisk då brunnar oftast är placerade i vägar samt fallrisk. På hårt trafikerade vägar är inte brunnarna tillgängliga.

11.4 Ammoniummetoden för inläckage

Denna metod används i första hand för att hitta inläckage i spillvattennätet. I många fall består inläckaget av vattenläckor. Metoden föregås av att kontrollera flöde i brunnar, se avsnitt 11.3.

11.4.1 Tillvägagångssätt

Ett högt flöde kan bestå av inläckage av dagvatten, markvatten, sjövatten och/eller grundvatten. Vid vattenläckor rinner även dricksvatten i många fall in i otäta spill- och dagvattenledningar, se avsnitt 7.2. Genom att lyfta på brunnsluck kan en kontroll av mängden strömmande vatten göras, se avsnitt 11.3.

För att vara säker på att det är inläckage bör vattnet analyseras. Vid en låg ammoniumhalt, < 30 mg/l är provet med största sannolikhet utspädd och vice versa. Det kan då röra sig om dricksvatten från en vattenläcka eller markvatten.

Om ammoniumhalterna följs upp, se avsnitt 7.2 och är låga följs nätet tills inläckaget i bästa fall ringats in mellan två brunnar.

I ett begränsat område är det möjligt att beräkna hur stort inläckaget är om ammoniumhalten mäts vid högt flöde i inloppet. Ett antal faktorer måste dock vara kända, som antalet fastigheter i området och medelvärden för hur mycket en fastighet släpper ut. Beräkningar kan sedan göras för att se hur mycket tillskottsvatten det måste finnas för att få en ammoniumhalt som den aktuella. Adderas tillskottsvattnet med kostnaden för att rena vattnet ger det en bild av kostnaden för inläckaget, se bilaga 2.

11.4.2 Utvärdering

Fördelar: Metoden är snabb och ger resultat på plats. Vid väl vald brunn är det enkelt att avgöra om ett område är aktuellt eller inte. Metoden har gett goda resultat hos Norrköping Vatten.

Nackdelar: Ett funnet inläckage måste åtgärdas innan läcksökningen kan fortsätta nedströms.

11.5 Filmning av spillvattenledningar för inläckagesökning.

Att filma främst spill- men även dagvattenledningar ger god information om statusen på ledningarna. Rörbrott, sprickor, rotinväxt, fel i kartan och inläckage mm är problem som kan uppmärksammas.

11.5.1 Tillvägagångssätt

Nätet filmas sporadiskt eller systematiskt igenom med filmkamera. Nätet spolås även samtidigt för att minska avloppsstopp, underlätta för att kameran ska kunna ta sig igenom ledningen och för att få bättre sikt. Då inläckage i första hand är intressant bör nätet filmas under blöta perioder. Det kan vara svårt att utföra om ett stort område ska filmas och helst spolås. Ett alternativ till detta är att fylla dagvattenledningen i samma rörgrav med vatten och utföra filmningen då. Det förutsätter att dagvattenledningen inte är tät.

11.5.2 Utvärdering

Denna metod kan ge uppgifter om inläckage i ledningar. Ibland sprutar det in vatten i ledningen. För att då avgöra vad det är för typ av vatten (vattenläcka, grundvatten mm) måste prover tas, se avsnitt 12.4. Vid torrväder är det dock bara vattenläckorna som upptäcks. För att finna inläckaget från övrigt vatten måste nätet filmas vid blöta perioder. Det har dock inte lyckats för Norrköping Vatten pga. att det är stora områden som ska filmas och det är omöjligt att hinna med dessa enbart under blötperioderna.

Ett alternativ till detta är att fylla dagvattenledningen med dricksvatten. Ett sådant försök utfördes på en ledning. Det lyckades mycket bra. Det var lätt att se vart det läckte in. Dagvattenledningen läckte så mycket att det var omöjligt att fylla upp den med en brandslang från en brandpost. Erfarenheten från denna undersökning visar att skarvar som är svarta då filmning utförs är inte de som orsakar störst inläckage. Det var istället rörbrott och större sprickor som stod för det största inläckaget. Det syns med andra ord inte vart inläckaget kommer in om inte det är blött i marken och det läcker in när filmning utförs.

Fördelar: Hittas inläckage så är det mycket tydligt vart det befinner sig. Metoden är dock mera lämpad till att finna rötter, rörbrott mm

Nackdelar: För att finna inläckage så måste ledningen filmas under blötväder eller en dagvattenledning fyllas. Det kan vara svårt att filma under blötväder om det är stora områden som ska undersökas. För att vara säker på att ett säkert resultat erhålls är rekommendationen att fylla närliggande dagvattenledning. Detta är kostsamt och kräver planering. Två resurser krävs samt kan det vara svårt att få filmarbetet att flyta på.

11.6 Inventering av dräneringar och stuprör

Dagvattenledningar är oftast lokaliserade ovanför spillvattenledningar i marken och därför är det vanligt att dräneringar från fastigheter är kopplade till spillvattenledningen. Detta pga. att dessa ligger djupt och därmed inte har kunnat kopplas till dagvattenledningen. I dessa fall kan det bli nödvändigt att pumpa vattnet till ledningen om det anses ekonomiskt försvarbart. Stuprör kan också vara kopplade på dagvattenledningen men likaså på spillvattenledningen. Tillskottsvattnet som det ger är en betydande del av det ovidkommande vatten som rinner till reningsverken. Frågan är dock om kostnaderna för att installera en pump samt kostnader för att koppla om ledningen blir mindre än vad det kostar att rena mer vatten vid regn och kostnader för miljön vid bräddning. Till detta skall miljökostnader för transporter, energianvändning mm läggas till. Då ledningarna ofta går fulla vid regn är det även risk för källaröversvämningar.

11.6.1 Tillvägagångssätt

Stuprör

För att kunna analysera stuprör och om de är påkopplade på spillvattenledningen behövs inga större ingrepp. Det som krävs är vatten, gärna färgat och åtkomst till stuprör. I bästa fall finns det en spolbrunn där observation kan ske. För att vara på den säkra sidan bör även ledningen filmas i gatan. Då kan ett säkert resultat erhållas.

Dräneringar

Det är inte helt lätt att avgöra om dräneringar är kopplade på spillvattenledningen eller dagvattenledningen. I de fall en inspektions- eller spolbrunn finns på dagvattensservisen är det möjligt att visuellt avgöra hur rören är kopplade. I bästa fall är det möjligt att se om dräneringen är ansluten till brunnen. Precis som figur 11.1 visar kan de anslutande rören från stuprör överst visualiseras och två anslutande rör från fastighetens dränering under dessa.

I stuprörsmetoden används färgpulver för att följa vattnet från inspektions- eller spolbrunn ut till röret i gatan. Detta är även applicerbart i denna metod om en brunn har lokaliserats. Genom att öppna brunnslock nedströms för dag- och spillvattnet är det möjligt att avgöra vart dräneringen är kopplad. Saknas inspektions- eller spolbrunn måste filmning ske för att avgöra om dräneringar är kopplade på spillvattenledningen. I enstaka fall har fastigheter ritningar som visar om dräneringen är kopplad på spillvattnet eller ej.



Figur 11.1
En inspektionsbrunn (spolbrunn)

11.6.2 Utvärdering

Ett flertal ”pilotgator” har undersökts i Skärblacka där just inspektions- eller spolbrunn har använts för att avgöra om fastigheten är felkopplad. I de fall en sådan har hittats tillhörande fastigheten har ett gott resultat huruvida fastigheten är felkopplad eller ej uppnåtts. Hur denna undersökning skall gå till då ingen brunn är funnen är fortfarande ej helt färdig. Det återstår frågetecken. Att filma in i ledningen är en möjlighet.

Fördelar: Att koppla bort dräneringar skulle minska det ovidkommande vattnet till reningsverken. Hur mycket är dock okänt.

Nackdelar: Det är till att börja med svårt att avgöra hur dräneringen är kopplad. När vetskap finns och det har visat sig att den är felkopplad skall fastighetsägaren motiveras att göra ingreppet som kostar pengar eller kräver mycket arbete från fastighetsägaren. Det kommer även att medföra O-angelägenheter för fastighetsägaren. Det är dock väldigt många dräneringar som måste kopplas bort för att det ska ge resultat.

12 Rekommendationer

- Det kan ta tid innan resultat visar sig. Ha tålamod!
- Sätt upp mål/delmål för sökandet!
- Leta efter utläckage och inläckage samtidigt. Många vattenläckor tar sig in i spillvattenledningen.
- Arbeta av område efter område systematiskt. Gå in på djupet innan området förklaras avklarat. Arbeta i avgränsade områden.
- Gör en grundlig övergripande analys över all data som finns tillgänglig.
- Ammonium- och klormetoden är enkel och effektiv.
- Leta upp läckan och bekräfta läckans läge med flera olika metoder. Det kan bli fel ändå.
- En läcksökningsgrupp bör finnas som aktivt letar läckor.
- För loggboksanteckningar.
- Laga inte alltid läckan. Byt ibland hela ledningen. Ha alltid ett helhetsperspektiv. Kontrollera alltså även om spillen och dagen behöver bytas.
- Gör uppföljning på genomförda åtgärder.

Referenser

Hamafo 2007 [Elektronisk]

Tillgänglig på <http://www.hamafo.se/produkter.asp?kategori=14>

Hämtat under 2007

MJK

MJK Automation AB, Trycktransmitter P30/31 2006

Produktblad, www.mjk.se

Hämtat under 2008

Bilaga 1

Läcksökningsstrategi i stora drag för Norrköping Vatten

Definiera områden och sätta mål

För att planera och prioritera arbetet delas ledningsnätet in i olika områden. Områdena rangordnas och en läcksökningsstrategi tas fram för respektive område. Detta görs med hela gruppen. För varje område sätts ett mål upp. Exempel på mål kan vara en procentsats eller att x m³ vatten ska hittas. Målet ska kunna följas upp genom t ex en flödesmätare, gångtid i en pumpstation, ammoniumhalt i en brunn eller liknande. Områdena utformas därför så att uppföljning av genomförda åtgärder kan ske, ex vis via pumpstation eller flödesmätare. För ett "Van-område" kan ett antal sökområden tas fram.

Projektlista tas fram med pågående områden, vilka som är på gång när något är klar, framtida områden och områden för bevakning- sökning klar och vi avvaktar åtgärd. För varje område tas en uppskattad volym på läckaget fram.

Läcksökning

Områdena tilldelas en arbetsgrupp bestående av en samordnare + 2 drifttekniker, för att säkra kontinuitet. De metoder som används är i första hand inventering via avloppsnätet (ammoniummetoden), stuprörs- och dräneringsinventering samt läcksökning genom loggrar och lyssning. Samordnaren och driftingenjören kommer att ta fram en metodikmall för arbetsprocessen.

Om akutläckor uppstår ska läcksökningsgruppen även utföra sökning efter dessa. Är läckan mindre ska ordinarie arbetsgrupp utföra sökningen. Vid större läckor kan gruppen dela på sig och extraresurser tas in från andra delar av driften.

Ta fram åtgärd

När området inventerats tas en åtgärdslista fram över de åtgärder som måste genomföras för att:

1. Åtgärda problemet
2. Möjliggöra fortsatt läcksökning

Åtgärderna prioriteras och beställs och området läggs för bevakning. Prioritering görs framförallt för de åtgärder som krävs för fortsatt läcksökning, i enlighet med den mall som tagits fram i processprojektet. Läcksökning påbörjas sedan i ett nytt område. Återrapportering av genomförda åtgärder ska ske.

Genomför åtgärd

Åtgärder genomförs av enheten kund. Åtgärderna beställs direkt till underhållsingenjör eller via en PPS. Den som är ansvarig för åtgärden genomför denna och återrapporterar till arbetsgruppen.

Mät måluppföljning

När åtgärderna är vidtagna ska en verifiering av resultat mot mål göras. En rutin för detta ska tas fram av Läcksökningsgruppen. Vid avslut ska även en ekonomisk sammanställning göras för området.

Bilaga 2

Beräkning av utspädningssgrad i spilledningar

Område: _____

Datum: _____

Fyll i de fält som är rosafärgade.

Gröna fält: Basfaktaunderlag, kan vara bra att verifiera att de stämmer för aktuellt område

Gula fält: Beräknas fram

Bakgrundsfakta för området

Antal villor:		st
Antal flerfamiljshus:		st
Skola, kontor mm i området?		ja= 1, nej=0

Bakgrundsfakta generellt

Antal boende per villa:	2,8	st/fastighet
Antal boende flerfamiljshus:	25	st/fastighet
Medelförbrukning	180	l/p,d
Tillkommande förbrukning skola dagis mm:	30	l,p d

Beräkning antal kunder

Antal boende villa	0	st
Antal boende flerfamiljshus	0	st
Antal utnyttjande skola, kontor mm	0	st

Årsförbrukning storförbrukare- fabriker

Namn 1		m3/år
Namn 2		m3/år
Namn 3		m3/år

Ammoniumvärden

Normal halt ej utspätt vatten	45	mg/l
Avläst värde i ledningen		mg/l

Inläckage

Beräknat utspätt flöde	0,00	m3/h
Beräknat inläckage		m3/h



Box 47607, 117 94 Stockholm
Tfn 08 506 002 00
Fax 08 506 002 10
svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se