

CHALMERS



Strategier för beslut om förnyelse i kommunala distributionsnät för dricksvatten

Examensarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och Vattenbyggnad

MIKAEL FELLMAN

Institutionen för bygg och miljöteknik
Vatten Miljö Teknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg
Examensarbete 2007:31

Strategier för beslut om förnyelse i kommunala distributionsnät för dricksvatten

Mikael Fellman



Strategier för beslut om förnyelse i kommunala distributionsnät för dricksvatten

MIKAEL FELLMAN

© MIKAEL FELLMAN, 2007

Examensarbete 2007:31

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Vatten Miljö Teknik
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Bilder på omslag och försättsblad är hämtade från www.eber.se, en hemsida från Skånska vattentornssällskapet. Bildrättsinnehavare är Eber Ohlsson.

Chalmers reproservice/Institutionen för bygg- och miljöteknik
Göteborg 2007

Strategier för beslut om förnyelse i kommunala distributionsnät för dricksvatten

MIKAEL FELLMAN

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Vatten Miljö Teknik

Chalmers tekniska högskola

Sammanfattning

Examensarbetet omfattar studier av nio olika kommuners strategier för ledningsförnyelse inom distributionsnät av dricksvatten. Resultaten baseras på intervjuer av personal från respektive kommuns VA-verksamhet samt statistiska uppgifter från dessa kommuner. De strategier som används för förnyelsearbeten i medverkande kommuner är i stora drag ett genomsnitt av hur samtliga kommuner i Sverige arbetar. De kommuner som har medverkat är Stockholm, Göteborg, Malmö, Linköping, Örebro, Helsingborg, Borås, Mark och Ronneby. Sammanfattningsvis så har undersökningen visat att det finns skillnader i strategier men att de strategier som används alla har en sak gemensamt; det krävs en noggrann dokumentation av det befintliga distributionsnätet för att kunna utföra ett effektivt och ekonomiskt förnyelsearbete. Dokumentationen bör bland annat innehålla uppgifter om ledningsålder, antal rörbrott och ledningsmaterial men även information som baseras på driftpersonalens erfarenheter är av stor betydelse. Det behövs ett mer omfattande statistiskt underlag av rörbrottsfrekvens samt storleken på icke debiterat vatten för att se om kommunernas förnyelsearbete av distributionsnätet varit effektivt.

Kommunerna som har studerats bedriver alla ett bra förnyelsearbete i dagsläget trots kommunernas olika förutsättningar i såväl markförhållande som ekonomi. Samtliga studerade kommuner har tydligt visat att konsumenternas krav på hög kvalitet och leveranssäkerhet är något som prioriteras. Ledningsmaterial som används i kommunernas distributionsnät vid förnyelse är av hög kvalitet vilket betyder lång livslängd och samtidigt bättre förutsättningar för både leveranssäkerhet som bra dricksvattenkvalitet.

Nyckelord: Förnyelse, distributionsnät för dricksvatten, rörbrott, rörmaterial, nyckeltal

Municipal strategies for pipe renewal within the water supply system

MIKAEL FELLMAN

Department of Civil and Environmental Engineering
Water Environmental Technology
Chalmers University of Technology

Abstract

This master thesis examines municipal strategies of pipe renewal within the water supply system in nine different municipalities. The result is based on interviews conducted with personal from each of the nine municipalities water departments and on statistical data from each of the municipalities. The identified strategies for pipe renewal in the surveyed municipalities could be considered as an estimated average for all the Swedish municipalities. The municipalities participating in this study are; Stockholm, Göteborg, Malmö, Linköping, Örebro, Helsingborg, Borås, Mark and Ronneby. In summary the renewal strategies adopted in the municipalities vary to some extent but they all have one thing in common: that they all require a thorough documentation of the current water supply system to facilitate technical and economical efficient renewal work. The documentation should among other things include information about pipe age, number of pipe breakdowns and pipe material; but also information based on the working staff experience, is also of great importance. A more comprehensive statistical data base is needed concerning pipe breakage and the size of losses from non-debited water in order to see if the municipalities renewal work in the water supply system has been effective. All of the examined municipalities do conduct a good renewal work although they each have to cope with different soil and economical properties. The studied municipalities have all shown that the customers' demand on high water quality and continuous supply are highly prioritized. Pipe material used in the renewal work is of high quality that simultaneously imply an extended life cycle and also better opportunities for both continuous supply and high drinking water quality.

Keywords: Renewal, water supply system, pipe break, pipe material, performance indicator

Förord

Examensarbetet har genomförts under hösten 2006 och i början av våren 2007 vid institutionen för bygg- och miljöteknik vid Chalmers tekniska högskola.

Jag vill först och främst tacka mina handledare Thomas Pettersson och Torsten Hedberg vid avdelningen Vatten Miljö Teknik. Båda har varit till stor hjälp och stöd i mitt arbete men också i samband med de projekt jag arbetat med utöver examensarbetet.

Jag vill också rikta ett tack till er som ställt upp på de intervjuer och diskussioner som mitt arbete grundar sig på.

Slutligen vill jag passa på att tacka Sara och min mor för allt stöd och uppmuntran jag har fått under min studietid.

Göteborg den 13 mars 2007

Mikael Fellman

Begreppsförklaring

Källa: VAV P83

Begrepp	Förklaring	Engelsk benämning
Brandpost	Anordning för släckvattenuttag, i huvudsak avsett för räddningstjänstens behov	Fire hydrant
Distributionsledning	Vattenledning till vilken servisledning ansluts	Local main
Driftstörning	Fel som kräver reparation eller annan åtgärd oavsett om det upptäcks genom larm eller vid regelbunden översyn	Interruption of service
Funktionskrav	Krav på dricksvattenkvalitet, ledningsnätets hydrauliska funktion, leveranssäkerhet	Operational requirements
Funktionsproblem	Brister i ledningsnätets funktion på grund av feldimensionering, felaktigt driftsätt	Insufficient function
Förluster/omätt vatten	Differens mellan producerad och försåld vattenmängd, uppstår genom läckor och mätfel	Losses
Förnyelse	Planlagt utbyte av ledning eller anordning med avsikt att uppnå gällande funktionskrav	Renewal
Huvudledning	Vattenledning med större dimension mellan produktionsanläggning och distributionsledning	Trunk main, principal main
Konditionsproblem	Förändringar av ledningarna som sker genom olika slag av påverkan på systemet under dess livstid (åldrande)	Ageing problems, defects in condition
Läcksökning	Områdesvis systematisk undersökning för att kartlägga läckage på ledningsnätet	Leakage detection
Nyckeltal	Tal för information som kan användas för beskrivning, uppföljning, utvärdering	Performance indicator
Servisledning	Ledning som förbinder fastighets vatteninstallation med det kommunala distributionsnätet	Service pipe
Uppehållstid	Den genomsnittliga tid för ett ”vattenpaket” uppehållet sig i ledningsnätet innan det når brukarna	Retention time
Vattenomsättning	Beskrivning av vattnets genomsnittliga uppehållstid i ledningsnätet	Retention time

Innehållsförteckning

Sammanfattning	i
Abstract	ii
Förord	iii
Begreppsförklaring	v
Innehållsförteckning	vii
1 Inledning	1
1.1 Projektbeskrivning	1
1.2 Bakgrund	1
1.3 Syfte	2
1.4 Avgränsning	2
2 Metod	3
3.1 Utförande av distributionsnät	5
3.2 Driftstatistik	6
3.2.1 Nyckeltal	6
3.2.2 VASS	7
3.3 Material i distributionsnätet	7
3.3.1 Teknisk livslängd	9
3.4 Förnyelsestrategier av distributionsnät i svenska kommuner	10
3.4.1 Benchmarking	11
3.4.2 Medianålder	12
3.4.3 Geografiska informationssystem GIS	13
3.4.4 Riskanalyser av distributionsnät	15
3.4.5 Läcksökning	17
3.5 Internationella förnyelsestrategier	18
3.5.1 Förnyelsearbete i Köpenhamn	18
3.5.2 TILDE-projektet	19
3.6 Schaktfria arbetsmetoder vid förnyelse av distributionsnät	20
4 Resultat	23
4.1 Kommuner	23
4.1.1 Göteborgs stad	24
4.1.2 Marks kommun	25
4.1.3 Helsingborgs stad	26
4.1.4 Linköping kommun	27
4.1.5 Borås stad	28
4.1.6 Stockholm stad	29
4.1.7 Örebro kommun	30
4.1.8 Malmö stad	31
4.1.9 Ronneby kommun	32
4.2 Målsättning och strategier för de medverkande kommunerna	34
4.3 Sammanställning av statistik och allmän information	37
4.4 Rörmaterial och rörbrottsfrekvens	38
4.5 Materialpolicy och arbetsmetoder i studerade kommuner	42
5 Diskussion och slutsats	43
5.1 Sammanfattning av kommunernas förnyelsearbete	43
5.2 Kommunernas strategier för förnyelsearbete	44
5.3 Prioritering av kommunernas målsättning och strategier	45
5.4 Förslag på framtida arbeten	45

6 Referenser	47
6.1 Böcker	47
6.2 Artiklar	47
6.3 Övrig Information	48
6.4 Intervjuer	48
Bilaga 1 Intervjufrågor	49
Bilaga 2 Svar från tillfrågade kommuner	51
Bilaga 3 Komplettering av intervjufrågor	65
Bilaga 4 Ekonomisk modell för förnyelsearbeten i Linköping	67
Bilaga 5 Felanmälan och driftstörningsrapport Örebro	71

1 Inledning

1.1 Projektbeskrivning

Arbetet är ett examensarbete inom Väg- och Vattenbyggnadsprogrammet för civilingenjörer vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg. Arbetet omfattar 20 poäng och är utfört vid avdelningen för Vatten Miljö Teknik (WET) vid institutionen för Bygg och miljöteknik.

1.2 Bakgrund

Sverige är ett land med goda vattenresurser där invånare tillsammans med industri och offentlig sektor konsumerar cirka 1000 miljoner kubikmeter vatten årligen. Vatten- och avloppsverksamhet är i de flesta kommuner kommunal verksamhet men det förekommer i ett fåtal kommuner att privata entreprenörer är involverade i verksamheten (Svenskt Vatten, 2005).

Det var under 1500-talets senare hälft som den första organisationen för kommunal VA-verksamhet började ta form. Syftet var främst att strukturera och underlätta släckningsarbeten inom städernas gränser. Det var först under 1800-talet och då på grund av svåra sjukdomsepidemier som planer började ta form för ett kommunalt dricksvattennät. Främsta orsaken till att en utbyggnad av ett fungerande avloppssystem var nödvändig var behovet av dränering när städerna expanderade. En ökad tillgång på färskvatten bidrog till en ökad konsumtion av vatten för personlig hygien, även detta bidrog till ökade volymer av avloppsvatten. Avloppsvattnet avleddes vid den tiden direkt ut i närliggande vattendrag vilket medförde lokala olägenheter i dessa vattendrag. Dessa problem drev på en utveckling av strukturerade avloppsnät inom stadsbebyggda områden (Svenskt Vatten, 2005).

Det finns i Sverige idag cirka 2000 vattenverk för produktion av dricksvatten. En tiondel av dessa har ytvatten som vattentäkt och dessa producerar ungefär hälften av Sveriges totala dricksvattenkonsumtion. Resterande vattenverk använder sig av ett råvatten som kommer från naturliga grundvattentäkter eller konstgjorda grundvattentäkter skapade med hjälp av infiltration av ytvatten. Dricksvattenverkens reningsprocesser och skyddsbarriärer skiljer sig åt just på grund av vilken typ av vattentäkt verket nyttjar. Varje dygn produceras i snitt 310 liter per person och uppskattningsvis använder varje person i hushållen 180 liter av dessa, övrigt vatten används av industrier och offentlig verksamhet (Svenskt Vatten, 2005).

Ledningsnätet för vattendistribution i de svenska kommunerna omfattar idag ungefär 67 000 km ledningar vilket motsvarar ungefär 8,8 meter ledning för varje ansluten konsument. Till detta kan längden för de privata ledningar i serviser som ansluts i förbindelsepunkter mellan det kommunala nätet och fastigheter adderas och summan blir nästan det dubbla. Ledningsmaterialet i vattenledningarna består i de flesta fall av järn, betong eller plast men vid nyanläggning så används nästan uteslutande rör av plastmaterial. Med tanke på storleken av de kommunala distributionsnäten så uppskattar branschorganisationen Svenskt Vatten idag att förnyelsetakten för vattenledningar är runt 225 år. Detta kan dock ses som en grov uppskattning eftersom den största andelen av de rörledningarna som ligger nedgrävda har blivit lagda under de senaste 35 åren. Enligt Svenskt Vatten så kommer förnyelsebehovet av ledningsnätet öka i framtiden men samtidigt kommer utvecklingen av nya metoder för renovering och förnyelsearbete att minska behovet av omfattande anläggningsarbeten (Svenskt Vatten, 2005).

Samhällets kostnader för VA-verksamhet uppgick år 2003 till 14,3 miljarder kr där fördelningen mellan avlopp och dricksvatten är något mer fördelad till förmån för avledning och rening av avloppsvatten. Det totala återanskaffningsvärdet för VA-verksamheten uppgår idag till 500 miljarder och av detta cirka 350 miljarder för anläggnings- och materialkostnader av rörledningar. Alla konsumenter får idag betala en fast avgift för att anslutas till ett kommunalt distributions- och avloppsnät. Denna avgift varierar från en kommun till en annan och avgiften baseras ofta på den anslutna fastighetens storlek. Därefter betalar konsumenterna ett pris per förbrukad kubikmeter vatten. Priset på dricksvatten per kubikmeter varierar också stort mellan kommunerna. I den kommunen med den högsta avgiften är priset per kubikmeter vatten fyra gånger högre än den kommunen med den lägsta avgiften. Generellt sett så brukar mindre kommuner i regel ta ut en högre avgift för dricksvatten. Avgiften som en kommun debiterar konsumenterna får dock inte överstiga kostnader för produktion och avloppsrening, undantaget de fall då framtida investeringar måste utföras. Så gott som alla kommuner mäter och för en noggrann kontroll över det vatten som produceras, konsumeras och som försvinner i form av läckage med hjälp av vattenmätare. Idag är det endast 6 mindre kommuner i Sverige som inte använder vattenmätare hos sina kunder för att kunna mäta och debitera deras exakta konsumtion. Dessa kommuner har ofta en god tillgång på vatten eller så anser de att kostnaden för vattnet skulle öka för mycket på grund av de kostnader som en mätverksamhet skulle medföra. Konsumenter i dessa kommuner betalar därför istället en fast årlig avgift (Svenskt Vatten, 2005).

1.3 Syfte

Examensarbetet syftar till att sammanställa olika kommuners strategier för ledningsförnyelse inom distributionsnät av dricksvatten. Anledningen till detta är att Sveriges VA-bransch befarar att förnyelsearbetet med ett föråldrat ledningsnät har blivit ordentligt eftersatt på grund av det inte har tillförts tillräckliga resurser från kommunernas budget. VA-branschen anser därför att det vore bäst att utföra planerade förnyelsearbeten istället för akuta åtgärder. Resultatet skall därefter användas till att jämföra de tillvägagångssätt som tillämpas inom de utvalda kommunerna och se om dessa kan översättas till en nationell strategi gällande för Sverige.

Arbetet skall presentera vilka indikationer, kriterier och nyckeltal som ligger till grund för ett beslut om ett ledningsbyte inom varje enskild kommun vidare också sammanställa vilka faktorer som är avgörande för val av material.

1.4 Avgränsning

Arbetet omfattar det kommunala distributionsnätet för dricksvatten hos nio utvalda kommuner och omfattar inte servisledningarna inom fastigheter samt ingående armatur, pumpar eller reservoarer som återfinns i distributionsnätet. Arbetet skall inte analysera eller utvärdera orsaker till de skador som kan uppstå på rörledningar. Vidare skall resultat från intervjuer med de nio utvalda kommunerna sammanställas. De kommuner som valts ut och intervjuats omfattar både större och mindre kommuner.

2 Metod

Genom en litteraturstudie har kommuners rapporterade förnyelsearbete, val av ledningsmaterial och arbetsmetoder vid förnyelse sammanställts. Vid insamlingen av information om vilka strategier de utvalda kommunerna tillämpar vid förnyelsearbete, har intervjuer med anställda inom respektive kommun genomförts. Dessa personer är anställda på förvaltningar eller kommunala bolag vilka har distributionsnätet för dricksvatten som sitt huvudsakliga arbetsområde. Intervjun har utförts på plats i de aktuella kommunerna och där den person som blivit intervjuad först via brev mottagit ett formulär med ett antal frågor Bilaga 1 Intervjufrågor. Intervjun har sedan varit en öppen diskussion där frågeställningen i en del fall har varierat efter hur den enskilda kommunen arbetar. Frågorna är tänkta att kunna ge en sammanställning av vilka indikatorer och kriterier som svenska kommuner anser motiverar en förnyelse av en ledningssträcka. Vid ett senare tillfälle efter att intervjuerna var utförda så skickades även en komplettering ut till kommunerna, kompletteringen innehåller frågor och önskemål om uppgifter vilka syftar till att visa hur prioriteringar ser ut för respektive kommun. Statistiska uppgifter skall bearbetas för att kunna redovisa nyckeltal över rörbrottsfrekvens, förnyelsetakt och storlek på förnyelsetakten i förhållande till distributionsnätets storlek.

Sammanställningen av kommunernas målsättning och strategier under kapitel 4.2 baseras på det kompletterande frågeformulär som skickades ut efter att intervjuerna var genomförda. Kommunerna ombads att numrera svarsalternativen från 1 till 5 där nummer 1 var det alternativ som var högst prioriterat. Sammanställningen för svarsalternativen i diagrammen under kapitel 4.2 Målsättning och strategier för de medverkande kommunerna har utförts genom att det högst prioriterade alternativet givits 5 poäng det näst högsta 4 poäng osv. Därefter har summan av poängen för respektive svarsalternativ viktats mot det antal kommuner som svarat att de ansett just detta svarsalternativ vara prioriterat inom den egna VA-verksamheten.

Utöver de frågor som redovisas i resultatet har även uppgifter med statistik över kommunernas verksamhet kopplad till VA-verksamhet erhållits. Denna information redovisas både under respektive kommun samt i kapitel 4.3 i form av basfakta och nyckeltal.

3 Litteraturgenomgång av distributionsnät för dricksvatten

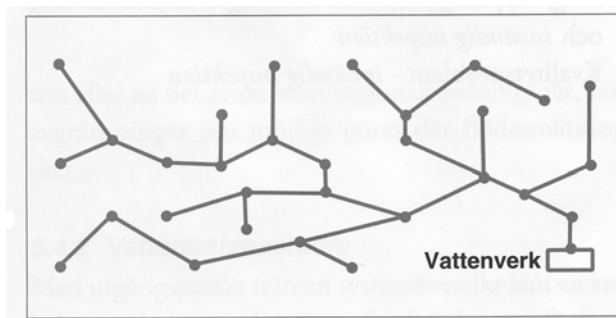
Dricksvatten klassas som ett livsmedel och omfattas därför av strikta bestämmelser gällande hur tillverkning, hantering och distribution får ske. Vatten tas från en yt- eller grundvattentäkt och leds till ett vattenverk där beredning av dricksvatten sker. Från denna anläggning distribueras vatten sedan till konsumenter i ett kommunalt ledningsnät, ett distributionsnät för dricksvatten. Livsmedelsverkets Dricksvattenkungörelse SLV FS 2001:30 fastställer de krav som gäller för ett gott och tjänligt dricksvatten ute vid konsumenternas tappkranar. I Sverige gäller det kvalitetskrav för ett renat vatten från ett vattenreningsverk då vattnet når konsumenten, detta innebär därför att vattnet skall hålla en hög kvalitet då det lämnar produktionsanläggningen samt att det inte skall påverkas negativt under dess transport i ledningsnätet (VAV P83, 2001).

Kvalitén för ett dricksvatten skall vara sådan att konsumenter inte upplever något obehag, såsom dålig lukt eller smak, samt att vattnet skall vara fritt från slampartiklar, levande organismer och smittoämnen. Vidare så skall vattnet även hålla en hög teknisk kvalitet där exempelvis parametrar som pH-värde, alkalinitet och kolsyra är noggrant anpassade till gällande gränsvärden för att inte orsaka korrosion och utfällningar på ledningsmaterialet i distributionsnätet. Beroende av typ och omfattning kan dessa utfällningar orsaka stora olägenheter för såväl konsumenter som distributionsnätets prestanda (VAV P83, 2001).

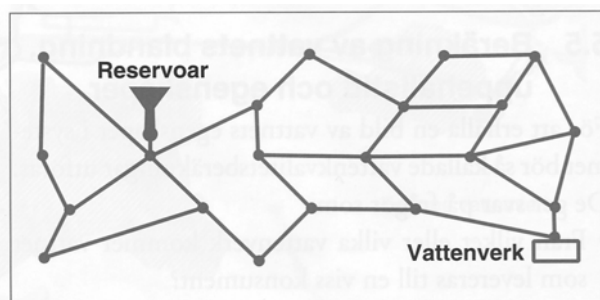
3.1 Utförande av distributionsnät

Distributionsnätets utformning och ledningsmaterial är en viktig parameter för vattnets kvalitet. Utformningen av ledningsnätet påverkar omsättningen av vatten under dygnet, speciellt i nätets utkanter och ändledningarna. I dessa områden är omsättningen mindre vilket beror av en lägre förbrukning i förhållande till de ledningsdimensioner som normalt finns här. Ledningar skall dimensioneras för att klara ett släckningsbehov vid brand och släckningsbehovet kan därför medföra en betydligt större ledningsdimension än den som krävs för enbart normal förbrukning av dricksvattenkonsumtionen (VAV P83, 2001).

Ett distributionsnät är uppbyggt av huvud-, distributions- och servisledningar där ledningsnätet också är försett med diverse armatur för att kontrollera flödesriktning, tryck, luftning och avstängning. För att kunna distribuera ut vatten från vattenverket används pumpar och tryckstegringsstationer. Det är viktigt att hålla ett jämt tryck och flöde i distributionsnätet och detta sker med hjälp av högreservoarer. Vid en hög förbrukningen utöver pumparnas kapacitet förbrukas det magasinerade vattnet och vid en låg förbrukning nattetid fylls det upp med nyproducerat dricksvatten. Ledningsnät för dricksvatten kan vara utformat på flera sätt. System utformade som förgreningsnät (Figur 1) är konstruerade så att varje fastighet med konsumenter längs en ledningssträcka får vatten från ett håll i ledningen. Ledningsdimensionerna i detta system är stora i huvudledningarna för att sedan minska i dimensioner i de förgreningar av ledningar som sticker ut från huvudledningen. Cirkulationsnät (Figur 2) avser ett ledningsnät där varje fastighet kan förses med vatten från minst två håll i ledningsnätet (VAV P83, 2001).



Figur 1. Förgreningsnät (VAV P83)



Figur 2. Cirkulationsnät (VAV P83)

Fördelar med ett förgreningsnät är att anläggningskostnader blir lägre då mängden rörmaterial blir mindre. Nackdelarna med samma nät är att vid ett rörbrott blir de nedströms anslutna konsumenterna på en ledningssträcka helt utan vatten. Avbrott på ledningar i början av ledningsnätet, så kallade konsekvensledningar kan därför drabba många eller känsliga konsumenter som är beroende av vatten i sin verksamhet. Detta kan vara verksamheter som bedriver matserveringar eller idrottsanläggningar. Vid ett rörbrott på ett matarrör i ett cirkulationssystem kan vattentillförseln stängas av på vardera sidan om brottet och vatten kan nå konsumenterna från ett annat håll i systemet. Detta gör att risken för ett totalt driftavbrott reduceras betydligt samt att endast några få konsumenter blir utan vatten. Jämfört med ett förgreningsnät blir anläggningskostnaden högre för cirkulationsnät men driftsäkerheten bättre (VAV P83, 2001).

3.2 Driftstatistik

3.2.1 Nyckeltal

Kommunala VA-verk har som sin huvudsakliga uppgift att tillgodose kommunens invånare/kunder med en tillfredställande VA-service. Denna service innebär att både leverera ett bra dricksvatten och ta hand om spillvatten. För denna verksamhet har man i de flesta kommuner satt upp två typer av primära mål, *Inriktningsmål* och *Resultatmål*. Inriktningsmål är verksamhetens långsiktiga mål medan Resultatmål är mål som skall nås inom bestämda tidsramar (Stahre et al, 2000).

För att kunna jämföra och utvärdera VA-verkens resultat kan dessa resultatmål sammanfattas i så kallade nyckeltal. Nyckeltal är tänkta att kunna redovisa och beskriva kvalitén på en organisations verksamhet på ett enkelt och lättförståeligt sätt. Inom offentlig VA-verksamhet i Sverige används idag nyckeltal som kan beskriva ekonomi, personalfrågor eller anläggningarnas status. Ledningsnätets status kan exempelvis beskrivas utifrån antal rörbrott per år eller storleken för läckage per 10

km ledning och dygn. Underlaget kan därefter analyseras och utvärderas av myndigheter och politiker för att lättare kunna förstå vilka kostnader som en VA-verksamhet är förenad med (Stahre et al, 2000).

När nyckeltal för en kommun har sammanställts kan dessa jämföras med andra kommuner och på detta sätt kan slutsatser dras om hur olika faktorer påverkar ledningsnätets kondition. Jämförelsen mellan olika kommuner går ofta under begreppet *Benchmarking* där syftet är att systematiskt arbeta mot andra kommuner för att förbättra den egna verksamheten. Stockholm, Göteborg och Malmö ingår i den så kallade 6-stadsgruppen tillsammans med Köpenhamn, Oslo och Helsingfors sedan 1996, vilket är ett samarbetsprojekt mellan de största städerna i Norden. Benchmarking som arbetsmetod används idag mellan ett flertal kommuner i Sverige (Stahre et al, 2000).

3.2.2 VASS

VASS (Vatten Avlopp StatistikSystem) Är Svenskt Vattens statistiksystem som innehåller uppgifter över VA-verksamheten i Sveriges kommuner och kommunala bolag. Syftet med denna sammanställning av statistik är att göra det möjligt att på ett överskådligt sätt kunna jämföra respektive kommun eller bolag med varandra och kunna utvärdera organisationens produktionsresultat. Deltagande i VASS är frivilligt och 2003 var det 244 av 290 kommuner i Sverige som rapporterade in uppgifter dock utifrån olika ambitionsnivåer. Samma år var det endast 6 av 244 kommuner som rapporterade in tillräckligt med information för att placeras i den högsta av 5 nivåer. I Svenskt Vattens databas lagras nyckeltal och genereras rapporter som beskriver verksamheten i respektive kommun under året som gått samt för tidigare år (Mattsson, 2005).

Jämförelsen görs till stor del mellan de nyckeltal som kommunerna redovisar. Nyckeltal för driftstatistik delas in i följande kategorier,

- Administrativa
- Tekniska
- Ekonomiska
- Miljötekniska
- Kvalitet och störning

Efter 2004 har en omstrukturering av ambitionsnivåerna gjorts och antalet nivåer har minskats från 5 till 3 stycken (Svenskt Vatten, 2006).

3.3 Material i distributionsnätet

De vattenledningar som idag finns i de svenska kommunerna består av ett flertal olika material. Valet av material vid nyläggning respektive förnyelse påverkas av olika faktorer, tidpunkten på året då arbetet utförs samt var någonstans i landet. Ledningar i det kommunala nätet består i de flesta fall av gjut- eller segjärn men sedan 1960-talet så har olika plastmaterial blivit allt vanligare vid nyanläggning av ledningar. Rörmaterialet i de svenska kommunernas huvud- och distributionsledningar har sedan 1950-talet oftast bestått av betong eller stål. Från mitten av 1960-talet har det allmänna ledningsnätet mer än fördubblats och varje materials andel har varierat över tiden vid nyanläggningar.

Tabell 1. Material i svenska VA-nät (VVS Forum -teknik och installation, 2006)

Fördelning av olika rörmaterial i svenska vatten- och avloppsledningsnät, räknat på ledningslängden.				
Källa: Statistik från VAV 1997.				
Rörmaterial	Vattenledningsnät		Avloppsledningsnät	
	Total andel i befintliga ledningsnät (%)	Andel av nybyggda ledningar (%)	Total andel i befintliga ledningsnät (%)	Andel av nybyggda ledningar (%)
Segjärn	52	11	–	–
Betong	–	–	79	30
PVC-plast	22	11	13	36
PE-plast	16	76	4	28
Stål	3	1		
Andra material	7	1	4	6

För att välja material som lämpar sig för rörledningar i distributionsnätet för dricksvatten kommer valet i framtiden baseras på resultat från beprövad teknik tillsammans med en utveckling och förbättring av de befintliga rörmaterial som finns. De faktorerna som avgör vilket material som väljs kommer troligtvis att vara de som ligger till grund för klarar att tillfredsställa kundernas krav på ett bra vatten och en lång livslängd för ledningsnätet (Ljunggren, 1991).

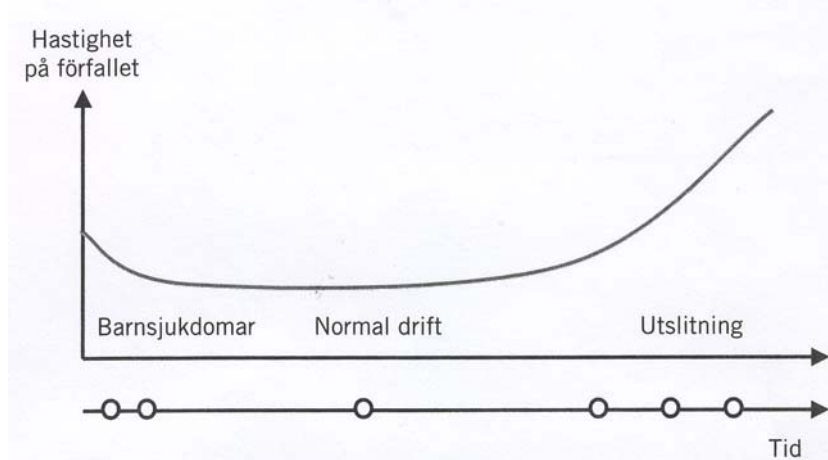
Då man skall välja rörmaterial som skall användas i ett distributionsnät för dricksvatten är det ett flertal faktorer som måste beaktas. Faktorer som bör beaktas kan vara materialets korrosions- och mikrobiologiska egenskaper men även dess fysiska egenskaper, funktion och vilken miljöpåverkan det utgör på naturen. Ett distributionsnät bör konstrueras så att antalet ingående rörmaterial är så få som möjligt. Ledningsmaterialet får inte påverka vattnets kvalitet under transporten mellan vattenverket och konsumenten. Placeringen av olika material är därför viktig och måste utföras på ett sådant sätt att de inte påverkar varandra och ger upphov till galvanisk korrosion. Exempel på detta är då kopparrör är anslutna till ett järnrör, detta kan innebära ökad korrosion på järnröret då kopparjoner kommer i kontakt med järnröret (A. Elfström et al, 2000).

Korrosionskontroll innebär att vattnets kemiska parametrar justeras för att minimera korrosionen på distributionsnätet. Hur denna justering ser ut varierar och beror av vilka beredningsmetoder som används och efter den kvalitet som råvattnet har. De parametrar som justeras är vanligtvis alkalinitet, pH-värde och hårdhet. Dessa har olika riktvärden som visat sig kunna reducera exempelvis korrosion på de kopparledningar som främst finns i inomhusinstallationer. Utfällning av koppar i dricksvatten kommer senare att ansamlas i det spillvatten som går vidare till reningsverket. Reningsverket avskiljer föroreningar och producerar ett näringsrikt slam men det höga innehållet av koppar är en av de huvudsakliga orsakerna till att detta slam inte kan återanvändas inom jordbruket för livsmedelsproduktion. Det är därför viktigt att kunna förutse hur ett rörmaterial kan påverka både konsumenter och naturen i ett helhetsperspektiv (A. Elfström et al, 2000).

Priset på rörmaterial vid rörläggning är dock endast en mindre del av den totala kostnaden och borde därför inte vara en avgörande faktor i valet av ledningsmaterial. Valet av material borde främst grunda sig på faktorer som livslängd, inverkan på vattenkvaliteten samt reparations- och underhållskostnader (Ljunggren, 1991).

3.3.1 Teknisk livslängd

Det finns idag ett stort behov av att kunna förutsäga ledningsbrott och verklig livslängd på vattenledningar. Lönsamheten att reparera rören försvinner vid en viss tidpunkt. Det är därför viktigt att kunna göra rimliga uppskattningar om anledningar till rörens försämringar och även hur snabbt detta sker. Forskare från Norge har arbetat med att statistiskt analysera och beskriva ett ledningsnäts behov av renovering och förnyelse. De visar att ett distributionsnät försämras med tiden enligt en såkallad "badkarskurva" vilket visas i Figur 3. Diagrammet visar att livslängden kan delas in i tre tydliga stadier: Barnsjukdomar, normaldrift och utslitning. Barnsjukdomar berör sådana fel vilka uppkommer i tidigt stadium och avser exempelvis materialfel eller fel vid tillverkning av röret. Under normaldrift är de skador som uppstår ofta orsakade av yttre omständigheter som t.ex. trafiklast med mera. Önskvärt är givetvis att tiden för den normala driften skall vara så lång som möjligt. I den sista fasen, Utslitning, blir driftstörningarna allt vanligare och det är inte längre lönsamt att reparera utan ledningen måste bytas ut, förnyas. Utseendet på badkarskurvan bygger på faktorer som forskarna benämner förklaringsfaktorer, variabler som påverkar ledningens livslängd. De huvudsakliga faktorerna är ledningens längd, diameter, material, ålder eller antalet tidigare brott. Historiskt sett så har den offentliga VA-verksamheten i Skandinavien varit noggranna med att dokumentera driftstörningar i vattenledningsnäten. Dokumentationen innehåller främst uppgifter om olika typer av fel men även vilken typ av ledning som drabbats. Med hjälp av denna historik kan framtidsprognoser skapas där de tidigare felen analyseras statistiskt. En trolig utveckling kan åskådliggöras och denna baseras på de faktorer som troligtvis är avgörande för livslängden på ledningarna. Forskarna har utvecklat en statistisk modell som visar samband mellan brottsstatistik och förklaringsvariabler i ledningar med liknade materialegenskaper. Det norska arbetet har baserats på vattennätet i Trondheim. Flera ledningsmaterial och olika markförhållanden analyserades och arbetet visar att markförhållanden och ledningars dimensioner (utformning) spelade en avgörande roll för hur stor felintensiteten är. Mark med marin lera påskyndade korrosionsförloppet avsevärt hos ledningar av segjärn och ålder samt långa och mindre dimensioner på ledningar drabbas oftare av skador. Modellen med namnet NHPP (non homogenous Poisson process) är tänkt att vara ett verktyg i kommuners budgetarbete då modellen skall kunna peka på var i systemet och när i tiden insatser bör genomföras (Røstum, 2000).



Figur 3. Badkarskurva (Røstum, 2000)

3.4 Förnyelsestrategier av distributionsnät i svenska kommuner

Innan ett beslut om förnyelse av distributionsnätet kan tas så måste en sammanställning av de problem som finns i ledningsnätet jämföras med de mål och krav som ställs på vattenledningsnätet. Mål och krav som prioriteras för dricksvatten är en god vattenkvalitet och hög leveranssäkerhet till konsumenterna. Indikationer som klagomål från kunder och observationer från driftpersonal ger ofta en tydlig bild om nätets kondition och funktion klarar de uppsatta målen (VAV P83, 2001).

Alla klagomål och driftstörningar skall dokumenteras och analyseras. Detta görs för att kunna identifiera orsaker till problemen och för att jämföra nyckeltal, vilka ofta kan ge en fingervisning om var i ledningsnätet förnyelsearbeten bör utföras. När kommuner projekterat ett befintligt ledningsnät så görs detta utifrån prognoser över behov och storlek på förbrukningen per person som kommunen har vid den aktuella tidpunkten. Kommunernas prognos under 1970-talet över den framtida befolkningsökningen och storleken av dess konsumtion var kraftigt överskattad, vilket i många fall resulterat i ledningssträckor med alltför stora dimensioner och dålig omsättning av dricksvattnet i dessa ledningar. I många kommuner har det under senare år skett en stor expansion med nybyggnation av bostäder och industrier. I dessa kommuner har förnyelsearbete i ledningsnätet istället haft ett behov av att öka ledningsdimensionerna för att öka kapaciteten. Det är därför viktigt att när förnyelse av distributionsnätet sker så bör ledningsnätet dimensioneras enligt de förutsättningar och prognoser som gäller vid tidpunkten då arbetet skall utföras och inte det som gällde tidigare under projekteringen. Kommunens förnyelseplan bör därför omfatta en dimensionsplan som beaktar det framtida behovet och på så sätt uppfylla konsumenternas krav på leveranssäkerhet och ett bra vatten (VAV P83, 2001).

Service och underhåll av ledningsnätet måste ske kontinuerligt med reparationer av akuta ledningsbrott för att klara tidigare nämnda mål. Ledningsmaterialet i distributionsnätet har en begränsad livslängd, vilket innebär att det någon gång kommer till en brytpunkt där det inte längre lönar sig att utföra reparationer utan hela ledningssträckan måste istället förnyas. En förnyelseplan som tydligt visar vilket av alternativen av förnyelse eller fortsatt underhåll som lämpar sig bäst över aktuella ledningssträckor bör uppdateras varje 3-5 år. Förnyelseplanen syftar till att kommunen skall ha en god beredskap och utifrån den ingående dimensionsplanen snabbt kunna utföra förnyelse av problemdrabbade ledningssträckor. Problem inom ledningsnätet brukar delas in i två huvudgrupper, konditions- eller funktionsproblem. Konditionsproblem är läckage som orsakats av korrosion på rörmaterialet, tryckslag eller marksättningar. Funktionsproblem är sådana problem som berör kvalitet, tryckvariationer eller leveranssäkerhet, problem som har sin orsak i brister i reningen av vattnet, dålig vattenomsättning eller felaktigheter i ledningsnätets uppbyggnad eller drift (VAV P83, 2001).

Ledningsnätet bör göras överskådligt på en schematisk karta. Kartan skall visa hur nätet är uppbyggt med olika typer av ledningar, reservoarernas placering och hur kommunen är indelad i olika tryckzoner. Med hjälp av detta kan exempelvis statistik över vattenförbrukningen nattetid i ett förbrukningsområde ge indikationer att det förekommer ett större utläckage och läcksökning kan därefter utföras i ett begränsat område. Datoriserade modeller baserade på den schematiska kartan kan i många fall vara ett bra verktyg för att beskriva vattenomsättning, flöden och tryckvariationer i systemet (VAV P83, 2001), se 3.4.3 Geografiska informationssystem GIS. Förnyelsestrategin av ledningsnätet i Sveriges kommuner skiljer sig mellan de olika

kommunerna. Storleken på kommunen beskriver inte på något sätt hur mycket resurser som avsätts för VA-verksamheten, exempelvis så satsar år 2005 en liten kommun som Mariestad upptill tre gånger mer pengar årligen per invånare på förnyelse än vad den större kommunen Jönköping gör. En faktor som hög ålder för ledningsnätet verkar inte heller vara av större betydelse, då till exempel en kommun som Täby i-dagsläget satsar mest pengar i förhållande till km nedlagda ledningar (Olofsson, 2005).

Det är väldigt stor skillnad på livslängd för rör av olika material. Det finns ledningar som måste bytas ut redan inom en 10-års period medan andra rörledningar är i bra kondition även efter 150 år. Svårigheterna med detta är att välja rätt strategi för förnyelsearbetet. Strategin måste utformas så att resurser sätts in där de gör mest nytta. Många gånger kan det vara svårt att ekonomiskt motivera ett ledningsbyte och det kortsiktigt mest lönsamma är att utföra reparationer, det vill säga akutåtgärder för att klara kundernas krav på leveranssäkerhet. I dagsläget har VA-verksamheter i Sverige ett gott förtroende hos konsumenterna. Kommunernas VA-verk kommer att kunna leverera vatten av bra kvalitet under en lång tid fram över men till slut så måste rörledningar bytas ut, då det inte längre är lönsamt att reparera. Detta är nödvändiga förnyelseåtgärder för att kunder skall slippa avbrott i leverans och olägenheter orsakade av en nedsatt hydraulisk funktion i ledningsnätet, vilket kan rubba förtroendet avsevärt för kommunernas VA-verksamhet. Det pågår omfattande förnyelsearbeten av distributionsnäten i flera kommuner men det saknas en nationell förnyelsestrategi där utvärdering och dokumentation av tekniska data över såväl rörbrottsfrekvens, ledningsmaterial som antal klagomål från kunder (Kihlberg, 2000).

I en artikel i VAV-nytt jämför Stefan Indahl satsningen på vattenledningsnätet under 1970-talet med dagens utbyggnad av bredband. Under 1970-talet så satsade samhället stora summor som med dagens penningvärde skulle uppgå till över 9 miljarder kr. Denna investering måste förvaltas med regelbunden tillsyn och underhåll men Indahl anser att samhällets uteblivna insatser är kapitalförstöring. Vid år 2000 ansåg han att frågor gällande ledningsnät i allmänhet var lågt prioriterade, där storleken av behovet förnyelsearbetet inte var känt och de arbetsplaner som fanns för sanering inte användes. Trots en hög kompetens inom VA-området har denna arbetsgrupp ofta tvingats att arbeta med akuta arbetsinsatser för att kunna behålla en normal drift i distributionsnätet. Den största hotbilden mot ekonomin inom VA-sektorn är kostnader för att med akuta insatser förnya ett ledningsnät vilket är betydligt dyrare än planerade. Vi tar idag förgivet att vatten och avlopp skall fungera, ett krav som ett åldrande ledningsnät utan tillräckliga förnyelseåtgärder kommer att ha svårt att leva upp till. Det förebyggande arbetet bör bli mer omfattande dels för att behålla befintlig kompetens inom VA-sektorn men också för att locka till sig kompetent arbetskraft i framtiden (Indahl, 2000).

3.4.1 Benchmarking

Benchmarking är ett verktyg för att kunna göra jämförelser med andra företag eller verksamheter inom samma bransch. Målet med att använda metoden kan variera, det kan vara för att effektivisera delar i produktionen och då för att vinna ekonomiska fördelar eller för att skapa en bättre arbetsmiljö där den anställdes säkerhet och hälsa prioriteras. Tanken med Benchmarking är att lyfta fram orsaker till varför vissa processer används och motivera varför dessa skall vara kvar i verksamheten. Metoden syftar alltså inte till att ta fram nya förslag till förbättringar eller förändringar. För att kunna använda sig av Benchmarking måste först en inventering av den egna verksamheten utföras där processer och nyckeltal kartläggs. Nästa steg

är att jämföra den egna verksamheten med en annan organisation som bedriver en likvärdig verksamhet. Inom VA-verksamheten i Sverige utförs Benchmarking mellan ett flertal kommuner och i Norden finns det ett omfattande samarbete mellan de städer som ingår i 6-stadsgruppen. Se kapitel 3.2.1. Städerna i arbetsgruppen jämför nyckeltal för den egna verksamheten gentemot de övriga städerna. Nyckeltalen beskriver bland annat statusen för ledningsnätet med uppgifter som exempelvis berör läckage, rörbrottsfrekvens eller elförbrukning, men studien omfattar även ekonomiska nyckeltal för hela VA-verksamheten. Ett nyckeltal uttrycks i en funktionell enhet vilket gör det möjligt att jämföra dem oavsett skillnader mellan städernas storlek och invånarantal, t.ex. m³ läckage per km ledning och år (Mattsson, 2005).

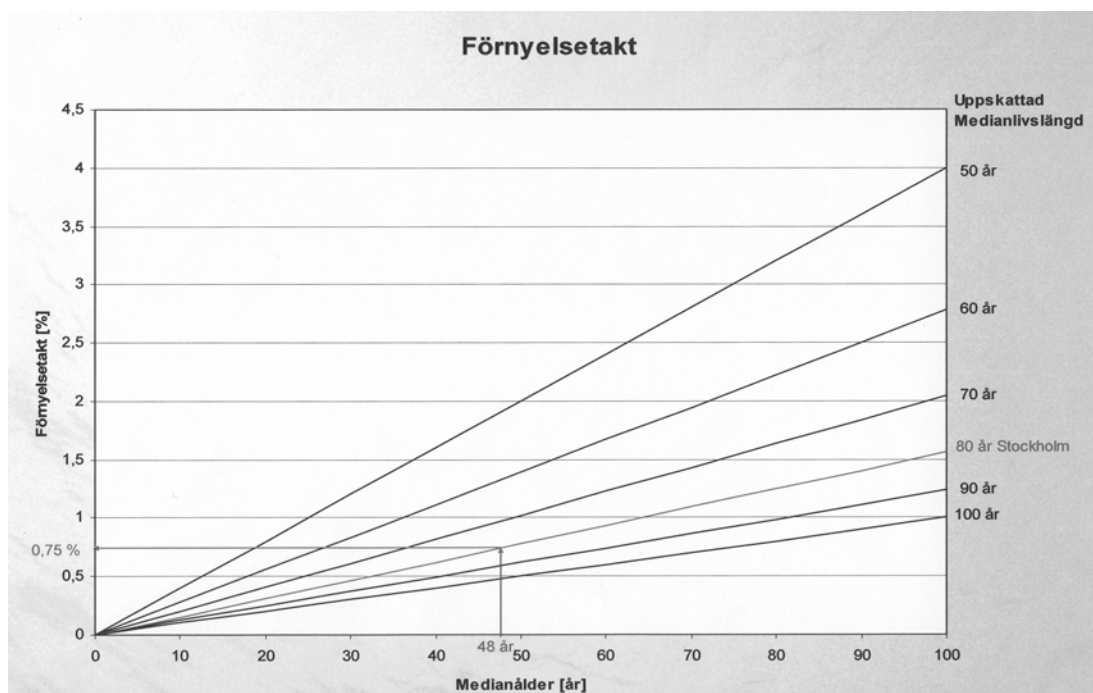
3.4.2 Medianålder

Medianålder definieras som den ålder då hälften av alla ledningar i ett ursprungligt ledningsnät är utbytta, det vill säga att hälften av systemets rör är yngre och den andra hälften är äldre än denna ålder.

En teori om hur medianåldern i det befintliga ledningsnätet i en stad kan kopplas till storleken på en nödvändig förnyelsetakt har utarbetats av Lennart Berglund, Stockholm Vatten AB. Medianåldern i distributionsnätet kan på ett överskådligt sätt beskriva behovet av det årliga förnyelsearbetet. När en uppskattning om storleken av förnyelsetakten skall göras behövs två faktorer kartläggas. Den första är distributionsnätets faktiska medianålder vilken kan beräknas utifrån statistiska uppgifter över det befintliga ledningsnätet. Den andra faktorn är en förmodad medianålder, det vill säga hur många år som nätet kommer att hålla innan hälften av alla ledningar är utbytta. Vid uppskattning av medianålder kan resultatet variera beroende på utredare men de antaganden som görs grundar sig i första hand i projekteringsstadiet på material, arbetsmetod, dimensionering etc. Därefter så är det de yttre omständigheterna såsom markförhållande och slutligen drift och underhåll av distributionsnätet som påverkar medianåldern. Summan av dessa två faktorer kan dela uppskattad medianålder i fyra större grupper.

- < 50 år för ett dåligt anlagt ledningsnät
- 50–70 år för normal standard
- 70-100 år för väl anlagda
- > 100 år för mycket väl anlagda

Utifrån vilken standard som kommunen anser sig att ha i det egna ledningsnätet kan de också uppskatta en trolig medianålder som det befintliga ledningsnätet bör kunna uppnå. I diagrammet i Figur 4 visas faktisk medianålder på x-axel och en uppskattad medianålder på höger y-axel. I detta exempel så börjar man med att utgå från den faktiska medianåldern, här för Stockholm 48 år och en förflyttning upp till den linje som representerar en förmodad medianålder som är 80 år. Därefter kan den förnyelsetakt som krävs för att kunna behålla en tillräcklig standard avläsas på vänster y-axel. För exemplet gällande Stockholm så kan i Figur 4 avläsas att det skulle krävas en årlig förnyelsetakt som är 0,75 % av distributionsnätet. (Berglund, 2005)



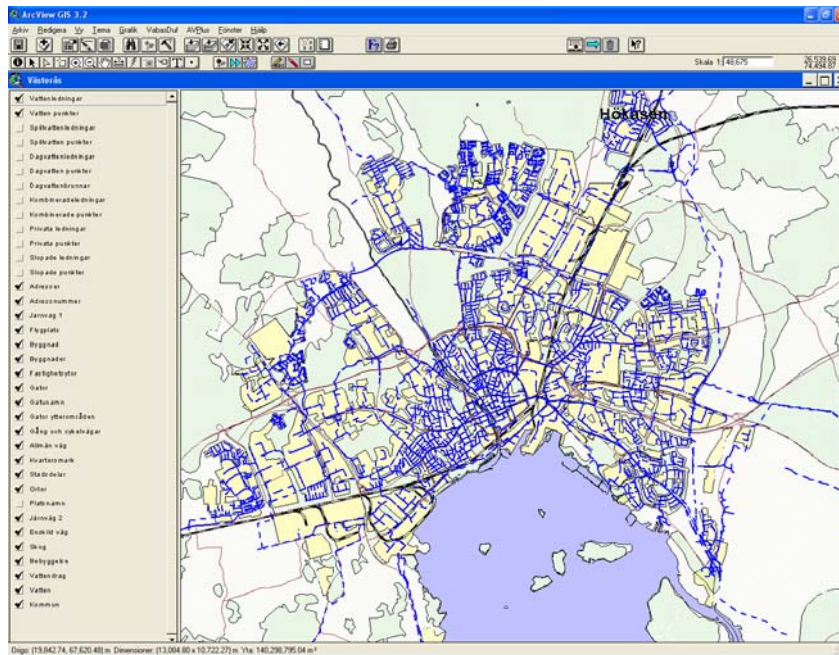
Figur 4. Medianålder som underlag för storlek på årlig förnyelsetakt (Berglund, 2005)

3.4.3 Geografiska informationssystem GIS

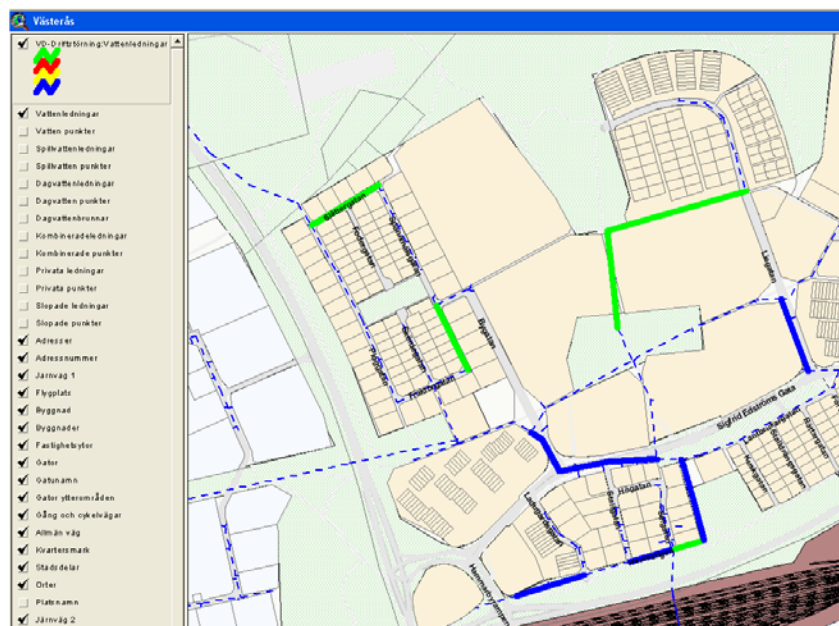
Användandet av GIS inom samhällsplanering är ett verktyg för att kunna effektivisera funktionen och geografisk placering av exempelvis utbyggnader inom infrastruktur. Detta kan vara speciellt användbart inom kommunal verksamhet för dokumentation av VA-nätet. Det finns idag ett flertal programvaror för att dokumentera och sammanlänka digital information från olika databaser till en gemensam plattform. Några exempel på vanliga GIS-program är ArcGIS, MapInfo och SolenX (Eklundh, 2003).

Inom VA-verksamhet är några av de grundläggande arbetsområdena att dokumentera ledningsnätets storlek och utformning. Med hjälp av t.ex. något av ovanstående program lagras information i olika skikt. Bakgrunden består oftast av en karta som visar gator och byggnader. Övriga skikt innehåller information om olika typer av ledningar och dess utbredning. När dessa skikt överlappas eller kombineras med varandra så kan enskilda ledningssträckor i ledningsnätet kopplas till en geografisk plats i staden, se Figur 5.

Denna användning av GIS är endast en allmän beskrivning och för att ytterligare kunna analysera ledningsnätet måste ytterligare information kopplas till enskilda ledningssträckor. Informationen består av attribut som anläggningsår, rörmaterial, ledningsdiameter eller antal rörbrott sedan anläggning. Informationen kan lagras som digitala kartor i en databas och vara till hjälp i framtida projekteringsarbeten. Kartorna kan på ett enkelt sätt visa på var någonstans i ett system som det finns brister och med rätt attribut också kunna förutse eventuella riskområden, se Figur 6.



Figur 5. Distributionsnät i digital karta (Engström, 2007)



Figur 6. Enskilda ledningssträckor med ett eller flera rörbrott är i bilden markerade med gröna respektive blå linjer (Engström, 2007).

3.4.4 Riskanalyser av distributionsnät

För att utvärdera konditionen på ett distributionsnät kan olika typer av riskanalyser användas som hjälpmedel i planeringen för renovering och förnyelsearbeten. Riskanalyser baseras ofta på tidigare dokumentation och driftpersonalens erfarenheter av distributionsnätets funktion och status. Livslängden för ett ledningsnät styrs av flera faktorer, några exempel:

- Anläggningsteknik
- Val av rörmaterial
- Installation och utförande
- Övrig armatur

När ledningsnätet har tagits i drift är det ytterligare ett flertal faktorer som skall beaktas, exempel på dessa är:

- Tryckvariationer och tryckslag
- Flödes hastigheter
- Vattenkvalitet
- Service och underhåll

Failure Modes Effects and Analysis (FMEA) är en av många metoder som kan användas för att göra en riskanalys av ett distributionsnät. De uppgifter och diagram som nedan beskrivs är hämtade från ett exempel på hur just FMEA har använts för att kartlägga riskerna för distributionsnätet i Pilsen, Tjeckien (Tuhovcák et al, 2006).

I metoden analyseras följande tekniska indikatorer som här benämns som TI.

- *Ålder* – den tekniska livslängden för olika rörmaterial varierar men vid en analys bör sådana faktorer som lokala markförhållanden och tidigare erfarenheter vägas in för att kunna göra en god uppskattning av en teoretisk livslängd
- *Rörbrottsfrekvens* – är en indikator som tydligt beskriver behovet av renovering eller förnyelse
- *Läckage* – förluster redovisas med hjälp av nyckeltal, dessa visar på hur stor förlusten är i förhållande till ledningsnätets storlek
- *Vattenkvalitet* – ledningsnätets kondition återspeglas ofta i vattnets kvalitet och kan mätas utifrån antal eller andel vattenprover som överstiger antagna gränsvärden
- *Tryck* – tryckvariationer i ledningsnätet kan indikera felaktigheter i drift eller konstruktion av systemet

Ovanstående tekniska indikatorer klassas därefter in i olika kategorier (K) som beskriver en förmodad kvalitet utifrån varje indikator.

- K1 – Utmärkt
- K2 – Bra
- K3 – Godkänd
- K4 – Kritisk, åtgärder bör planeras
- K5 – Oacceptabelt, åtgärder måste utföras

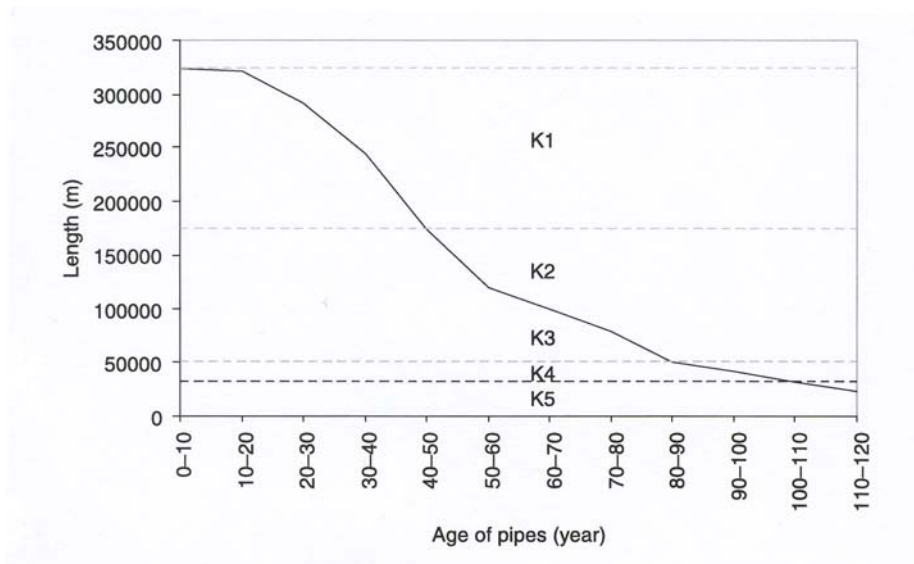
Enskilda ledningssträckor eller områden kan på detta sätt identifieras som riskobjekt och prioriteras i det framtida renoverings- och förnyelsearbetet. Följande tabeller och diagram visar hur ledningssträckor inom olika tryckzoner har indelats efter material och ålder i distributionsnätet (Tuhovcák et al, 2006).

Tabell 2. Åldersgränser för specifika rörmaterial (Tuhovcák et al, 2006)

Category	Cast iron		Ductile iron		Steel		Stainless steel		PE		PVC	
	From	To	From	To	From	To	From	To	From	To	From	To
K1	0	40	0	50	0	20	0	20	0	30	0	20
K2	40	60	50	70	20	40	20	30	30	50	20	40
K3	60	80	70	90	40	50	30	40	50	60	40	50
K4	80	100	90	110	50	60	40	50	60	70	50	60
K5	100	–	110	–	60	–	50	–	70	–	60	–

Tabell 3. Utvärdering av tryckzoner enligt ålder på rörmaterial (Tuhovcák et al, 2006)

Pressure zone	Length [m]						TI 2 pipe age
	K1	K2	K3	K4	K5	Other	
101	50522	31910	34032	14650	28168	7463	K3
125	2976	544	348	0	0	27	K1
221	58086	10342	2357	217	7	1849	K1
222	528	0	0	0	0	0	K1
231	11343	4939	768	0	0	5010	K1
242	2346	1921	31	0	0	101	K1
243	4303	0	0	0	0	0	K1
312	252	1040	0	0	0	358	K2



Figur 7. Masskurva över ålder på rörmaterial - Total Gjutjärn (Tuhovcák et al, 2006)

Tabell 2 visar hur de olika materialen delas in i kvalitets kategorier efter ålder. Exemplet fortsätter här med avseende på rörledningar tillverkade av gjutjärn (Cast iron). En sammanställning av data finns i Tabell 3 för gjutjärnsledningar indelat efter de tryckzoner som finns i staden. Denna indelning visar hur många meter ledning tillverkade av gjutjärn som finns i varje tryckzon och vilken kvalitetsklass som denna kan anses hålla. Resultatet redovisas sedan i diagram Figur 7 där man lätt kan få en översiktlig bild över det erforderliga renoverings- och förnyelsebehovet. Detta tillvägagångssätt kan tillämpas på liknande sätt för de övriga tekniska indikatorerna.

3.4.5 Läcksökning

Läckage inom dricksvattensystemet benämns som omätt vatten och definieras som differensen mellan volym producerat vatten och volymen som har debiterats kunderna. Av det vatten som produceras vid vattenverken används även en del i den egna verksamheten för spolning och rengöring med mera. Storleken på läckaget redovisas i förhållande till ledningsnätets längd och under en bestämd tidsperiod, vanlig enhet är m^3 per km och dygn (VAV P83, 2001).

Göteborg Vatten tillämpar idag ett aktivt arbete med att lokalisera läckor ute i distributionsnätet. Ett ledningsnät som utsätts för sättningar och såväl inre som yttre korrosion kan drabbas av mer eller mindre allvarliga rörbrott. Detta kan innebära rörbrott med ett läckage som inte går att upptäcka på markytan ovanför ledningen men ändå är orsak till stora förluster av dricksvatten. En kontinuerlig driftövervakning och felanmälan från kunder visar snabbt i vilka områden som det förekommer läckage. Göteborg Vatten har en arbetsgrupp som arbetar speciellt med att lokalisera dessa läckor i drabbade områden. Läckagegruppen använder sig av ett flertal metoder för att lyssna efter läckor. Den enklaste av dessa metoder är att använda sig av en så kallad lyssnarstav. Lyssnarstaven placeras mot en ventil och personalen sätter sen denna metallstav mot örat. Metoden kan vara mycket effektiv men kräver ofta en erfaren personal utrustade med ett tränat öra. Det finns även mer modern elektronisk utrustning för att lyssna av nätet då läckagen kan vara betydligt svårare att lokalisera. Den elektroniska utrustningen mäter hastigheten för läckljud att fortplanta sig i en ledningssträcka och kan med detta avgöra avståndet mellan en läcka och den aktuella mätpunkten (Göteborg Vatten).

3.5 Internationella förnyelsestrategier

3.5.1 Förnyelsearbete i Köpenhamn

Följande kapitel om förnyelsearbete i Köpenhamn är en sammanställning av en artikel av Peter Bohn, 2002.

Köpenhamn i Danmark har ett stort ledningsnät för dricksvatten. Ett vattenledningsnät där vattenledningar har en sammanlagd längd av 920 km. Distributionsnätet omfattar ungefär 100 km ledningar som är lagda för mer än 100 år sedan, en del av dessa så tidigt som år 1855 och då samtidigt som uppförandet av Köpenhamns vattenverk.

De förnyelseinsatser som utförs på grund av nätets höga ålder anses vara nödvändiga för att både kort- och långsiktigt kunna tillgodose konsumenterna med ett bra vatten till ett rimligt pris. Förnyelsearbeten med gamla rörledningar började 1976 och därefter pågått varje år. Detta är en av orsakerna till att distributionsnätet trots sin höga ålder ändå håller en relativt god standard.

Arbetsmetoderna har sedan starten för förnyelsearbeten varierat, de första åren utfördes arbeten på traditionellt sätt där gator helt grävdes upp. En utveckling av arbetsmetoderna under senare år har gjort att schaktfria metoder blivit allt vanligare och då exempelvis påverkat trafiken betydligt mindre.

Köpenhamns Energi har i sin vattenförsörjningsplan tagit beslut om att distributionsnätet skall förnyas med 1 % årligen vilket innebär en omsättningstid på 100 år. Detta innebär inte strikt att livslängden för ledningarna skall vara densamma utan att en del ledningssträckor kommer att klara sig mer än 100 år och en del avsevärt kortare tid. Förnyelsearbetet är en del av strategiarbetet i "Renoveringsplan för förnyelseledningar 2001-2010" och ytterligare en plan för huvudledningar. Planerna innehåller information och listar de ledningssträckor vilka förväntas vara i behov av renovering eller förnyelse under en kommande 10-års period. Planerna innehåller också de kriterier och förutsättningar som skall ligga till grund för ett beslut. Eftersom dessa kriterier och förutsättningar kan ändras under åren så omarbetas och uppdateras planerna regelbundet med aktuell information.

Kriterier för förnyelsearbetet av vattenledningar har i Köpenhamn delas in i fyra huvudgrupper.

Konsumenters och samhällets krav

Sociala kostnader för både samhälle och enskilda konsumenter skall beaktas, kunder ställer ofta höga krav på leveranssäkerhet och kapacitet vilket kan innebära ett minskat förtroende för VA-verksamheten om dessa inte uppfylls. Detta är krav som kan innebära en prioritering av utvalda delar i ledningsnätet på grund av dåligt tryck eller vattenomsättning. Orsaken till förnyelsebehov kan variera men ofta kan de bero på felaktiga rördimensioner än på grund av rörbrott.

Ekonomi

Planering och samordning vid anläggningsarbeten mellan involverade myndigheter kan reducera kostnader avsevärt. Vid arbeten där vägbanor asfalteras om eller där nya kablar och ledningar för exempelvis elektricitet grävs ned så utför VA-verket samtidigt förnyelsearbeten av dricksvattennätet.

Ledningsnätets kondition

Traditionellt sett så är det läckagefrekvensen för en ledningssträcka som är det avgörande kriteriet för renovering av en ledning. Köpenhamn har sedan 1929 haft en

kontinuerlig läckagerapportering i samband med rörbrott på huvud- och distributionsledningar. Rapporteringen har resulterat i ett omfattande statistiskt underlag i arbetet med planering av ledningsförnyelse. Läckagefrekvensen är ett kriterium som dock även skall jämföras med andra omständigheter runt omkring och ses i ett samband med dessa. Det finns områden med särskilda verksamheter som är extra känsliga för utläckage av vatten och därmed är underhållet av dessa ledningar mer prioriterade än andra.

Driftmässiga förhållanden

De beslutskriterier som berör driftförhållanden kan exempelvis vara arbetsmiljö och detta kan leda till högre kostnader än beräknade. Ledningar som bör prioriteras på grund av arbetsmiljömässiga villkor är ledningar vilka är tillverkade av eternit, placerade under elledningar i ledningsgrav eller nedgrävda i områden där det endast tillåts service och underhåll nattetid eller helger.

Strategier för förnyelsearbete skiljer sig åt mellan huvud- och distributionsledningar. Huvudledningsnätet i Köpenhamn består av rörmaterial som gjutjärn, betong och PE (polyetylen). Under några år satsade Köpenhamns stad på att byta ut och renovera ledningar i huvudnätet som i de flesta fall var tillverkade av gjutjärn och starkt angripet av korrosion. Arbetet har resulterat i ett huvudledningsnät av en god standard. Förnyelsearbeten behöver därför inte utföras systematiskt av dessa ledningar.

Det har förekommit rörbrott på äldre huvudledningar av gjutjärn som fått stora konsekvenser på grund av att stora vattenmängder har strömmat ut. Vattenskador på vägar och översvämningar i källarvåningar har på grund av dessa rörbrott kostat kommunen stora summor. För att minska risker med dessa olägenheter utförs varje år förebyggande punktrenoveringar. Dessa insatser utförs på ledningar vilka är belägna i starkt trafikerade gatukorsningar eller i områden som vid ett vattenläckage antas medföra stora skadeståndskostnader för staden. Förebyggande åtgärder finns också med i förnyelseplanen med en given prioritetsordning och tidsplan för renoveringsarbetet.

3.5.2 TILDE-projektet

TILDE är ett Europeiskt forsknings- och utvärderingsprogram. TILDE (Tool for Integrated Leakage DEtection) syftar till att skapa ett verktyg som kan användas som beslutsunderlag i förnyelsearbete för distributionssystem.

Projektet har pågått sedan slutet av 2003 och använder sig av den senaste forskningen inom läckagekontroll i distributionsnät. Dessa arbetsmetoder utvärderas i fyra olika städers distributionsnät som är lokaliserade i Europa, Bergen (Norge), Nicosia (Cypern), Bari och Sassari (Italien). Tanken med att använda fyra olika städer är att deras uppbyggnad av ledningsnät och geografiska placering skiljer sig åt och detta gör det möjligt för andra städer att jämföra analyser av det egna distributionsnätet med den stad inom programmet som har likvärdiga förutsättningar (waterportal.com).

3.6 Schaktfria arbetsmetoder vid förnyelse av distributionsnät

Nyanläggning och underhåll av rörsnät utförs idag allt oftare med schaktfria metoder. Metoderna som idag används utvecklades till en början inom den amerikanska oljeindustrin. Oljeproducenterna ville göra det möjligt att på ett bestämt djup i ett borrhål där man lokaliserat ett skikt rikt på olja kunna borra sig in horisontellt och då kunna utvinna betydligt mer olja än tidigare ur samma borrhål. Metoden kallas styrd borrhållning och är idag en självklar metod när man borrar efter olja ute till havs. Styrd borrhållning kan t.ex. vara fördelaktig att använda vid ledningsarbeten i städer vilket utförs mellan två öppna arbetsschakt och som innebär att marken mellan dessa inte behöver grävas upp. De höga kostnader som är förknippade med arbete i stadsmiljöer utöver transporter och schaktarbete är de kostnader för återställning som uppkommer efter avslutat arbete, återställning av asfalt, gatstenar och planteringar. Detta är kostnader som normalt tillkommer vid traditionellt schaktarbete varför valet av styrd borrhållning ofta är ett ekonomiskt mer fördelaktigt alternativ (Styrud, 1998).

Pressure Pipe Liner (PPL) är en metod där man med ett flexibelt foder tätar och stärker det ursprungliga röret med bibehållen rördimension. Metoden testades vid ett omfattande förnyelseprojekt av vattenledningsnätet i Köpenhamn. Metoden är anpassad för att klara av att renovera tryckledning utan att behöva gräva upp dem. I och med projektet i Köpenhamn har Stockholms Vatten följt upp och kontrollerat såväl arbetsmetoder och hur vattenkvaliteten påverkats av arbetet. Stockholms stads distributionsnät hade 1998 ett stort behov av renovering, större andelen av ledningsrören var vid den här tidpunkten äldre än 60 år och slitna på grund av korrosionsskador. Just det faktum att man inte vill minska kapaciteten och därmed dimensionerna på vattenledningar så var PPL en tänkbar metod att använda även i Stockholm (Melin och Månsson, 1998).

Schaktfria metoder uppmärksammades under 1998 på den årliga mässan för underhållsföretag. Ett av företagen som nominerades till årets underhållsföretag var Per Aarsleff AB. Deras renovering av gamla spill- och dagvattenledningar i Kungsbacka visade att renoveringsarbetet vid just detta projekt kunde utföras på 3 dagar. Detta jämfördes med traditionellt schaktarbete som uppskattningsvis skulle ta upp till 3 månader för att utföra samma arbete (Indahl, 1998).

Ett flertal metoder där arbeten kan utföras utan schaktning har vuxit fram under åren. Valet av metod bygger på olika förutsättningar som ledningsmaterial, typ av ledning och vilket användningsområde ledningen har. Det gemensamma namnet för metoderna är numera No Dig-teknik (schaktfri teknik). Den uppenbara skillnaden mellan traditionellt schaktarbete med öppna rörgravar och den nya tekniken är att den senare kan utföras i tätorter utan att störa omgivande verksamheter nämnvärt (Alm, 2006). Underhållsarbeten av rörledningar där större delen av gatan grävs upp kan få mycket stora konsekvenser för flera näringsverksamheter exempelvis restauranger som kan drabbas av stora inkomstbortfall under veckor eller månader (Bäckström och Gustavsson, 2005). Ledningsarbeten i städer brukar vanligen medföra en minskad framkomlighet för såväl fordonstrafik som för gång- och cykeltrafik och No Dig-tekniken kan därför vara ett bättre alternativ i områden med hög trafikbelastning. Metoden lämpar sig också i områden med dåliga markförhållanden med lösa jordarter och högt grundvattenstånd. Tiden för arbetet

blir avsevärt kortare och de sättningar som vanligtvis brukar uppstå i mark ovanför de nylagda eller renoverade rören uteblir. I många fall kan dessa schaktfria metoder utgå från nedstigningsbrunnar men vid mer utrymmeskrävande metoder, vilka beskrivs längre fram, måste två större schakthål uppföras mellan vilka arbetet utförs. De rör som har skadats på grund av korrosion, rotinträngning eller yttre laster måste inspekteras innan de kan renoveras med No Dig-teknik. Inspektioner sker oftast med hjälp av en filmkamera. När skadornas typ och omfattning kartlagts så bestäms utifrån ledningens typ och material en lämplig metod för förnyelse eller renovering. Se Tabell 4 (Alm, 2006).

I Tabell 4 visas ett flertal No Dig-metoder som lämpar sig i olika grad beroende på material, typ eller vilket medium som skall transporteras i ledningen. De metoder som har valts ut och presenteras närmare är de metoder som används för renovering och förnyelse av trycksatta ledningar avsedda för distribution av dricksvatten. Metoderna nedan är alla en sammanfattning av de beskrivningar som finns med i Alm (2006).

Kontinuerliga rör

Metoden går ut på att föra in ett nytt rör av PE (polyeten) i det gamla uttjänta röret. PE-röret som förs in har dessförinnan svetsats ihop till ett kontinuerligt rör med samma längd som det gamla röret. Arbetet utförs i detta fall mellan två arbetshål. Fördelar med metoden är att den är både snabb och enkel medan nackdelar i dricksvattensammanhang är att den nya ledningen kommer ha en mindre diameter än den ursprungliga.

Formpassade rör

Här förs ett infodringsrör in i den gamla ledningen. Infodringsröret är ett redan kontinuerligt rör utan några skarvar. Det formpassade röret dras fram från slutet av den ledning som skall renoveras med hjälp av en vajer och när infodringsröret ligger längs hela röret så tillsluts detta för att sen fyllas med varmt vatten under högt tryck. Fodringsröret utvidgas och formar sig efter det gamla röret för att sedan härddas och fungera som en ny rörvägg i ledningen, se Figur 8.

Flexibla foder alternativt Strumpinfodring

Metoden utförs precis som det senare antyder, det vill säga att infodringsmaterialet vrängs in det gamla röret precis som om det vore en strumpa. ”Strumpan” består av en matta som impregnerats med epoxi eller polyester. Strumpan vrängs in i röret med hjälp av vatten eller luft för att sen härddas med hetvatten eller ultraviolett ljus. Metoden kräver speciell utrustning där arbetsenheterna skall vara mobila för att underlätta förflyttningar, se Figur 9.

Rörspräckning

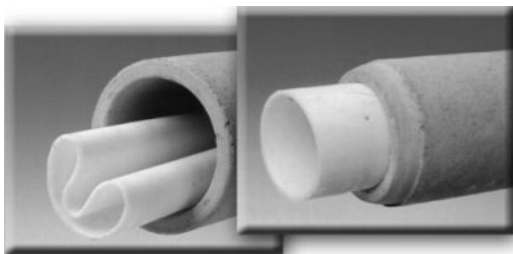
Detta är en metod som är lämplig för förnyelse av distributionsnätet eftersom den gör det möjligt att behålla befintlig rördimension eller att öka den. Arbetet med att spräcka det gamla röret utförs genom att ett kraftigt don dras igenom det ursprungliga röret. Bak på donet sitter det nya röret av PE som skall ersätta och detta följer med in direkt och förhindrar på så sätt material från det uttjänta röret att fylla igen det nya hålet.

Cementbruksisolering

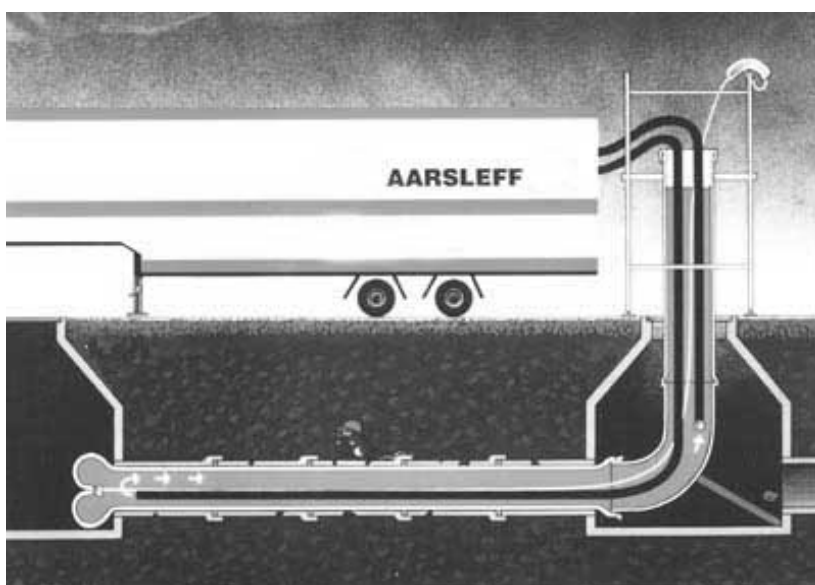
Gamla ledningar kan med denna metod invändigt besprutas med ett skikt av cement. Metoden ger inte röret någon förbättrad styrka men cementskiktet som läggs på rörväggen kommer att verka som ett nytt slitskikt och tätar på samma gång mindre läckor.

Slang

I stället för att ersätta eller renovera ledningen kan en slang föras in i det befintliga röret. Slangen ökar inte rörkonstruktionens hållfasthet och minskar dimensionen på röret men är ett snabbt och enkelt sätt att reducera läckage på vattenledningsnätet.



Figur 8. Formpassade rör (Relevant, 2007)



Figur 9. Strumpinfodring (Aarsleff, 2007)

Tabell 4. Schaktfria metoder och de sammanhang där de kan tillämpas (Alm, 2006)

Metod	Rörtyp		Rörmaterial			Medium i röret			
	Tryckledning	Självfällsledning	Järn	Plast	Betong	Vatten	Avlopp	Värmevatten	Kylvatten
Kortrör	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej*	Ja	Nej*	Nej*
Kontinuerliga rör	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja (stål)	Ja
Formpassade rör	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej	Ja
Flexibla foder	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	(Ja)	Ja	Nej	Ja
Rörspräckning	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	(Ja)	(Ja)
Cementbruksisolering	Ja	Nej	Ja	Nej	Nej	Ja	Nej	Nej	Ja
Foginjektering	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej	Ja	Nej	Nej
Slang	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej	(Nej)
Beläggning	Nej	Ja	Ja	Nej	Nej	Ja	Ja	Nej	Ja
Rörsegment	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej	Ja	Nej	Nej
Brunnsrenovering	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Styrd borrhning	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

* Gäller tryckledningar.
Ett ja eller nej inom parentes innebär att tillämpningen är teoretiskt möjlig, men inte särskilt vanlig.

4 Resultat

Under varje rubrik för respektive kommun så har det gjorts en sammanfattning av de svar och uppgifter som kommunerna lämnat i samband med intervjuerna (Bilaga 1 Intervjufrågor). I Bilaga 2 Svar från tillfrågade kommuner återfinns beskrivning och svar från intervjuerna i sin helhet med deras verksamhet och strategier beskrivs. I kapitel 4.3 Sammanställning av statistik och allmän information Tabell 5, så är de viktigaste uppgifterna sammanställda för samtliga intervjuade kommuner.

4.1 Kommuner



Figur 10. Karta där medverkande kommuner är markerade (eniro.se)

Kommunerna som deltagit är följande:

I mellersta Sverige har Stockholm, Linköping och Örebro intervjuats och i västra Götaland Göteborg, Borås och Marks kommun och i södra Sverige Malmö, Helsingborg och Ronneby.

4.1.1 Göteborgs stad

Olle Ljunggren vid Göteborg Vatten har intervjuats, se Bilaga 2 Svar från tillfrågade kommuner.

- **Har kommunen någon renoverings- och förnyelseplan för distributionsnätet?**

Göteborgs stad har idag en väl utarbetad renoverings- och förnyelseplan för distributionsnätet.

- **Bedriver kommunen någon regelbunden läcksökning?**

Ja

- **Hur är denna renoverings- och förnyelseplanen strukturerad och var sker insatserna?**

Enligt renoverings- och förnyelseplanen så sker insatser framför allt i områden med hög rörbrottsfrekvens. I de fall som ledningar byts ut på grund av hög ålder så sker detta i samordnade arbeten.

- **Om ingen bestämd plan finns så utförs förnyelsearbeten enligt följande kriterier?**

Rörbrott som leder till avbrott i leveranser för många brukare är något som är högt prioriterat och det bedrivs kontinuerligt ett omfattande arbete för att förhindra att detta inträffar. Kriteriet för att förnya ledningsnätet är om konsumenterna i ett avstängningsområde drabbas av avbrott oftare än 1 gång under 10 år så skall en utförlig rörbrottsutredning, ofta kompletterad med läcksökning utföras och dåliga ledningar skall lokaliseras och bytas ut inom en snar framtid. Inträffar avbrott oftare än 1 gång under 3 år så prioriteras i så fall detta avstängningsområde och förnyelseinsatser utförs betydligt snabbare än i det förgående fallet.

- **Hur stor andel av distributionsnätet förnyas årligen?**

Göteborg har i dagsläget en teoretisk förnyelsetakt som är cirka 0,4 % årligen.

- **Har kommunen något bestämt mål av årlig förnyelsetakt?**

Det finns idag inget bestämt mål för förnyelsetaktens storlek men VA-verket anser dock att takten bör ökas för att klara framtidens behov.

- **Hur hög är medianåldern på ledningsnätet?**

Medianåldern på de befintliga ledningarna i ledningsnätet är i nuläget 40 år.

- **Vad styr materialvalet vid ledningsförnyelse? Finns det någon bestämd strategi för valet av material?**

Kommunen har en policy gällande materialval vid förnyelse. I första hand så väljs PE och därefter segjärn och i ledningar med dimensioner större än 600 mm så väljs stål. Främsta motiveringen till att ett material väljs är att materialet skall ha en lång livslängd och vara ett bra material att arbeta med och därmed skapa en bra arbetsmiljö för de personer som utför anläggningsarbetet. I de flesta fall väljer man samma material som de tidigare ledningarna man byter ut, detta just på grund av arbetsmiljö och för att underlätta sammankopplingar. Vid renoveringar är det i dag uteslutande PE som används.

- **Vad kommer kommunen att prioritera i framtiden gällande dricksvattennätet?**

VA-verket kommer i framtiden att prioritera arbetet med läcksökningar och anser att förnyelsetakten behöver öka med 2 % årligen för att bibehålla dagens nivå av leveranssäkerhet, vilket innebär att om cirka 50 år så bör förnyelsetakten vara

någonstans mellan 2,5 till 3 gånger större än dagens situation. När det gäller materialval så går utvecklingen framåt och det kommer allt bättre rörmaterial som kan användas i VA-systemen.

4.1.2 Marks kommun

Gunnar Mellström på Teknik- och serviceförvaltning i Kinna har intervjuats, se Bilaga 2 Svar från tillfrågade kommuner.

- **Har kommunen någon renoverings- och förnyelseplan för distributionsnätet?**

Kommunen har i dagsläget ingen utarbetad plan för renovering och förnyelse av dricksvattennätet det pågår dock ett arbete med att ta fram en sådan.

- **Bedriver kommunen någon regelbunden läcksökning?**

Nej

- **Hur är denna renoverings- och förnyelseplanen strukturerad och var sker insatserna?**

–

- **Om ingen bestämd plan finns så utförs förnyelsearbeten enligt följande kriterier?**

Kommunens arbete inom ledningsförnyelse av dricksvattennätet syftar i dagsläget till att hålla det befintliga distributionsnätet funktionsdugligt.

De insatser som utförs för att kontrollera den hydrauliska konditionen på ledningsnätet är driftövervakning. Övervakningen av vattenförbrukningen från vattenreservoarer sker under nattetid i de distributionsområden där det finns misstankar om en onormal förbrukning. När ett område påvisat ett större läckage påbörjas läcksökning med hjälp av avlyssningsutrustning för att närmare kunna lokalisera de ledningssträckor som är behov av underhåll.

Det förnyelsearbete som utförs i kommunen riktar sig främst mot ledningssträckor med ledningar som blivit lagda under 1960-talet

- **Hur stor andel av distributionsnätet förnyas årligen?**

Marks kommun byter ut cirka 0,33 % av ledningsnätet årligen. Denna förnyelsetakt är dock endast teoretisk eftersom förnyelsetakten har gått ned under de senaste åren och helt stannat av under de två senaste åren

- **Har kommunen något bestämt mål av årlig förnyelsetakt?**

Nej

- **Hur hög är medianåldern på ledningsnätet?**

Medianåldern på ledningsnätet är ungefär 45 år där cirka 10 % har blivit lagt före 1950 och 75 % i en period mellan 1950 och 1980

- **Vad styr materialvalet vid ledningsförnyelse? Finns det någon bestämd strategi för valet av material?**

Valet av ledningsmaterial beror oftast på priset och kvalitén. Dessa två faktorer viktas mot varandra beroende på vilka omständigheter som råder och vilken typ av arbete som avses. Viss hänsyn tas av till arbetsmiljön där plaströr är att föredra då dessa anses vara lättare att arbeta med.

- **Vad kommer kommunen att prioritera i framtiden gällande dricksvattennätet?**

I framtiden kommer Marks kommun att prioritera läckageanalyser med hjälp av datorsimulering. Arbetet syftar till att sätta in resurser där de gör mest nytta. För att säkerställa en hög leveranssäkerhet har kommunen också ett mål som innebär att när konsumenter drabbas av ett avbrott skall dessa få service inom 4 timmar.

4.1.3 Helsingborgs stad

Ulla-Britt Thorén på Tekniska förvaltningen, VA-verket i Helsingborg har intervjuats, se Bilaga 2 Svar från tillfrågade kommuner.

- **Har kommunen någon renoverings- och förnyelseplan för distributionsnätet?**

Helsingborgs VA-verk arbetar idag med att ta fram en saneringsplan för dricksvattennätet vilken syftar till att förbättra den hydrauliska konditionen i nätet och förbättra leveranssäkerheten. Saneringsplanen innehåller en datormodell som är uppbyggd i MIKE-NET som är ett verktyg för simulering av dricksvattennät.

- **Bedriver kommunen någon regelbunden läcksökning?**

Nej

- **Hur är denna renoverings- och förnyelseplanen strukturerad och var sker insatserna?**

Förnyelsearbeten utförs enligt förnyelseplanen vilken ingår i stadens saneringsplan för dricksvattennätet men staden beaktar givetvis eventuella klagomål från konsumenterna. Främst prioriteras dock att alla arbeten skall utföras tillsammans med kommunens övriga inplanerade arbeten. Undantagen är just akuta insatser där skadans storlek och konsekvenser måste prioriteras.

- **Om ingen bestämd plan finns så utförs förnyelsearbeten enligt följande kriterier?**

Vid klagomål från kunder sätts det omedelbart in resurser för att kunna påvisa vilka akuta behov som föreligger för att kunna säkerställa såväl leverans som ett bra vatten.

- **Hur stor andel av distributionsnätet förnyas årligen?**

Helsingborg har i dagsläget en årlig förnyelsetakt som är 1 % av ledningsnätets storlek.

- **Har kommunen något bestämt mål av årlig förnyelsetakt?**

Nej. Saneringsplanen har istället en så kallad 10-topplista över de områden som skall prioriteras för förnyelse.

- **Hur hög är medianåldern på ledningsnätet?**

Medianåldern för vattenledningsnätet är 43 år.

- **Vad styr materialvalet vid ledningsförnyelse? Finns det någon bestämd strategi för valet av material?**

När ett nytt ledningsmaterial skall väljas så är det en kompromiss mellan pris, föreskrifter och bestämmelser, kvalitet och planering för framtiden som utgör underlag för beslut. Den viktigaste faktorn är dock kvalitetsaspekten för ledningsmaterialet eftersom ett material av god kvalitet bidrar till en lång livslängd

där materialkostnaden fördelas över en längre tid. Materialkostnaden är också förhållandevis låg i jämförelse med anläggningskostnaden.

- **Vad kommer kommunen att prioritera i framtiden gällande dricksvattennätet?**

I framtiden kommer prioriteringar för Helsingborgs distributionsnät vara arbetsinsatser som förbättrar den hydrauliska funktionen i nätet. Det kommer även att ske riktade insatser för att kontrollera och förhindra utläckage från brandposter och ventiler.

4.1.4 Linköping kommun

Mats Johansson och Sigvard Pettersson på Tekniska Verken i Linköping AB har intervjuats, se Bilaga 2 Svar från tillfrågade kommuner.

- **Har kommunen någon reoverings- och förnyelseplan för distributionsnätet?**

Vart tredje år så lämnar kommunen in till länsstyrelsen en uppdaterad version av den saneringsplan som tillämpas för stadens VA-nät. Saneringsplanen omfattar till största delen det kommunala spill- och dagvattennätet men även distributionsnätet för dricksvatten. Tekniska Verkens eget arbete med förnyelse av avloppsnätet områdesvis resulterar i särskilda åtgärdsplaner vilka delvis ligger till grund för förnyelsearbete inom distributionsnätet.

- **Bedriver kommunen någon regelbunden läcksökning?**

Nej, läcksökning sker först efter att den kontinuerliga driftövervakningen har påvisat en onormal vattenförbrukning i ett specifikt område. Insatser sker därefter genom att försöka lokalisera läckan inom just detta område.

- **Hur är denna reoverings- och förnyelseplanen strukturerad och var sker insatserna?**

Åtgärdsplanen för förnyelser av vattenledningar innehåller strategier som riktar sig mot huvud- och konsekvensledningar. Leveranssäkerhet prioriteras högt och det har utförts omfattande ledningsarbeten som skall garantera detta. Ledningar vilka har bedömts som riskobjekt och där det skulle innebära stora konsekvenser vid ett större driftstopp har lagts med dubbla ledningar.

- **Om ingen bestämd plan finns så utförs förnyelsearbeten enligt följande kriterier?**

Arbeten utförs och planeras i många fall i samordning med de planerade arbeten som finns i stadens årliga asfaltsprogram men också tillsammans med utbyggnad av fjärrvärmenätet.

- **Hur stor andel av distributionsnätet förnyas årligen?**

Cirka 0,5 %

- **Har kommunen något bestämt mål av årlig förnyelsetakt?**

Det finns idag inget bestämt mål för förnyelsetakt av distributionsnätet. Tekniska Verken har efter diskussioner kommit fram till att distributionsnätets medianålder inte bör överstiga 80 år.

- **Hur hög är medianåldern på ledningsnätet?**

Idag har Linköpings vattenledningsnät en medianålder på 30 år och det finns förhoppningar om att den årliga förnyelsetakten skall fortsätta ligga runt 0,5 %.

- **Vad styr materialvalet vid ledningsförnyelse? Finns det någon bestämd strategi för valet av material?**

Valet av rörmaterial bestäms av tidigare erfarenheter. Material som PE har visat sig vara ett lämpligt material för distributionsnätet. PE är också det material som bedöms vara mest lämpligt att använda utifrån hållbarhet, leveranssäkerhet och arbetsmiljö.

- **Vad kommer kommunen att prioritera i framtiden gällande dricksvattennätet?**

I framtiden avser Tekniska Verken att se över större huvudledningar inom tätorten för att minimera sannolikheten för större avbrott. Vidare kommer även ändledningarna som har större dimensioner än nödvändigt att bytas ut. Detta arbete är prioriterat eftersom långa omsättningstider leder till en avsevärt försämrad vattenkvalitet. Ledningssträckor med material som PVC-, asbest- och galvade rör kommer att bytas ut i de områden där det förekommer läckage. Tekniska Verken arbetar ständigt med att utveckla förnyelsestrategier och förbättra leveranssäkerheten till konsumenterna och ser gärna ett bättre samarbete mellan övriga kommuner i Sverige. Tekniska verken har även en ekonomisk modell för att kunna bestämma det mest lönsamma alternativet mellan renovering eller förnyelse av en ledningssträcka, se Bilaga 4 Ekonomisk modell för förnyelsearbeten i Linköping.

4.1.5 Borås stad

Raiwo Toom på Gatukontoret i Borås har intervjuats, se Bilaga 2 Svar från tillfrågade kommuner.

- **Har kommunen någon renoverings- och förnyelseplan för distributionsnätet?**

I Borås arbetar man med förnyelse av distributionsnätet utifrån ett produktionsprogram.

- **Bedriver kommunen någon regelbunden läcksökning?**

Nej

- **Hur är denna renoverings- och förnyelseplanen strukturerad och var sker insatserna?**

Produktionsprogrammet är uppbyggt så att förnyelsearbeten utförs tillsammans med kommunens övriga arbeten. Samordning sker i stor utsträckning tillsammans med asfaltsprogrammet för stadens gator men också då fjärrvärmenätet byggs ut. Programmet omfattar de arbeten som skall utföras under året men även arbeten som skall utföras under kommande år.

- **Om ingen bestämd plan finns så utförs förnyelsearbeten enligt följande kriterier?**

Driftstörningar, asfalteringsprogram och gatuarbeten, ålder, andra verksamheters arbeten samt utredningar och långsiktiga program.

- **Hur stor andel av distributionsnätet förnyas årligen?**

Cirka 0,7 %

- **Har kommunen något bestämt mål av årlig förnyelsetakt?**

Det har förekommit ett ökat antal av vattenläckor på en del ledningar så i nuläget är förnyelse av dessa ledningssträckor något som prioriteras högt för att kunna garantera leveranssäkerhet. Dock inget specifikt mål för storlek av förnyelsetakt.

- **Hur hög är medianåldern på ledningsnätet?**

Det har skett en befolkningsökning och stor exploatering i Borås sedan 1940- talet och fram till 1970- talet. Eftersom exploatering påbörjades så pass tidigt har dricksvattennätet i Borås idag en medianålder på 50 år.

- **Vad styr materialvalet vid ledningsförnyelse? Finns det någon bestämd strategi för valet av material?**

Materialval till vattenledningar görs enbart från den materialförteckning som finns i kommunen. Materialförteckningen innehåller de material som är tillåtna att användas i vattenledningsnätet. Förteckningen uppdateras ständigt och är ett resultat från praktiska erfarenheter och en samverkan mellan andra kommuner.

- **Vad kommer kommunen att prioritera i framtiden gällande dricksvattennätet?**

VA-avdelningen står inför en omorganisation i början av 2007 så i nuläget så finns det inga direkta direktiv om vad som specifikt skall prioriteras i framtiden för vattenledningsnätet.

4.1.6 Stockholm stad

Lennart Berglund vid Stockholm Vatten har intervjuats, se Bilaga 2 Svar från tillfrågade kommuner.

- **Har kommunen någon renoverings- och förnyelseplan för distributionsnätet?**

Stockholm Vatten ansvarar för drift och underhåll av Stockholms vatten- och avloppsnät. De har sedan 1996 utfört reparationer och förnyelsearbeten efter en bestämd förnyelse- och åtgärdsplan.

- **Bedriver kommunen någon regelbunden läcksökning?**

I Stockholm utförs aktiv läcksökning med ett intervall om 4-5 år. Läcksökning utförs på huvudledningar och distributionsledningar med rördimensioner upp till 300 mm.

- **Hur är denna renoverings- och förnyelseplanen strukturerad och var sker insatserna?**

Planen innehåller utredningar om de åtgärdsbehov och strategier som berör hela VA-nätet i Stockholm. Förnyelseplanen innehåller de kriterier som bestämmer om åtgärder kommer med i de planerade arbeten som skall utföras och när dessa skall utföras under året. Det är ofta så att tidpunkten för dessa åtgärdsarbeten bestäms utifrån de resurser som kommunen tilldelat Stockholm Vatten.

- **Om ingen bestämd plan finns så utförs förnyelsearbeten enligt följande kriterier?**

Förnyelsetakten i distributionsnätet och givetvis också övriga ledningsarbeten sker i samordning med stadens asfalteringsprogram och övriga gatuarbeten. Samordning med exempelvis utbyggnad av fjärrvärmenätet har visat sig vara svårare att samordna. Detta beror på att energibolaget ofta tar beslut om att ansluta nya kunder med kort varsel.

- **Hur stor andel av distributionsnätet förnyas årligen?**

Förnyelsetakten ligger i nuläget någonstans mellan 0,6 och 0,7 %.

- **Har kommunen något bestämt mål av årlig förnyelsetakt?**

Stockholm Vatten anser att förnyelsetakten egentligen borde ligga runt 2 %.

- **Hur hög är medianåldern på ledningsnätet?**

Stockholms stad expanderade kraftigt under 1930- och 1940 talet så uppskattningsvis så är medianåldern i nätet någonstans runt 50 år

- **Vad styr materialvalet vid ledningsförnyelse? Finns det någon bestämd strategi för valet av material?**

Stockholm Vatten har tagit fram projekteringsanvisningar för VA-ledningar. Anvisningarna ger tydlig information om vilka ledningsmaterial och även vilken typ av arbetsmetod som skall användas vid ledningsförnyelse.

- **Vad kommer kommunen att prioritera i framtiden gällande dricksvattennätet?**

Stockholm Vatten kommer i framtiden att satsa mer på att kartlägga förnyelsebehovet samt att försöka övertyga politiker till att ta mer långsiktiga beslut. En del av detta arbete är ta fram statistik och på ett pedagogiskt sätt beskriva och förklara situationen för dricksvattennätet i Stockholm.

4.1.7 Örebro kommun

Kent Strömberg vid Tekniska förvaltningen i Örebro har intervjuats, se Bilaga 2 Svar från tillfrågade kommuner.

- **Har kommunen någon renoverings- och förnyelseplan för distributionsnätet?**

Örebro kommun har ingen plan som enbart behandlar förnyelsearbete inom dricksvattennätet. Förnyelsearbetet omfattar hela ledningsnätet där dricks-, spill- och dagvatten ingår. I de fall då spill- och dagvattenledningar förnyas passar man samtidigt på att förnya vattenledningarna

- **Bedriver kommunen någon regelbunden läcksökning?**

Varje år så delas Örebros stad in i fyra delar. I dessa delar mäts då under något dygn storleken på vattenförbrukningen nattetid. Mätningar som syftar till att skapa en klar bild över läget och möjlighet att dokumentera nya erfarenheter.

- **Hur är denna renoverings- och förnyelseplanen strukturerad och var sker insatserna?**

Kommunen har sammanställt en arbetsgrupp som träffas 2-3 gånger varje år. Arbetsgruppen har i sitt arbete tagit fram de kriterier och faktorer som skall beaktas vid förnyelseplanering av distributionsnätet samt vilka strategier som skall tillämpas för utredningar och undersökningar.

- **Om ingen bestämd plan finns så utförs förnyelsearbeten enligt följande kriterier?**

Driftpersonalen är den personal som oftast har bäst koll på ledningsnätets kondition. Det är därför viktigt att dokumentera och analysera de erfarenheter och iakttagelser som de gör i samband med det dagliga arbetet i vattennätet. Samplanering sker mellan VA- och gatuförvaltning och den tar hänsyn till asfaltsprogram och detaljplaner över planerade trafikleder. Denna planering styr var och när förnyelsearbeten utförs under året.

- **Hur stor andel av distributionsnätet förnyas årligen?**

Dagens förnyelsetakt uppskattas ligga runt 0,4 %.

- **Har kommunen något bestämt mål av årlig förnyelsetakt?**

Inget bestämt mål men VA-avdelningen har dock som ambition att öka förnyelsetakten i framtiden.

- **Hur hög är medianåldern på ledningsnätet?**

Nätet anses idag ha en medianålder någonstans mellan 40 och 50 år.

- **Vad styr materialvalet vid ledningsförnyelse? Finns det någon bestämd strategi för valet av material?**

När det gäller val av material i ledningsnätet så bestäms dessa helt av den materialförteckning som finns i kommunen. Förteckningen har sammanställts av materialgrupp som varje år träffas ett par gånger och diskuterar om vilka material som får och skall användas i ledningsnätet. Materialförteckningen är också ett resultat av samarbete mellan flera kommuner i Sverige.

- **Vad kommer kommunen att prioritera i framtiden gällande dricksvattennätet?**

Rörbrott förekommer idag men är ofta mer utspridda geografiskt jämfört med tidigare då det kunde förekomma områden med en betydligt högre brottsfrekvens än andra områden. En arbetsgrupp arbetar idag med att kartlägga de konsekvenser som ett underskott i produktionen skulle innebära. Gruppen håller på att ta fram strategiska planer för att kunna hantera dessa situationer som kan innebära att direkt stänga av vissa delar av staden när situationen kräver detta.

4.1.8 Malmö stad

Peter Stahre och Leif Malmström vid VA-verket i Malmö har intervjuats, se Bilaga 2 Svar från tillfrågade kommuner.

- **Har kommunen någon renoverings- och förnyelseplan för distributionsnätet?**

Malmö har sedan mitten av 1980-talet bedrivit ett strukturerat arbete inom ledningsförnyelse. Ett arbete där det ingår en rullande digital plan över de aktiviteter som skall utföras

- **Bedriver kommunen någon regelbunden läcksökning?**

Nej

- **Hur är denna renoverings- och förnyelseplanen strukturerad och var sker insatserna?**

De observationer som sker ute i fält dokumenteras för att sedan placeras på en lista i en databas över de områden där insatser skall prioriteras. Listan över dessa problemområden med många rörbrott uppdateras ständigt. Ett arbetssätt som innebär att vissa områden kan prioriteras högre utifrån vilka konsekvenser ett avbrott på en ledning i ett sådant område skulle medföra. Under de första 10 åren med kartläggningen av ledningsnätet så satsade Malmö på att bygga upp ett gediget informationssystem över alla ledningssträckor i staden. Informationen över alla ledningssträckor kan jämföras med ”ett tandläkarkort för varje ledning” vilket är basen för förnyelseplanering i VA-nätet.

- **Om ingen bestämd plan finns så utförs förnyelsearbeten enligt följande kriterier?**

Tidigare har det varit vanligare att övriga gatuarbeten styrt var och när insatser i ledningsnätet har blivit utförda. Nackdelen med en sådan strategi är att VA-verksamheten tidigare fått anpassa sin verksamhet efter andra och därmed inte kunnat fokusera på svagheterna i det befintliga rörnätet.

- **Hur stor andel av distributionsnätet förnyas årligen?**

Förnyelsetakten har de senaste 10 åren legat mellan 0,3- och 0,6 %. Tar man även med sådana åtgärder som innebär förbättringar av den hydrauliska kapaciteten så kan takten ökas ytterligare med 0,1 %.

- **Har kommunen något bestämt mål av årlig förnyelsetakt?**

Det finns ingen anledning till att öka förnyelsetakten av ett väl fungerande ledningsnät. Den nuvarande förnyelsetakten i Malmö mellan 0,3- och 0,6 % anses vara tillräcklig. Storleken på förnyelsetakten bör istället balanseras utifrån kondition och funktion i distributionsnätet. Detta är ett förhållningssätt som kräver ett väldokumenterat informationssystem och som ständigt uppdateras.

- **Hur hög är medianåldern på ledningsnätet?**

Medianåldern på Malmös distributionssystem är idag ungefär 43 år.

- **Vad styr materialvalet vid ledningsförnyelse? Finns det någon bestämd strategi för valet av material?**

Valet av ledningsmaterial utgår från den materialpolicy som materialgruppen på VA-kontoret tagit fram. Materialen som finns med i denna förteckning är sådana material som är lämpliga att använda utifrån de markförhållanden som finns i Malmö. Nylagda vattenledningar består till 90 % av rör tillverkade av PE och 10 % tillverkade av betong.

- **Vad kommer kommunen att prioritera i framtiden gällande dricksvattennätet?**

Prioriteringar i framtiden kommer att omfatta arbetsinsatser för att hålla nere läckagefrekvensen och därmed säkerställa en hög leveranssäkerhet. Dokumentationen över antal rörbrott kommer även i framtiden vara av stor betydelse. Det är viktigt att kunna koppla denna statistik över varje rörbrott till en specifik ledningssträcka för att kunna bevara en bra standard i vattenledningsnätet. Alla tänkbara faktorer som har betydelse för konditionen hos en ledning skall dokumenteras, faktorer som såväl materialegenskaper samt yttre faktorer som läggningsförhållanden och trafiklast med mera.

4.1.9 Ronneby kommun

Hans Nilsson, Ronneby Miljö och teknik AB har intervjuats, se Bilaga 2 Svar från tillfrågade kommuner.

- **Har kommunen någon renoverings- och förnyelseplan för distributionsnätet?**

Ronneby kommun har idag ingen plan för renovering eller förnyelsearbeten i distributionsnätet för dricksvatten.

- **Bedriver kommunen någon regelbunden läcksökning?**

Nej

- **Hur är denna renoverings- och förnyelseplanen strukturerad och var sker insatserna?**

-

- **Om ingen bestämd plan finns så utförs förnyelsearbeten enligt följande kriterier?**

Förnyelsearbeten utförs efter kriterier som ökad rörbrottsfrekvens, klagomål från kunder eller om inspektioner i samband med andra ledningsarbeten visar att vattenledningar är i behov av renovering. Kommunen utför även förnyelsearbeten i samordning mellan andra arbeten i gaturummet.

- **Hur stor andel av distributionsnätet förnyas årligen?**

Uppskattningsvis så förnyas distributionsnätet med cirka 1 % varje år.

- **Har kommunen något bestämt mål av årlig förnysetakt?**

Nej

- **Hur hög är medianåldern på ledningsnätet?**

Ledningsnätet har en medianålder mellan 30 och 35 år.

- **Vad styr materialvalet vid ledningsförnyelse? Finns det någon bestämd strategi för valet av material?**

Ledningsmaterial som används i dricksvattennätet väljs ofta med hänsyn till pris, bestämmelser och i en del fall samma material som tidigare. Valet av rörmaterial sker ofta med tanke på arbetsmiljö och en framtida planering

- **Vad kommer kommunen att prioritera i framtiden gällande dricksvattennätet?**

I framtiden kommer arbetet bestå av att öka antalet läcksökningar samtidigt som det finns förhoppningar om att kunna öka förnysetakten något.

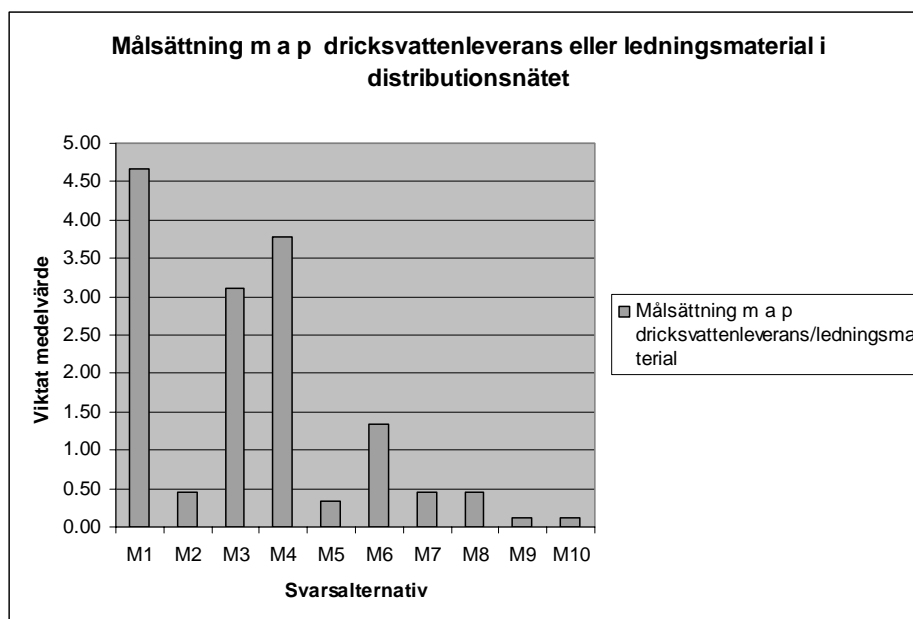
4.2 Målsättning och strategier för de medverkande kommunerna

Diagrammen nedan är en sammanfattning av de mål och strategierna som de tillfrågade kommunerna tillämpar. De svarsalternativ som finns för respektive diagram är svar som kommunerna själva har lämnat vid intervjuer. Vid ett senare kompletterande enkätutskick (Bilaga 3 Komplettering av intervjufrågor) så har denna använts för att kunna urskilja de mål och strategier som prioriteras.

Svaren visar tydligt att det är konsumenterna som är i fokus då kvalitet och leveranssäkerhet har fått de högsta poängen. Svaren har viktats baserat på hur många av kommunerna som svarat på respektive svarsalternativ.

Målsättning

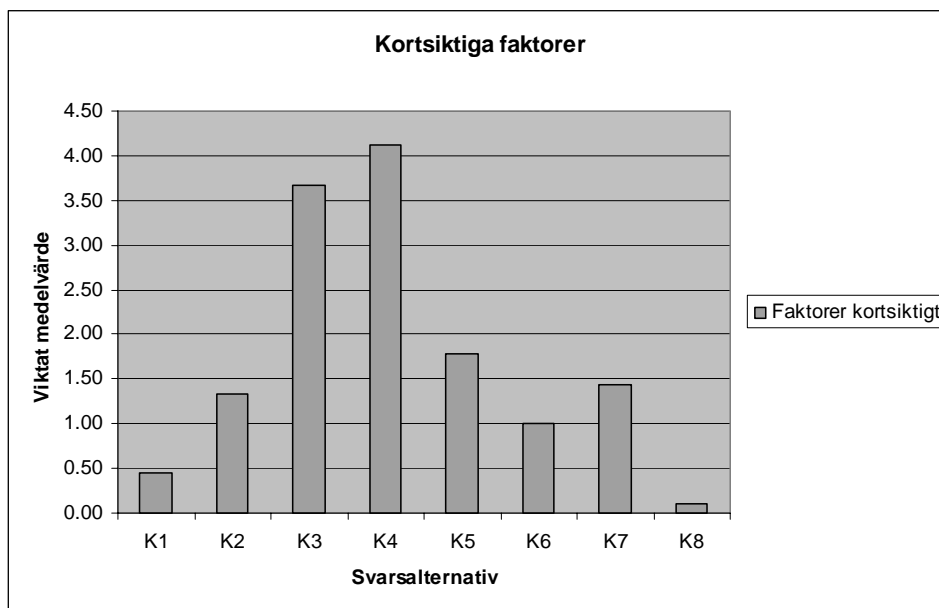
- M1 - Leverera ett dricksvatten enligt de krav som SLV bestämmer
- M2 - Leverera ett dricksvatten med högre krav som kommunens egen VA-verksamhet själv bestämmer
- M3 - Minimera antalet klagomål från kunder med avseende på kvalitet
- M4 - Hög leveranssäkerhet till kunder
- M5 - God hydraulisk kondition av dricksvattennätet
- M6 - God hydraulisk funktion i dricksvattennätet
- M7 - Ökad förnyelsetakt av dricksvattennätet
- M8 - Minimera total kostnad för ledningsmaterialet och anläggningskostnad
- M9 - Bättre kvalitet på rörmaterial
- M10 - Enhetligt rörmaterial i distributionsnätet



Figur 11. Målsättning

Kortsiktiga strategier

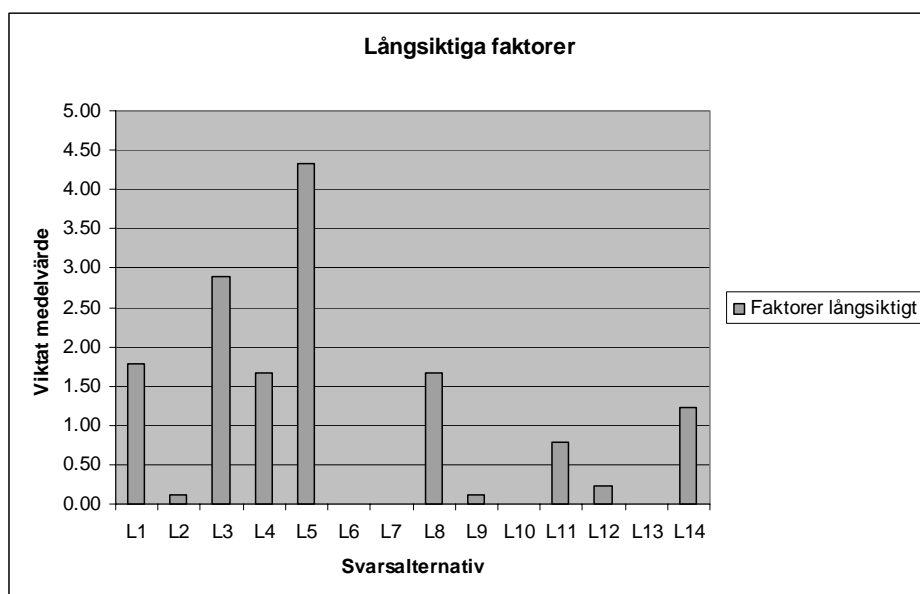
- K1 - Ålder på ledningssträckor
- K2 - Samordning mellan andra aktuella arbeten vilka påverkar tidpunkt för förnyelse
- K3 - Observationer av ökad rörbrottsfrekvens
- K4 - Driftstörningar och felanmälan
- K5 - Säkerställa Hydraulisk kondition och funktion i hela nätet
- K6 - Utbyte av rörmaterial – ex PVC, asbest eller galvaniserat stål
- K7 - Säkerställa hydraulisk kondition och funktion i huvudledningar och konsekvensledningar
- K8 - Övrigt – egen kommentar(Gbg störning på grund av själva läckan)



Figur 12. Kortsiktiga faktorer för strategier m ap förnyelsearbete

Långsiktiga strategier

- L1 - Samordning med andra långsiktiga arbeten, asfaltsprogram mm
- L2 - Kontinuerlig uppdatering av GIS – databas med statistik och attribut
- L3 - Kartläggning och utvärdering av förnyelsebehov
- L4 - Lyssna av den egna personalen som jobbar ute i fält
- L5 - Uppföljning av driftstörningar och felanmälan - Driftövervakning
- L6 - Läcksökning regelbundet
- L7 - Lobbyverksamhet mot politiker för långsiktiga förnyelsebeslut
- L8 - Riktade insatser mot konsekvensledningar, gamla ledningar eller specifika material
- L9 - Datorsimuleringar
- L10 - Samarbete med andra kommuner
- L11 - Lista över prioriterade objekt
- L12 - Ekonomiska modeller – renovering eller förnyelse?
- L13 - Projekteringsanvisningar m a p material och arbetsmetoder vid förnyelse
- L14 – Riskanalyser



Figur 13. Långsiktiga faktorer m ap på förnyelsearbete

4.3 Sammanställning av statistik och allmän information

Uppgifter som redovisas i tabell nedan är dels uppgifter som kommunerna själva lämnat men också uppgifter hämtat från VASS. Uppgifterna är dels tänkta att visa grundläggande fakta över respektive kommuns distributionsnät samt nyckeltal vilka kan kopplas till deras förnyelsearbete av distributionsnätet.

Tabell 5. Sammanställning av statistik och nyckeltal

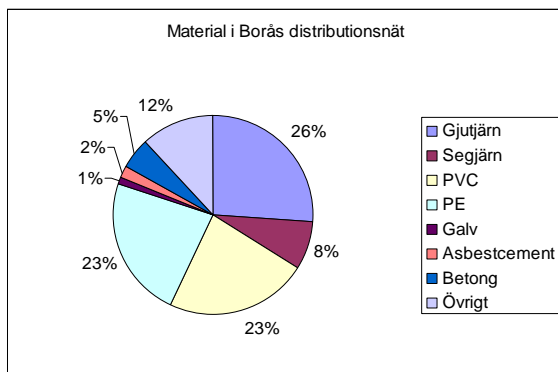
	Göteborg		Stockholm		Örebro		Helsingborg		Malmö		Mark		Borås		Ronneby		Linköping		
	JA	NEJ	JA	NEJ	JA	NEJ	JA	NEJ	JA	NEJ	JA	NEJ	JA	NEJ	JA	NEJ	JA	NEJ	
Förnyelseplan																			
Distributionsnät [km]	1711		2171		638		674		876		302		622		323		711		
Meter ledning per ansluten medelvärde	3,71		2,54		6,09		5,93		3,32		13,0		7,0		13,14		5,9		
Medianålder	40 år		50 år		45 år		43 år		43 år		45 år		50 år		33 år		30 år		
Förnyelsetakt 2005	0,4 %		0,86 %		0,4 %		0,8 %		0,64 %		0,33 %		0,7 %		1,0 %		0,5 %		
Förnyelsetakt medelvärde 10-15 år	0,5 %		0,79 %		0,4 %		0,8 %		0,37 %		0,33 %		0,45 %		0,12 %		0,24 %		
Regelbunden läcksökning	JA		JA intervall 4-5 år		JA 1 ggr/år		NEJ		NEJ		NEJ		NEJ		NEJ		NEJ		
Omätt vatten [Mm ³] 2005	10,6		16,3		2,9		1,1		1,7		1,7		2,4		Uppgift saknas		1,27		
Omätt [m ³ per km och dygn] medelvärde	18,6		20,1		18,6		6,36		7,17		6,61		6,31		3,9		3,67		
Rörbrott per år medelvärde	407		307*		88		56*		134		47		64		38		56*		
Rörbrott [per 10 km] ledning medelvärde	2,34		1,48*		1,44		0,8*		1,55		1,62		1,05		1,19		0,78*		
Antal klagomål – Kvalité [per år och 1000 inv]	0,29		0,17		0,09		0,08		Uppgift saknas		1,27		1,29		0,21		0,02		
Avbrottsid [min/brukare och år]	10,76		2,49		5,68		5,91		5,99		11,09		3,89		9,61		3,56		

*Huvudledning

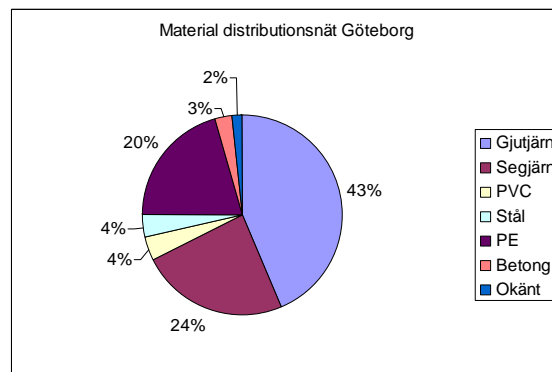
4.4 Rörmaterial och rörbrottsfrekvens

Rörmaterial i distributionsnät

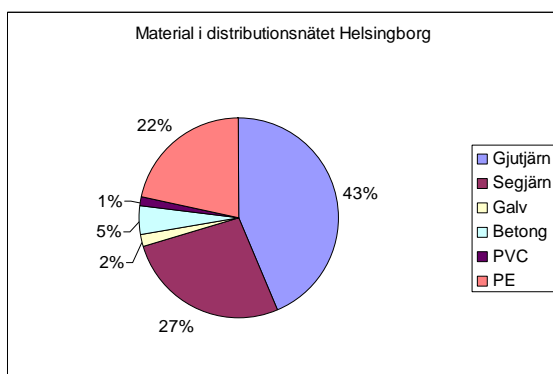
Diagrammen visar hur fördelningen av rörmaterial i distributionsnätet ser ut i de intervjuade kommunerna. Vanligaste rörmaterial i de intervjuade kommunerna är Gjutjärn och Segjärn men i de kommuner som har expanderat kraftigt under senare delen av 1900-talet kan det urskiljas att PVC är relativt vanligt.



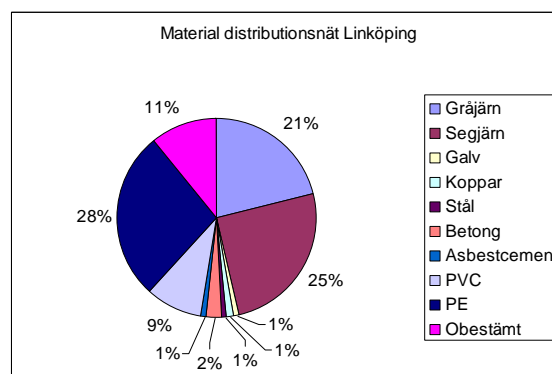
Figur 14. Rörmaterial Borås



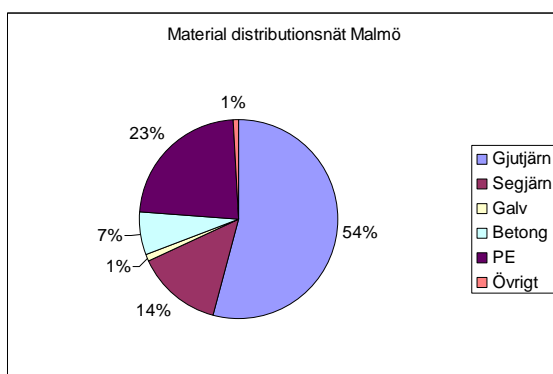
Figur 15. Rörmaterial Göteborg



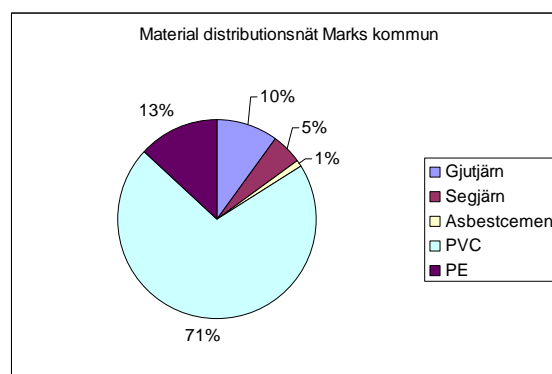
Figur 16. Rörmaterial Helsingborg



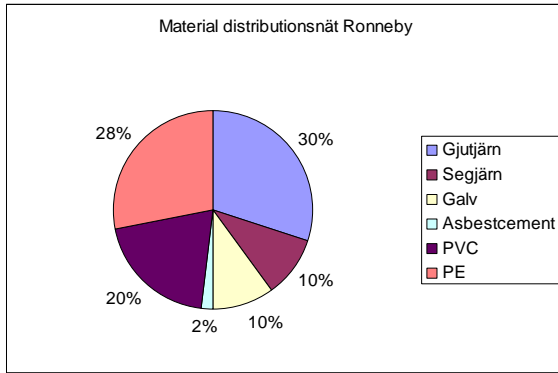
Figur 17. Rörmaterial Linköping



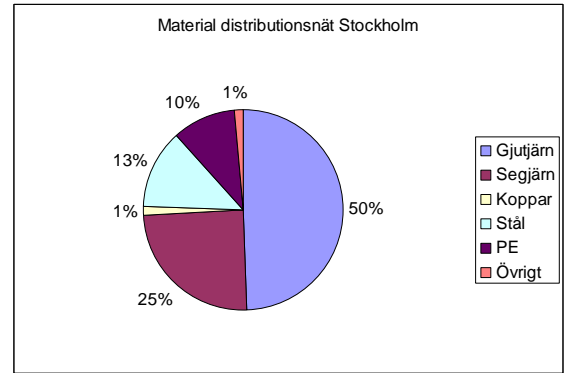
Figur 18. Rörmaterial Malmö



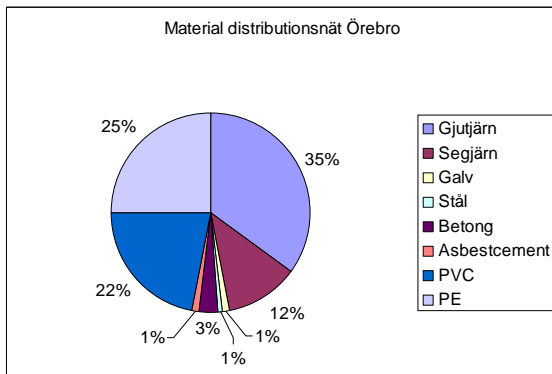
Figur 19. Rörmaterial Marks kommun



Figur 20. Rörmaterial Ronneby



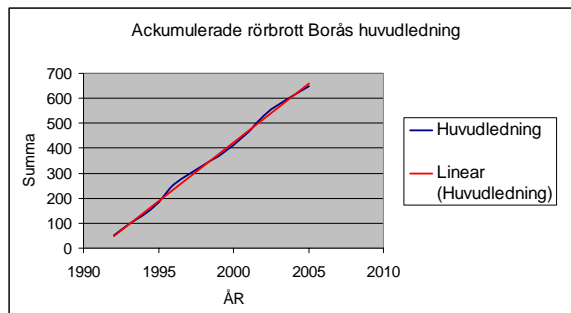
Figur 21. Rörmaterial Stockholm



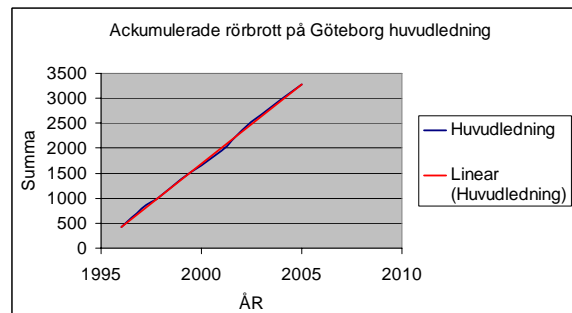
Figur 22. Rörmaterial Örebro

Akkumulerad rörbrottsfrekvens för respektive kommun

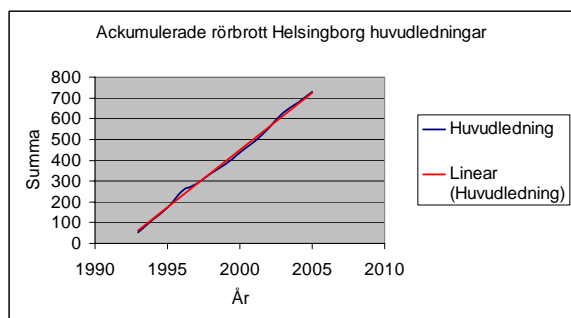
Diagrammen visar hur rörbrottsfrekvensen ser ut i de intervjuade kommunerna. Sammanfattningsvis så visar inte statistik över den senaste 10-års period att någon av de ingående kommunerna skulle ha något större problem i dagsläget med en kraftigt ökad rörbrottsfrekvens. Detta ger en indikation om att kommunerna bedriver ett framgångsrikt förnyelsearbete av distributionsnätet för dricksvatten.



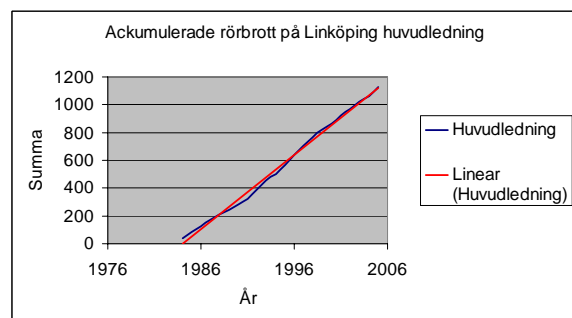
Figur 23. Borås



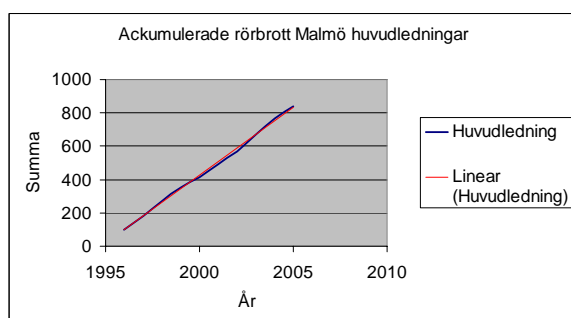
Figur 24. Göteborg



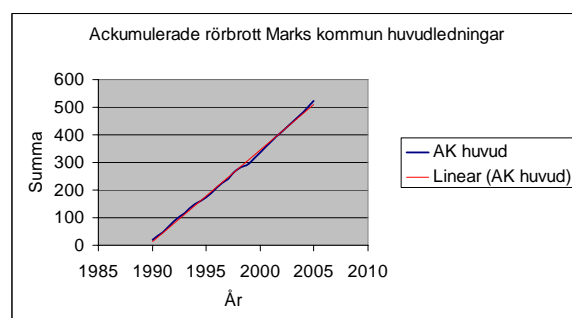
Figur 25. Helsingborg



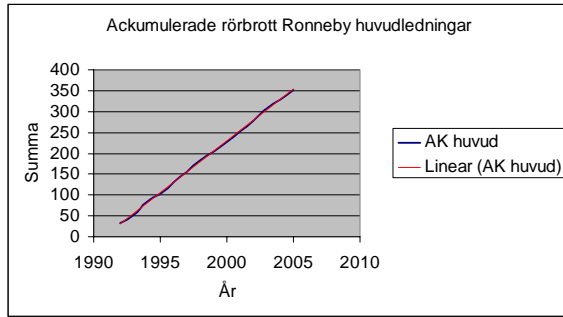
Figur 26. Linköping



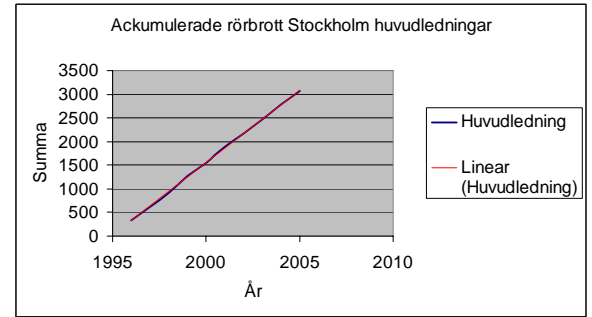
Figur 27. Malmö



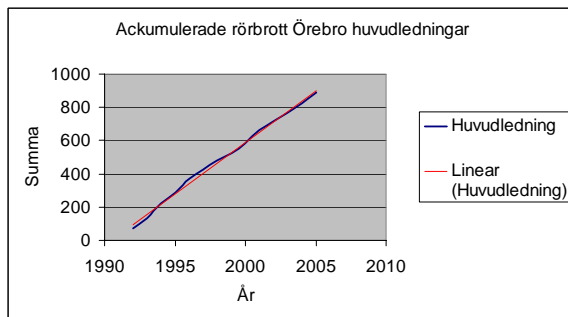
Figur 28. Marks kommun



Figur 29. Ronneby



Figur 30. Stockholm



Figur 31. Örebro

4.5 Materialpolicy och arbetsmetoder i studerade kommuner

Tabell 6. Material och arbetsmetod vid förnyelse

Kommun	Material	Arbetsmetod vid förnyelse
Göteborg	I första hand så väljs PE och därefter segjärn. Vid renoveringar är det i dag uteslutande PE som används	Vanligt med schaktfria metoder
Stockholm	Projekteringsanvisningar med tydlig information om vilka ledningsmaterial som skall användas vid ledningsförnyelse	Förnyelse av vattenledningsnätet sker idag oftast med öppna rörgravar
Örebro	Material i ledningsnätet bestäms av den materialförteckning som finns. Förteckningen har sammanställts av en materialgrupp och är framtagen i samarbete mellan flera kommuner i Sverige	Ungefär 25 % av alla ledningsarbeten utförs med schaktfria metoder
Helsingborg	Kompromiss mellan pris, föreskrifter och bestämmelser, kvalitet och planering för framtiden som utgör underlag för beslut. Den viktigaste faktorn är dock kvalitetsaspekten	Vanligast med traditionellt grävande
Malmö	Valet av ledningsmaterial utgår från den materialpolicy som materialgruppen på VA-verket tagit fram. Nylagda vattenledningar består till 90 % av rör tillverkade av PE och 10 % tillverkade av betong	Schaktfria metoder är den klart vanligaste metoden
Mark	Valet av ledningsmaterial beror oftast på priset och kvalitén, plaströr är att föredra då dessa anses vara lättare att arbeta med	Traditionellt grävande
Borås	Materialval till vattenledningar görs enbart från en materialförteckning som innehåller de material som är tillåtna att användas i vattenledningsnätet. Framtagen i samverkan mellan andra kommuner	70 % öppna rörgravar
Ronneby	Ledningsmaterial som används i dricksvattennätet väljs ofta med hänsyn till pris, bestämmelser och i en del fall samma material som tidigare ofta med tanke på arbetsmiljö och en framtida planering	Traditionellt grävande
Linköping	Valet av rörmaterial bestäms av tidigare erfarenheter. PE bedöms vara mest lämpligt att använda utifrån hållbarhet, leveranssäkerhet och arbetsmiljö	Schaktfria metoder är att föredra då detta är möjligt eftersom anläggningskostnader då blir avsevärt lägre

5 Diskussion och slutsats

I detta avslutande diskussionskapitel behandlas först kommunernas förnyelsearbeten, strategier och slutligen deras prioritering för det kommunala distributionsnätet.

5.1 Sammanfattning av kommunernas förnyelsearbete

Strategierna som idag används för förnyelse av distributionsnätet i svenska kommuner kan sammanfattas i följande:

Dokumentation

Oavsett vilken strategi som används så har det i denna studie tydligt visat sig att det krävs det en mycket god dokumentation av det egna distributionsnätet för att förnyelsearbetet skall vara effektivt. Dokumentationen bör innehålla uppgifter över tekniska faktorer såväl som information från den egna driftpersonalen. Driftpersonalen har ofta lång erfarenhet och goda kunskaper om hur driften av det lokala systemet skall utföras och denna information bör tillvaratas och dokumenteras.

Samordning

Förnyelsearbeten genom samordning mellan andra arbeten är förmodligen den strategi som kräver bäst dokumentation av ett distributionsnät. En dokumentation där anläggningsår, rörbrottsfrekvens eller rörmaterial kan vara helt avgörande för ett beslut om förnyelse. Dessa uppgifter ger information om så väl ålder som standard för enskilda ledningssträckor. Det bör alltid ske en analys om förnyelse av vattenledningsnätet är ett bra ekonomiskt alternativ vid aktuell tidpunkt. En utvärdering av tillgänglig dokumentation kan vara helt avgörande i de fall då ledningssträckor inte visat några tecken på rörbrott eller läckage. Ledningssträckor kan i en del fall ändå vara aktuella för förnyelse i samband med att andra arbeten utförs som exempelvis omläggning av aktuell gata. Förutsättningen är att ledningen befaras ta skada av det planerade arbetet, eller av någon annan anledning kan antas ha en begränsad återstående livslängd. En tidigarelagd förnyelse kan då vara ekonomiskt motiverat då ett senare ingrepp skulle bli avsevärt dyrare på grund av de återställningskostnader som detta arbete skulle medföra.

Åtgärder

Det råder idag en viss skillnad mellan de ingående kommunerna om huruvida olika åtgärder eller förbättringar är att definiera som förnyelse eller som förstärkning av det befintliga ledningsnätet. Exempel på sådana åtgärder är dubblering av ledningssträckor som huvud- och konsekvensledning där syftet antingen är att förbättra kapaciteten eller att återskapa den ursprungliga konditionen för en ledningssträcka. Förmodligen så kan detta vara en uppdelning som är kopplad till hur den ekonomiska redovisningen utförs för olika delar av VA-verksamheten inom respektive kommun.

Ledningsmaterial

När det gäller utvärdering av de material som används i distributionsnätet så visar kapitel 4.4 att de vanligaste rörmaterialen i det befintliga distributionsnätet i de studerade kommunerna är gjutjärn och segjärn. Den kommun som avviker i denna studie är Marks kommun där andelen PVC-rör är anmärkningsvärt stor på grund av en senare anläggningsperiod då PVC var populärt i Sverige i förhållande till övriga kommuner. Gemensamt för alla kommuner är att de är mycket positiva till att i framtiden använda ledningsrör som är tillverkade av PE. När det gäller materialval för ledningar i distributionsnätet är det främst en hög kvalitet på rörmaterial som valet grundar sig på. En hög kvalitet på rörmaterial betyder en högre livslängd och

samtidigt bättre förutsättningar för både hög leveranssäkerhet som bra kvalitet på vattnet, se Tabell 6 kapitel 4.5 Materialpolicy och arbetsmetoder i studerade kommuner. Statistik över rörbrottsfrekvens under samma kapitel visar att underlaget är för litet och att det sannolikt skulle behövas en längre tidserie för att kunna urskilja eventuella trendbrott. Trendbrott som både kan vara negativa där en uppenbar ökning av antal rörbrott kan påvisas eller positiva resultat som visar att utfört förnyelsearbete har resulterat i färre antal rörbrott. De uppgifter som användes i detta arbete sträcker sig i de flesta fall endast mellan 1995 och 2006. Uppgifter längre tillbaka i tiden över antal rörbrott på såväl ledningstyp som ledningsmaterial skulle kanske kunna visa om förnyelsearbetet och materialval varit lyckat i någon kommun samt även kunna jämföras med andra kommuner.

5.2 Kommunernas strategier för förnyelsearbete

Benchmarking

Benchmarking som arbetsmetod verkar vara en bra början till att effektivisera en VA-verksamhet där samarbetet mellan kommuner och utbyte av gamla och nya erfarenheter kan jämföras. Metoden kan peka på de brister som finns inom den egna organisationen men samtidigt lyfta fram de positiva sakerna som utförs. Även med avseende på förnyelsearbete så är Benchmarking förmodligen en mycket bra arbetsmetod. Metoden kräver en redovisning av verksamheten uttryckt som funktionella enheter i form av nyckeltal. Nyckeltalen visar effektiviteten inom olika delar av VA-verksamheten. En inventering av verksamheten vid sammanställandet av dessa nyckeltal verkar stimulera till att införa nya eller bättre rutiner för att dokumentera exempelvis det befintliga distributionsnätet. Styrkan med en redovisning av nyckeltal för förnyelsearbete är förmodligen den indelning av nyckeltal där de som är relaterade till tekniska och kvalitets faktorer direkt kan vara kopplade till nödvändigt förnyelsearbete. Dessa faktorer är utmärkande för att ge indikationer på var och i vilken omfattning ett förnyelsearbete bör ske.

Medianålder

Stockholm Vattens teori om att medianåldern för ett distributionsnät kan vara ett sätt att uppskatta förnyelsebehovet och verkar lovande. För att en sådan strategi skall fungera krävs kunskap som baseras på tidigare erfarenhet om rörmaterial och anläggningsarbete men också tillgången till en god dokumentation av distributionsnätet. Dokumentation bör därför innefatta attribut som anläggningsår, antal rörbrott och rörmaterial etc. Denna information är nödvändig för att kunna ge en samlad bild och uppskattning av såväl en verklig som en uppskattad medianålder för distributionsnätet.

Risikanalyser

För att kunna utföra riskanalyser krävs att arbetet är väl strukturerat eftersom ett flertal faktorer skall vägas mot varandra. Med de olika analysmetoder som idag finns tillgängliga för att utföra riskanalyser bör en metod väljas utifrån det dataunderlag som finns tillgängligt i kommunerna. Resultatet från en riskanalys baseras på den indatakvalitet som finns i kommunerna och därför kan detta resultat förmodligen variera utifrån hur exakta uppgifterna är eller kunskap om betydelsen för hur mycket vissa parametrar påverkar. Parametrar som kan variera stort är exempelvis jordförhållande, materialegenskaper, yttre laster eller kvalitén på anläggningsutförande. Riskanalyser kräver därför både goda kunskaper och god erfarenhet om distributionsnätets utformning samt av den omkringliggande miljön.

Samordning mellan arbeten

Förnyelsearbeten av distributionsnäten för dricksvatten som sker i samordning mellan andra kommunala verksamheter verkar utifrån information från dessa nio kommuner vara ett mycket vanligt arbetssätt i Sverige. Speciellt i de större kommunerna är detta ofta ett medvetet val då det gäller för dem att minimera antal tillfällen för trafikstörningar som dessa arbeten innebär. En strategi som främst grundar sig på samordning kräver ett väldokumenterat ledningsnät för att vara ett ekonomiskt försvarbart alternativ. I grunden så är samordning en bra strategi men samtidigt bör alternativet vägas mot att eventuellt använda sig av schaktfria metoder vid ett senare tillfälle när rörbrott med läckage verkligen har konstaterats.

Läcksökning

Regelbunden läcksökning ses i en del kommuner med goda vattenresurser som en onödig verksamhet, detta på grund av att det är relativt billigt att producera dricksvatten. Invändning mot detta är dock att utförande av en regelbunden läcksökning ger kontinuerlig information och uppdatering av distributionsnätet. Att kunna visa var rörbrott uppstår kan utöver ålder på ledningssträckor även visa på brister i anläggningsteknik eller val av rörmaterial som tidigare gjorts. Regelbunden läcksökning med förnyelse av de ledningssträckor där det konstaterats rörbrott bör ses som sätt att vårda och hålla ledningsnätet så intakt som möjligt. Målet är att hålla en hög standard och att förvalta distributionsnätet för framtiden bör anses som ett självklart mål att sträva efter. Det kan givetvis vara så att vissa geotekniska förhållanden kan vara gynnsamma ur korrosionssynpunkt och inte alls skulle motivera en regelbunden läcksökning men detta kräver en god dokumentation av distributionsnätet som stöder detta.

5.3 Prioritering av kommunernas målsättning och strategier

Målsättning och strategier som presenteras i kapitel 4.2 Målsättning och strategier för de medverkande kommunerna visar ganska klart på vad kommunerna prioriterar. Sammanställningen baseras på den enkät som kommunerna fick tillskickade och svaren visar att kunderna är i fokus. Hög kvalitet och hög leveranssäkerhet är högst prioriterat vilket visar på att de mål som kommunerna satt upp stämmer väl överens med det arbete som respektive kommuns VA-verksamhet utför. Arbetet innebär ett åtagande att alltid leverera ett dricksvatten som håller en hög standard. Detta är något som kunder, oavsett kommun självklart förväntar sig.

5.4 Förslag på framtida arbeten

Under arbetet med denna studie av nio kommuners strategier för förnyelse av distributionsnät har det vuxit fram funderingar om hur övriga kommuner i Sverige arbetar med förnyelse av ledningsnät. De studerade kommunerna tillämpar antingen ett omfattande förnyelsearbete eller mer riktade insatser som båda stöder sig på en väl utförd dokumentation av det egna distributionsnätet, men är detta en representativ bild av hur förnyelsearbete utförs i övriga Sverige? Förslagen nedan på fortsatta arbeten kan både kopplas till strategier för förnyelse och kundernas krav på den kommunala VA-verksamheten.

Geografiska informationssystem

Geografiska informationssystem GIS används idag av många kommuner för att dokumentera den egna VA-verksamheten. Det skulle vara intressant att sammanställa hur de använder sig av en sådan programvara och vilka skillnader som råder mellan kommunerna. I vilken utsträckning används GIS för dokumentation av

distributionsnätet och hur används information för planering av förnyelsearbeten i olika kommuner.

Utökad undersökning

Detta examensarbete har inriktat sig på att dokumentera förnyelsestrategier i nio olika kommuner men det skulle vara intressant att se en undersökning av kanske alla kommuner i Sverige där kommunerna kanske kan svara på en sammanställd enkät. Utifrån detta kan man göra en jämförelse och se om det finns likheter exempelvis utifrån storlek, antal invånare eller geografiska förhållanden etc.

Uppföljning av korrosionskontroll

Uppföljning av införda korrosionskontrollprogram vid svenska vattenverk är också ett intressant område att studera vidare. Det har vid ett flertal svenska vattenverk införts korrosionskontroll av de tekniska parametrarna i vattnet. Syftet var att minska korrosionen på distributionsnätet och samtidigt förbättra vattenkvalitet och därmed minska antalet klagomål från konsumenterna. Har antalet klagomål på vattenkvalitet minskat samtidigt som korrosion och rörbrott minskat i dessa kommuner?

Kartläggning av konsumenters perspektiv

Kartläggning av konsumenters perspektiv på dricksvatten är en ständigt aktuell frågeställning. Är de beredda på att betala en högre VA-taxa i framtiden om kommunen kan garantera ett bra dricksvatten och en hög leveranssäkerhet? Arbetet skulle kunna visa om till exempel långsiktiga beslut om kommunala VA-verksamheter är något som allmänheten är beredda att betala för.

Risikanalyser

Genomförande av en riskanalys för distributionsnätet i en eller flera kommuner, skulle vara värdefullt. Kommuner som har olika markförhållanden, ålder och utformning på distributionsnätet eller infrastruktur. Riskanalyser kan utvärderas för att se om de nuvarande strategierna i studerade kommuner för förnyelse av distributionsnätet kan kopplas till resultatet.

6 Referenser

6.1 Böcker

- Bäckström och Gustavsson, (2005), Underhållsplanering av vattenledningsnät – ett samhällsekonomiskt perspektiv, Examensarbete 2005:114, Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola, Göteborg
- Eklundh, Lars (Red), (2003), Geografisk informationsbehandling – metoder och tillämpningar, *tredje upplagan 2003*, ISBN 91-540-5904-6
- Mattsson, Johanna, (2005), Analys av VASS driftstatistik, Examensarbete 2005:54, Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola, Göteborg
- P. Stahre, J. Adamsson och Ö. Eriksson, (2000), Nyckeltal inom VA – en introduktion, *VA-FORSK RAPPORT 2000-08*, ISSN 1102-5638
- VAV AB, (2001) *Publikation VAV P83*, 2001-03, Stockholm ISSN 0347-1799

6.2 Artiklar

- A. Elfström Broo, B. Berghult och T. Hedberg, (2000), Pipe material selection in drinking water systems – a conference summary, *Water Science Technology: Water Supply*, Vol 1, 3, 117-125, ISSN 1606-9749
- Alm, Rolf, (2006), Glöm grävskopa och transporter!, *VVS Forum -teknik och installation*, april 2006, 54-58, ISSN 0346-4644
- Indahl, Stefan, (2000), Upp till debatt om ledningsnäten, *VAV-nytt*, nr 4, 53, ISSN 0347-1438
- Indahl, Stefan, Aarsleff, Per, (1998), ”Schaktfritt” företag nominerat till Årets underhållsföretag, *VAV-nytt*, nr 4, 67, ISSN 0347-1438
- Styrud, Sven, (1998), Styrd borring snart lika vanlig som schaktning, *VAV-nytt*, nr 4, 62-63, ISSN 0347-1438
- Melin, Månsson, (1998), Ny No Dig-metod för tryckledningar, *VAV-nytt*, nr 4, 64, ISSN 0347-1438
- Kihlberg, Kjell, (2000), Kundernas krav avgör insatserna, *VAV-nytt*, nr 5, 34-35, ISSN 0347-1438
- Ljunggren, Olle, (1991), Ledningsmaterial i vattenledningsnätet – En översikt, Svenska korrosionsinstitutet 20 – 21 mars, *Korrosion på vattenledningar i mark*, Stockholm
- Olofsson, Agneta, (2005), Ledningsnät, *Svenskt Vatten*, nr 3, 26-27, ISSN 1651-0674
- Røstum, Jon, (2000), Ledningsnätet i kristallkulan, *VAV-nytt*, nr 4, 56-57, ISSN 0347-1438
- L. Tuhovcák, T. Kucera, J. Rucka, M. Svoboda och Z. Sviták, (2006), Technical audit of the water distribution network, *Water Science Technology: Water Supply*, Vol 6, 5, 129-138, ISSN 1606-9749

6.3 Övrig Information

Aarsleff, www.peraarsleff.se 2007-03-19
Berglund, Lennart, (2005), Bollnäs 2005-10-04, www.svensktvatten.se
Bohn, Peter, (2002), Fornyelser af vandledninger, *SSTT Marts*, nr 2, 16-18, www.sstt.dk 2006-09-20
Engström, Lars, (2007) Bilder från presentation vid dricksvattenseminarium 2007-01-18
www.eniro.se 2007-03-08
Göteborg Vatten, www.vaverket.goteborg.se, 2007-02-10
Ohlsson, Eber, www.eber.se 2007-03-08
Relevant, Information om schaktfria metoder, www.relevant.se, 2007-03-15
Svenskt Vatten, (2005), Fakta om Vatten och Avlopp i Sverige, www.svensktvatten.se, 2006-09-12
TILDE – projektet, www.waterportal.com/projectssummary/about.php, 2007-03-15

6.4 Intervjuer

Lennart Berglund, Stockholms Vatten, 2006-10-25
Mats Johansson och Sigvard Pettersson, Tekniska Verken Linköping, 2006-10-23
Olle Ljunggren, Göteborgs VA-verk, Göteborg 2006-10-05
Gunnar Mellström, Marks kommun, 2006-10-06
Hans Nilsson, Ronneby, 2006-10-31
Kent Strömberg, Örebro, 2006-10-26
Peter Stahre och Leif Malmström, Malmö, 2006-10-27
Ulla-Britt Thorén, Helsingborg, 2006-10-19
Raiwo Toom, Borås kommun, 2006-10-24

Bilaga 1 Intervjufrågor

- **Har kommunen någon renoverings- och förnyelseplan för distributionsnätet?**
- **Bedriver kommunen någon regelbunden läcksökning?**
- **Hur är denna renoverings- och förnyelseplanen strukturerad och var sker insatserna?**
- **Om ingen bestämd plan finns så utförs förnyelsearbeten enligt följande kriterier?**
- **Hur stor andel av distributionsnätet förnyas årligen?**
- **Har kommunen något bestämt mål av årlig förnyelsetakt?**
- **Hur har förnyelsetakten sett ut under de senaste 10 åren?**
- **Hur hög är medianåldern på ledningsnätet?**
- **Vad styr materialvalet vid ledningsförnyelse? Finns det någon bestämd strategi för valet av material**
- **Antal rörbrott per år?**
- **Hur stort är läckaget av dricksvatten varje år?**
- **Hur stort är distributionssystemet i kommunen?**
- **Antal invånare i kommunen?**
- **Vad kommer kommunen att prioritera i framtiden gällande dricksvattennätet?**

Bilaga 2 Svar från tillfrågade kommuner

Göteborg stad

Göteborgs kommun har idag en väl utarbetad renoverings- och förnyelseplan för distributionsnätet. Enligt denna sker insatser framför allt i områden med hög rörbrottsfrekvens. I de fall som ledningar byts ut på grund utav hög ålder så sker detta i samordnade arbeten, t.ex. då gator skall beläggas med ny asfalt eller grävas upp på grund av för renovering av avloppsledningar, fjärrvärme eller elkablar. Huvudledningar och konsekvensledningar prioriteras för att en hög leveranssäkerhet skall kunna upprätthållas. Dessa ledningar finns med i en beredskapsplan och i de fall där misstanke om att fel förekommer så utförs ibland en dubblering av ledningssträckan. Dubblering av en ledningssträcka innebär att det läggs en ny ledning vid sidan om den gamla som en extra försäkring. Rörbrott som leder till avbrott i leveranser för många brukare är något som är högt prioriterat och det bedrivs kontinuerligt ett omfattande arbete för att förhindra att detta inträffar. Kriteriet för att förnya ledningsnätet är om konsumenterna i ett avstängningsområde drabbas av avbrott oftare än 1 gång under 10 år så skall en utförlig rörbrottsutredning, ofta kompletterad med läcksökning utföras och dåliga ledningar skall lokaliseras och bytas ut inom en snar framtid. Inträffar avbrott oftare än 1 gång under 3 år så prioriteras i så fall detta avstängningsområde och förnyelseinsatser utförs betydligt snabbare än i det förgående fallet. I de fall där det inte finns någon bestämd förnyelseplanering så anser Göteborgs VA-verk att en ökad rörbrottsfrekvens i ett distributionsområde och samordnade arbeten med andra förvaltningar i kommunen är de viktigaste kriterierna för att motivera omfattande ledningsförnyelser. Klagomål från konsumenterna är inget stort problem i Göteborg. Orsaken till klagomål är främst kvalitetsproblem vilket i de flesta fall snarare har orsakats av dåliga ledningar i fastigheten än på grund av kommunens ledningar. Det är svårt att utföra inspektioner av distributionsnätet så därför är det främst rörbrottsutvecklingen och resultat från läcksökningar som motiverar ledningsbyten.

Göteborg har i dagsläget en teoretisk förnysetakt som är cirka 0,4 % årligen. Det finns idag inget bestämt mål för förnysetaktens storlek men VA-verket anser dock att takten bör ökas för att klara framtidens behov. Medianåldern på de befintliga ledningarna i ledningsnätet är i nuläget 40 år.

Göteborgs kommun utför de flesta renoverings- och förnyelsearbeten i egen regi och framför allt arbeten som innefattar rörspräckning. De arbeten som läggs ut på entreprenad är främst nyanläggningar. Kommunen har en policy gällande materialval vid förnyelse. I första hand så väljs PE och därefter segjärn och i ledningar med dimensioner större än 600 mm så väljs stål. Främsta motiveringen till att ett material väljs är att materialet skall ha en lång livslängd och vara ett bra material att arbeta med och därmed skapa en bra arbetsmiljö för de personer som utför anläggningsarbetet, vilket i sin tur ger förutsättningar för ett väl utfört arbete. Vid renoveringar är det i dag uteslutande PE som används, och de ledningar som byts ut är oftast äldre gjutjärnsledningar.

VA-verket kommer i framtiden att prioritera arbetet med läcksökningar och anser att förnysetakten behöver öka med 2 % årligen för att bibehålla dagens nivå på leveranssäkerhet, vilket innebär att om cirka 50 år så bör förnysetakten vara någonstans mellan 2,5 till 3 gånger större än dagens situation. När det gäller materialval så går utvecklingen framåt och det kommer allt bättre rörmaterial som kan användas i VA-systemen. Nya material har ofta egenskaperna att de har en högre

säkerhetsklass vilket innebär att godstjocklekar skulle kunna reduceras avsevärt med en bibehållen styrka. Göteborgs VA-verk är i dessa fall positiva till de nya materialen med dessa egenskaper men framhåller att rören skall tillverkas med samma godstjocklek som tidigare vilket förhoppningsvis medför betydligt längre livslängder för dessa nya rörledningar jämfört med de befintliga rören.

Marks kommun

Marks kommun ligger i södra delen av Västergötland och är en del av Västra Götalands län. Kommunen bildades 1971 genom en sammanslagning av Kinna och Skene samt landskommunerna Örby, Fritsla, Svansjö, Sätilla, Horred och Västra Mark. Som kommunnamn togs det gamla häradsnamnet Mark ett av de sju häraderna i Sjuhäradsbygden. Marks kommun är en mindre kommun med relativt begränsade resurser. Deras arbete inom ledningsförnyelse av dricksvattennätet syftar i dagsläget till att hålla det befintliga distributionsnätet funktionsdugligt. Anledningen till detta antas vara att kommunen till skillnad mot andra större kommuner har ett relativt ungt VA-system eftersom en stor expansion skedde i kommunen under 1970-talet. Kommunen har i dagsläget ingen utarbetad plan för renovering och förnyelse av dricksvattennätet det pågår dock ett arbete med att ta fram en sådan. De insatser som utförs för att kontrollera den hydrauliska konditionen på ledningsnätet är driftövervakning. Övervakningen av vattenförbrukningen från vattenreservoarer sker under nattetid i de distributionsområden där det finns misstankar om en onormal förbrukning. När ett område påvisat ett större läckage påbörjas läcksökning med hjälp av avlyssningsutrustning för att närmare kunna lokalisera de ledningssträckor som är behov av underhåll.

Det förnyelsearbete som utförs i kommunen riktar sig främst mot ledningssträckor med ledningar som blivit lagda under 1960-talet. Vid den här perioden utfördes anläggningsarbeten med rör av betydligt sämre material än dagens exempelvis rör av PVC och utförandet vid anläggningen var i många fall bristfälligt. Det rådde vid den här tidpunkten brist på rörläggare och med de nya plaströren som kommit på marknaden följde en allmän uppfattning inom anläggningsbranschen att *"vem som helst kunde lägga plaströr!"* Detta tillsammans med vissa brister i egenkontrollen under arbetets gång och nödvändig uppföljning efter avslutat arbete är den största enskilda orsaken i Marks kommun till att rörledningar från denna tidsperiod behöver bytas ut.

Kundernas klagomål på vattenkvalitén är av viss betydelse, orsaken till en försämrad vattenkvalité har i de flesta fall sitt ursprung i en dålig omsättning i ledningsnätet. Tidigare har också råvattnets sammansättning haft en stor betydelse, produktionen utfördes då med en blandning av yt- och grundvatten. Denna blandning visade sig ofta medföra klagomål så idag tas råvattnet endast från en grundvattentäkt med färre antal klagomål som ett resultat.

Samordning av förnyelsearbeten med andra anläggningsarbeten är inte vanligt eftersom att det i Marks kommun är relativt billigt att gräva upp vägar och gator. Kommunen har betydligt mindre lokaltrafik och det finns inga fjärrvärme- eller gasnät i marken vilket är vanligare i större och tätare befolkade kommuner som exempelvis Göteborg och Stockholm. Stora delar av distributionsnätet ligger också nedgrävt under åkermark vilket betyder att det inte behövs någon större samordning när arbeten skall utföras på dessa ledningssträckor.

Marks kommun byter ut cirka 0,33 % av ledningsnätet årligen. Denna förnyelsetakt är dock endast teoretisk eftersom förnyelsetakten har gått ned under de senaste åren och helt stannat av under de två senaste åren(2005-2006). Medianåldern på ledningsnätet är ungefär 45 år där cirka 10 % har blivit lagt före 1950 och 75 % i en period mellan 1950 och 1980.

Anläggningsarbeten utförs nästan uteslutande med traditionellt grävande och det är kommunens egen organisation som utför arbeten. Innan kommunsammanslagningen 1971 så utfördes många anläggningsarbeten av entreprenörer och undersökningar visar att i många fall är dessa ledningssträckor i bättre skick än de arbeten som utfördes av kommunens egen organisation vid den här perioden.

Valet av ledningsmaterial beror oftast på priset och kvalitén. Dessa två faktorer viktas mot varandra beroende på vilka omständigheter som råder och vilken typ av arbete som avses. Viss hänsyn tas till arbetsmiljön där plaströr är att föredra då dessa anses vara lättare att arbeta med.

I framtiden kommer Marks kommun att prioritera läckageanalyser med hjälp av datorsimulering. Arbetet syftar till att sätta in resurser där de gör mest nytta. För att säkerställa en hög leveranssäkerhet har kommunen också ett mål som innebär att när konsumenter drabbas av ett avbrott skall dessa få service inom 4 timmar. Framtida mål är även att satsa på utbildning för att bibehålla en kompetent arbetsledning och personal för att säkerställa kvaliteten inom kontroll och utförande av anläggningsarbeten. Förändringar av ledningsnätets fysiska utformning prioriteras så att vattnets omsättningstid skall reduceras i särskilt utsatta områden.

Helsingborgs stad

Helsingborgs VA-verk arbetar idag med att ta fram en saneringsplan för dricksvattennätet vilken syftar till att förbättra den hydrauliska konditionen i nätet och förbättra leveranssäkerheten. Saneringsplanen innehåller en datormodell som är uppbyggd i MIKE-NET som är ett verktyg för simulering av dricksvattennät. Simuleringar visar hur tryck och omsättningstider varierar i stadens vattenledningsnät idag och i framtiden.

Arbetet med läcksökning tillämpas enligt saneringsplanen för vattendistributionsnätet och i samband med renoveringsarbeten av dricksvatten eller avlopp. I områden med stora problem med inläckage i avloppsledningar utförs läcksökningar i dricksvattennätet tillsammans med nattliga mätningar för att kunna registrera avvikelser från den normala förbrukningen.

Om det vid arbete med renovering av avloppsledningar upptäcks att vattenledningarna är i dåligt skick eller är av galvaniserat stål eller tillverkade av asbest så byts dessa ut under pågående arbete om ledningssträckan också har drabbats av ett rörbrott. I några mindre samhällen pågår idag förnyelse av just servisleddningar som är tillverkade av galvaniserat stål. Arbetet har tidigare ofta utförts i samband med stadens årliga asfalteringsprogram och inte efter VA-verksamhetens önskemål. Tekniska förvaltningen kommer i framtiden att försöka planera och se till att samordning av gatuarbeten och gemensamma problem prioriteras.

Förnyelsearbeten utförs enligt förnyelseplanen vilken ingår i stadens saneringsplan för dricksvattennätet men staden beaktar givetvis eventuella klagomål från konsumenterna. Främst prioriteras dock att alla arbeten skall utföras tillsammans

med kommunens övriga inplanerade arbeten. Undantagen är just akuta insatser där skadans storlek och konsekvenser måste prioriteras. Vid klagomål från kunder sätts det omedelbart in resurser för att kunna påvisa vilka akuta behov som föreligger för att kunna säkerställa såväl leverans som ett bra vatten.

Helsingborg har i dagsläget en årlig förnyelsetakt som är 1 % av ledningsnätets storlek. Kommunen har inget generellt mål bestämt för storleken på förnyelsetakten. Saneringsplanen har istället en så kallad 10-topplista över de områden som skall prioriteras för förnyelse. Medianåldern för stadens vattenledningsnätet är 43 år.

I Helsingborg är det vanligast att arbeten med förnyelse utförs med traditionellt grävande och fördelningen är jämt fördelad mellan den egna organisationen och inhyrda entreprenörer. Entreprenörer utför till största delen arbeten som omfattar nyanläggning fram för allt i exploateringsområden medan den egna organisationen främst jobbar med sanering i det befintliga nätet och anslutningsarbeten.

När ett nytt ledningsmaterial skall väljas så är det en kompromiss mellan pris, föreskrifter och bestämmelser, kvalitet och planering för framtiden som utgör underlag för beslut. Den viktigaste faktorn är dock kvalitetsaspekten för ledningsmaterialet eftersom ett material av god kvalitet bidrar till en lång livslängd där materialkostnaden fördelas över en längre tid. Materialkostnaden är också förhållandevis låg i jämförelse med anläggningskostnaderna.

I framtiden kommer prioriteringar för Helsingborgs distributionsnät vara arbetsinsatser som förbättrar den hydrauliska funktionen i nätet. Ledningsnätet är idag uppbyggt med endast en tryckzon vilket innebär att konsumenterna upplever stora tryckvariationer beroende på var i staden de bor. Saneringsplanen innehåller ett alternativ att dela upp staden i två eller tre tryckzoner samt undersökning om en ytterligare reservoar kan vara nödvändig. Olika modeller prövas och simuleringar i MIKE-NET visar i vilka områden det kan tänkas bli dåligt tryck eller långa omsättningstider. Det kommer även att ske riktade insatser för att kontrollera och förhindra utläckage från brandposter och ventiler.

Linköping kommun

Linköpings VA-nät förvaltas idag av Tekniska Verken i Linköping AB som är ett kommunalt bolag med cirka 1100 personer anställda inom hela koncernen. Deras verksamhet omfattar utöver Vatten och avlopps verksamhet även bland annat energiverksamhet och bredband.

Vart tredje år så lämnar de till länsstyrelsen en uppdaterad version av den saneringsplan som tillämpas för stadens VA-nät. Saneringsplanen omfattar till största delen det kommunala spill- och dagvattennätet men även distributionsnätet för dricksvatten. Tekniska Verkens eget arbete med förnyelse av avloppsnätet områdesvis resulterar i särskilda åtgärdsplaner vilka speciellt är inriktade på dricksvattennätet. Dessa åtgärdsplaner ligger delvis till grund för de beslut som skall tas under året gällande förnyelse i distributionsnätet.

Tekniska Verken tillämpar inget aktivt arbete för att kontrollera läckor på nätet då det idag inte råder någon större differens mellan producerad och debiterad mängd vatten. Läcksökning sker först efter att den kontinuerliga driftövervakningen har påvisat en onormal vattenförbrukning i ett specifikt område. Insatser sker därefter genom att försöka lokalisera läckan inom just detta område.

Linköpings åtgärdsplan för förnyelser av vattenledningar innehåller strategier som riktar sig mot huvud- och konsekvensledningar. Leveranssäkerhet prioriteras högt och det har utförts omfattande ledningsarbeten som skall garantera detta. Ledningar vilka har bedömts som riskobjekt och där det skulle innebära stora konsekvenser vid ett större driftstopp har lagts med dubbla ledningar. Förnyelse utförs även av ledningssträckor som visar en ökad rörbrottsfrekvens och som består av asbest, PVC eller galvaniserade rör men är rören i bra skick så behåller man dem. På grund av en allmän oro över asbestsrör i dricksvattennätet så har Tekniska Verken tagit vattenprover och konstaterat att det inte funnits några spår av asbest i vattnet. Arbeten utförs och planeras i många fall i samordning med de planerade arbeten som finns i stadens årliga asfaltsprogram men också tillsammans med utbyggnad av fjärrvärmenätet.

Det finns idag inget bestämt mål för förnyelsetakt av distributionsnätet. Tekniska Verken har efter diskussioner kommit fram till att distributionsnätets medianålder inte bör överstiga 80 år. Idag har Linköpings vattenledningsnät en medianålder på 30 år och det finns förhoppningar om att den årliga förnyelsetakten skall ligga runt 0,5 %.

Tekniska Verkens ledningsnätsavdelning har ingen egen organisation som utför förnyelsearbeten. Alla förnyelse- och renoveringsarbeten utförs därför av utomstående entreprenader eller av ett dotterbolag. Dotterbolagets entreprenadavdelning utför främst arbeten som omfattar förnyelse, drift- och underhållsarbeten medan utomstående utför arbeten som innebär nybyggnad. Metoderna för förnyelse varierar efter varje projekts förutsättningar men om arbetet sker samordnat med utbyte av spillvattenledningar så sker arbetet med öppna rörgravar. Schaktfria metoder är att föredra då detta är möjligt eftersom anläggningskostnader då blir avsevärt lägre. Vanliga arbeten med schaktfria metoder är sådana där rördimensioner anses vara för stora och orsaka långa omsättningstider. Förnyelsearbetet utförs då med en infodringssteknik där man lägger in ett nytt mindre rörfoder i det gamla röret, se kapitel 3.6 Schaktfria arbetsmetoder vid förnyelse av distributionsnät.

Valet av rörmaterial bestäms av tidigare erfarenheter. Material som PE har i Linköping visat sig vara ett lämpligt material för distributionsnätet. PE är också det material som bedöms vara mest lämpligt att använda utifrån hållbarhet, leveranssäkerhet och arbetsmiljö. Övriga material som används i Linköpings vattennät är segjärn och stålrör vilka är belagda utvändigt med ett skikt av PE och invändigt med ett cementskikt.

För att förhindra inträngning av föroreningar och förluster från utläckage (odebiterade vattenuttag) håller Linköping på med att utrusta alla sina brandposter med ett lås. Låset syftar till att förhindra obehörigt användande som kan innebära dels stöld men också att ventilen i brandposten inte blir riktigt stängd. Brandposter som inte blir riktigt stängda och tömda riskerar att läcka eller frysa sönder vintertid.

I framtiden avser Tekniska Verken att se över större huvudledningar inom tätorten för att minimera sannolikheten för större avbrott. Vidare kommer även ändledningar som har större dimensioner än nödvändigt att bytas ut. Detta arbete är prioriterat eftersom långa omsättningstider leder till en avsevärt försämrad vattenkvalitet. Kommunens bolag har ställt krav på tillverkare och leverantörer som klart och tydligt talar om att de inte accepterar en lägre säkerhetsklass än dagens på rörmaterial avsedda för distributionsnät. De önskar istället att behålla befintlig godstjocklek med ett kvalitetsmässigt bättre material

Förnyelsetakten varierar i nuläget och detta beror främst på storleken av tillgängliga resurser. Idag växer Linköping med flera nya bostadsområden och när väl nybyggnadstakten avtar så kommer förnyelsetakten av distributionsnätet åter igen att öka.

Tekniska Verken arbetar ständigt med att utveckla förnyelsestrategier och förbättra leveranssäkerheten till konsumenterna och ser gärna ett bättre samarbete mellan övriga kommuner i Sverige. De har bland annat en strategiplan för att hantera brott på huvud- och konsekvensledningar. Linköpings VA-verk har idag mobila enheter med rent dricksvatten som snabbt kan kopplas in på ledningsnätet vid ett rörbrott. De har också tagit fram en modell för att kunna bestämma det mest lönsamma alternativet mellan renovering eller förnyelse av en ledningssträcka, se Bilaga 4 Ekonomisk modell för förnyelsearbeten i Linköping. Modellen är ett verktyg som baseras på indata över såväl tekniska som ekonomiska faktorer.

Borås stad

I Borås arbetar man med förnyelse av distributionsnätet utifrån ett produktionsprogram men givetvis också efter oförutsedda incidenter. Produktionsprogrammet är uppbyggt så att förnyelsearbeten utförs tillsammans med kommunens övriga arbeten. Samordning sker i stor utsträckning tillsammans med asfaltsprogrammet för stadens gator men också då fjärrvärmenätet byggs ut. Programmet omfattar de arbeten som skall utföras under året men även arbeten som skall utföras under kommande år.

Borås arbetar inte med någon aktiv läcksökning utan det är endast driftövervakning exempelvis flödesmätningar nattetid som visar tryckvariationer och då kan ge direkta indikationer om var extra resurser bör sättas in.

De faktorer som styr ledningsförnyelse i Borås VA-nät är följande:

- **Driftstörningar** – Under 60- och 70 talet så användes PVC i vattenledningarna. Rör tillverkade av PVC sammanfogades under denna period med ett lim som i efterhand visat sig inte vara tillräckligt bra och därför orsak till många vattenläckor under åren.
- **Asfalteringsprogram och gatuarbeten** – De flesta VA-arbeten utförs i samordning med asfalteringsprogrammet som kommunen tar fram varje år. Detta ger information till VA-förvaltningens projekteringsavdelning över vilka gator som kommer att grävas upp och asfalteras om. Underlaget ger därför förvaltningen en möjlighet att i god tid planera förnyelse av nätet av såväl dricksvatten som spillvatten.
- **Ålder** – Staden dokumenterar noggrant alla ledningar med tillhörande attribut såsom ålder, material etc. Uppgifterna finns samlade i en VA-bank och utifrån uppskattade livslängder på rörmaterial så kan arbeten planeras in på en översiktlig nivå.
- **TV-inspektioner** – Inspektioner med kamera utförs på spillvattenledningar och om det konstateras att det finns läckage på dessa ledningar tas även beslut om att byta intilliggande dricksvattenledningar. Alla arbeten som innebär öppna rörgravar inkluderar okulära undersökningar av de ledningar som ligger i marken och detta kan också innebära förnyelsearbeten.

- **Andra verksamheters arbeten** – Samordning sker givetvis också med andra verksamheter i kommunen. Skillnaden är främst att dessa i många fall kan ha en betydligt sämre framförhållning. Ofta sker utbyggnad av fjärrvärmenätet med kort varsel men då passar kommunen på att låta projekteringsavdelningen för VA att se över förnyelsebehovet på dessa ledningssträckor.
- **Utredningar och långsiktiga program** – Det pågår idag ett kontinuerligt arbete med att kartlägga och undersöka specifika ledningar som kan tänkas orsaka betydande leveransavbrott vid ett eventuellt rörbrott. Borås stad jobbar speciellt i några mindre orter utanför staden med att förbättra omsättningstider i ledningar. I några av dessa orter så har det förekommit en del klagomål på vattnet. På lång sikt så planeras nätets utformning och storlek efter förändrade behov av vattenkonsumtionen.

Det har skett en stor befolkningsökning och exploatering i Borås sedan 1940- talet fram till 1970- talet. Eftersom nyexploateringen påbörjades så tidigt har dricksvattennätet i Borås en relativt hög medianålder, vilken idag ligger på 50 år.

Rörläggningsarbeten utförs idag till 70 % i öppna rörgravar och det är i de flesta fall kommunens egen verksamhet som utför arbetet. Kommunen har fram tills idag prioriterat just traditionellt grävande vid anläggningsarbeten av rör men om det är möjligt så sker arbetet numera med schaktfria metoder.

Materialval till vattenledningar görs enbart från den materialförteckning som finns i kommunen. Materialförteckningen innehåller de material som är tillåtna att användas i vattenledningsnätet. Förteckningen uppdateras ständigt och är ett resultat från praktiska erfarenheter och en samverkan mellan andra kommuner.

VA-avdelningen står inför en omorganisation i början av 2007 så i nuläget så finns det inga direkta direktiv om vad som specifikt skall prioriteras i framtiden för vattenledningsnätet. Det har förekommit ett ökat antal vattenläckor på en del ledningar så i nuläget är förnyelse av dessa ledningssträckor något som prioriteras högt för att kunna garantera leveranssäkerhet.

Stockholm stad

Stockholm Vatten ansvarar för drift och underhåll av Stockholms vatten- och avloppsnät. De har sedan 1996 utfört reparationer och förnyelsearbeten efter en bestämd förnyelse- och åtgärdsplan. Planen innehåller utredningar om de åtgärdsbehov och strategier som berör hela VA-nätet i Stockholm. Det pågår just nu ett arbete med att uppdatera den version som är från 1996 och i början av 2007 kommer den nya att vara klar att användas. Förnyelseplanen innehåller de kriterier som bestämmer om åtgärder kommer med i de planerade arbeten som skall utföras och när dessa skall utföras under året. Det är ofta så att tidpunkten för dessa åtgärdsarbeten bestäms utifrån de resurser som kommunen tilldelat Stockholm Vatten. Förnyelsetakten av det befintliga vattennätet varierar och detta beror främst på prioriteringar av andra arbeten inom det övriga VA-nätet. Under de perioder som det utförs omfattande dubbleringsarbeten utmed huvud- och distributionsledningar går förnyelsetakten ned. Anledningen till detta är en definitionsfråga eftersom man i Stockholm inte betraktar dubbleringar av en ledning som ett förnyelsearbete utan som en åtgärd för att säkra leveransstryggheten. Förnyelsearbeten är enligt förnyelse- och åtgärdsplanen de arbeten som syftar till att återställa en dålig ledningsträcka till ursprungligt skick. Insatser planeras även utifrån datormodeller som utvecklats inom

olika EU-projekt och idag används modellerna CareW (Water) och CareS (Sewers) för att utföra analyser i hela stadens VA-nät. Modellerna utför en riskanalys över varje ledningssträcka och behandlar faktorer som specifika ledningsmaterial, anläggningsår, yttre laster och jordförhållanden. Resultatet kan därefter ge indikationer efter trender om i vilka områden som förnyelsearbeten bör utföras. Högsta prioritet är trots allt att Stockholm Vatten kan garantera en hög leveranssäkerhet och leverera ett vatten av bra kvalitet.

I Stockholm utförs aktiv läcksökning med ett intervall om 4-5 år. Läcksökning utförs på huvudledningar och distributionsledningar med rördimensioner upp till 300 mm. I framtiden så finns det förhoppningsvis bättre avlyssningsutrustning som klarar att hitta läckage på större ledningsdimensioner. Detta hade speciellt varit önskvärt i Stockholm med tanke på de sjöledningarna som finns i kommunen.

Förnyelsetakten i distributionsnätet och övriga ledningsarbeten sker i samordning med stadens asfalteringsprogram och övriga gatuarbeten. Samordning med exempelvis utbyggnad av fjärrvärmenätet har visat sig vara svårare att samordna. Detta beror på att energibolaget ofta tar beslut om att ansluta nya kunder med kort varsel. Förnyelsetakten ligger i nuläget någonstans mellan 0,6 och 0,7 %. Den uppdaterade planen visar på ett ökat behov av förnyelsetakten på vattenledningsnätet. Förnyelsetakten uppskattas till ca 2 %.

Stockholms stad expanderade kraftigt under 1930- och 1940 talet så uppskattningsvis så är medianåldern i nätet någonstans runt 50 år. Stockholm Vatten har en teori om hur medianåldern för ett distributionsnät bör styra över storleken på det årliga förnyelsearbetet, (teorin beskrivs i kapitel 3.4.2 Medianålder).

Arbetsmetoderna med att förnya vattenledningsnätet sker idag i de flesta fall med öppna rörgravar. I avloppsnetet har det blivit allt vanligare att utföra förnyelsearbeten med schaktfria metoder. Valet av metod varierar men då det är möjligt så är schaktfria metoder att föredra. Dessa metoder är billigare, snabbare, miljövänligare och orsakar betydligt mindre störningar för omgivningen. Faktorer som dessa kan vara helt avgörande vid valet av arbetsmetod, speciellt när arbeten skall utföras i en större stad som Stockholm. Majoriteten av alla rörledningsarbeten utförs idag av externa entreprenörer, detta på grund av att arbetsbördan har blivit för stor för den egna organisationen. Den kommunala organisationen utför därför idag till största delen arbeten som är av akut karaktär så som att laga läckor.

Stockholm Vatten har tagit fram projekteringsanvisningar för VA-ledningar. Anvisningarna ger tydlig information om vilka ledningsmaterial och även vilken typ av arbetsmetod som skall användas vid ledningsförnyelse. De ser gärna en positiv utveckling av kvalitén på ledningsmaterial och är positiva till att använda betongrör igen om tillverkare kan producera dessa med en bättre kvalitet än dagens. Det finns idag ingen myndighet som godkänner eller som testar de material som används i dricksvattennätet. Livsmedelsverket har endast satt som krav att de material som används i vattenledningar inte får påverka vattnet. Detta innebär att de har accepterat att VA-branschen själva provar sig fram och använder de material som efter erfarenhet visat sig vara ok.

Stockholm Vatten kommer i framtiden att satsa mer på att kartlägga förnyelsebehovet samt att försöka övertyga politiker till att ta mer långsiktiga beslut. En del i detta arbete är ta fram statistik och på ett pedagogiskt sätt beskriva och förklara situationen för dricksvattennätet i Stockholm.

Örebro kommun

Örebro kommun har ingen plan som enbart behandlar förnyelsearbete inom dricksvattennätet. Förnyelsearbetet omfattar hela ledningsnätet där dricks-, spill- och dagvatten ingår. I de fall då spill- och dagvattenledningar förnyas passar man samtidigt på att förnya vattenledningarna.

Örebro stad har delats in i fyra delar och varje år så genomförs mätningar under något dygn och storleken på vattenförbrukningen nattetid bestäms. Mätningarna syftar till att skapa en klar bild över läget och möjlighet att dokumentera nya erfarenheter. Om det vid ett sådant mättillfälle visar sig förekomma någon onormal förbrukning inom ett av de fyra större områdena så kommer detta området ytterligare att delas in i mindre delområden. Indelningen underlättar det fortsatta sökarbetet och leder ofta till att läckan snabbt kan lokaliseras. Områden där kommuner misstänker större läckage kan också utrustas med elektronisk avlyssning på armaturer i ledningsnätet. Insamlandet av denna information går till så att en bil med avläsningsutrustning installerad bara behöver köra förbi en mätstation för att samla in data över den senaste tidens observationer. Elektronisk avlyssningsutrustning kan användas under längre tidsperioder för att sammanställa statistik som då på ett överskådligt sätt tydligt visar vilka ledningssträckor som kan förmodas att vara drabbade av läckage.

Förnyelseplanering av VA-ledningar i Örebro utförs genom att VA-organisationen är indelad i fyra avdelningar.

- **Vattenverk** – Produktion av dricksvatten
- **Avloppsverken** – Rening av spillvatten
- **VA-avdelningen** – Utför planering, utredningar och projektering
- **VA-mark** – Drift och underhåll

De två senare utför och planerar förnyelsearbeten i distributions- och avloppsnät. Från dessa två avdelningar så har kommunen sammanställt en arbetsgrupp som träffas 2-3 gånger varje år. Arbetsgruppen har i sitt arbete tagit fram de kriterier och faktorer som skall beaktas vid förnyelseplanering samt vilka strategier som skall tillämpas för utredningar och undersökningar.

Faktorer:

- **Driftstörningar och felanmälan** – Det sker en dokumentation i VA-banken över alla driftstörningar och inkomna klagomål. I ett första steg tas en anmälan emot från en kund av personal på tekniska kontoret. Blanketten för felanmälan Bilaga 5 Felanmälan och driftstörningsrapport Örebro är av en allmän karaktär så att den person som tar emot anmälan inte behöver vara direkt insatt i VA-avdelningens rutiner. Därefter tar en arbetsledare från VA-avdelningen kontakt med kunden och skriver en mer utförlig rapport Bilaga 5 Felanmälan och driftstörningsrapport Örebro. Rapporten verkar sedan som underlag för beslut om åtgärd. Åtgärder som kan innebära ytterligare uppföljning eller analys av eventuell olägenhet.
- **Strategisk planering** – Vid byte av ledningar i distributionsnätet så utförs det alltid en utredning om det är möjligt att minska rördimensioner eller om dessa istället bör ökas. Allt strategiskt arbete beaktas utifrån omsättningstider, exploatering eller krav på brandvattenförsörjning. Vanligast är dock att se

över just möjligheterna att kunna minska dimensioner och med detta förbättra omsättningstider i vissa ledningssträckor.

- **Planerade beläggningsarbeten** – Samplanering sker mellan VA- och gatuförvaltning och den tar hänsyn till asfaltsprogram och detaljplaner över planerade trafikleder. Denna planering styr var och när förnyelsearbeten utförs under året.
- **Trafikproblem** – Förnyelsearbeten skall planeras så att kommunen om möjligt kan undvika att göra intrång i större trafikleder. Förnyelse av dåliga ledningar bör därför om det är möjligt utföras vid sidan av större vägar och då exempelvis istället läggas under cykelbanor eller i grönområden.
- **Ekonomi** – Denna faktor innebär att det sker en prioritering bland de objekt som bör utföras enligt de driftstörningsrapporter i VA-banken samt i valet av arbetsmetod i utförande.
- **Gatuåterställningskostnader** – När ett arbete i en gata innebär att man måste bryta upp mer än 60 % av gatans bredd så har kommunen ett krav på att hela gatans bredd skall omasfalteras. VA-förvaltningen får skjuta till dessa pengar. Dessa kostnader innebär att de nya ledningar som läggs har en hög kostnad per meter ledning.
- **Kapacitetsproblem** – Problem som kan innebära överbelastning eller dålig vattenomsättning i vissa delar av nätet.

Strategier:

- **Lyssna av** – Driftpersonalen är den personal som oftast har bäst koll på ledningsnätets kondition. Det är därför viktigt att dokumentera och analysera de erfarenheter och iakttagelser som de gör i samband med det dagliga arbetet i vattennätet.
- **Uppföljning** – Viktigt att följa upp de klagomål som kommer in från kunder och finna orsaker till exempelvis försämrat vattentryck eller kvalitet.
- **On-line mätningar** – Analysera de flödesmätningar som görs ute på nätet i tryckstegringsstationer. Tryckstegringsstationer kan anses vara strategiskt placerade då de försörjer större områden i staden med vatten. Dessa mätningar loggas varje minut och visar vattentrycket i ungefär 10 olika platser i distributionsnätet. Tekniken gör det möjligt för driftpersonal att mycket snabbt konstatera onormala vattenuttag men också för att kunna se förbättringar efter renoveringsarbeten.

Det pågår i nuläget även diskussioner om att påbörja ett arbete med att fasa ut specifika ledningsmaterial från distributionsnätet, exempelvis material som galvaniserade rör och asbestledningar. Asbestsrör utgör idag inget problem ur hälsosynpunkt eller leveranssäkerhet utan detta är främst ett arbetsmiljöproblem.

Örebro har också byggt en särskild mätstation i anslutning till Svampen, som är en välkänd vattenreservoar. Stationen dokumenterar variation i tryck och temperatur och är en lämplig plats att ta vattenprover ifrån. Syftet är att snabbt kunna utläsa förändringar och samtidigt kunna styra funktionen i distributionsnätet.

Dagens förnyelsetakt uppskattas ligga runt 0,4 % men VA-avdelningen har dock som ambition att öka förnyelsetakten i framtiden. Problemet är att de varken får eller skall höja den lokala VA-taxan för konsumenterna så ökningen kommer att ske successivt

allteftersom resurserna ökar. Nätet anses idag ha en medianålder någonstans mellan 40 och 50 år.

Då vattenledningar skall förnyas eller nyanläggas så sker det alltid en utredning för att se om det är möjligt att använda schaktfria metoder vid utförandet. Ungefär 25 % av alla ledningsarbeten i Örebro utförs med dessa metoder. Ofta är det anläggningsdjupet som avgör valet av metod. Desto djupare ett rör ligger nedgrävt ju vanligare är det att schaktfria metoder används. Detta är främst en ekonomisk faktor speciellt med tanke på hur omfattande arbetet är och storleken som återställningskostnader skulle ha blivit med traditionellt grävande.

Vid planeringen av förnyelsearbeten sker det alltid en sammanställning över de arbeten som skall utföras under året och vilka av dessa som skall utföras av den kommunala organisationen. Arbetets karaktär är ofta den avgörande faktorn då vissa arbeten lämpar sig bättre att utföra med egen personal och andra med entreprenad. Örebros kommun har dock som policy att först och främst se till så att den egna personalen har full sysselsättningsgrad.

När det gäller val av material i ledningsnätet så bestäms dessa helt av den materialförteckning som finns i kommunen. Förteckningen har sammanställts av materialgrupp som varje år träffas ett par gånger och diskuterar om vilka material som får och skall användas i ledningsnätet. Materialförteckningen är också ett resultat av samarbete mellan flera kommuner i Sverige. Det material som oftast används i Örebro är ledningsmaterial tillverkat av PE. Materialet har visat sig vara ett lämpligt och flexibelt rörmaterial som inte påverkas nämnvärt av sänkt temperatur i marken. Driftstatistik har även den visat att PE är ett bra ledningsmaterial i distributionssystemet.

VA-verket i Örebro letar idag efter nya alternativa vattentäkter för råvatten men inom distributionsnätet prioriteras främst arbeten för att trygga leveranssäkerheten. Örebro kommun levererar sedan ett par år tillbaka även vatten till några mindre samhällen utanför staden. Leveransen sker via nyanlagda förbindelseledningar och syftar till att dessa samhällen inte längre skall vara beroende av små lokala vattenreningsverk som kan anses vara betydligt känsligare än det kommunala vattenverket. Utbyggnaden av dessa förbindelseledningar utförs i de flesta fall med dubbla ledningar vilket skall minimera risken för ett totalt driftavbrott. Kommunen har byggt upp en modell av hela distributionsnätet inklusive mindre ledningar som kan användas i MIKE-NET. I programmet kan simuleringar utföras och den hydrauliska funktionen kontrolleras efter olika tänkbara scenarion. Det har blivit vanligare att fastighetsägare vill ha tillgång till vatten för egna sprinklersystem. Simuleringar i MIKE-NET visar hur trycket och därmed möjligheterna att leverera vatten varierar utifrån var i vattenledningsnätet man väljer att göra en påkoppling av ledning för släckvatten. Datorsimuleringar kan även fungera som ett verktyg där man på ett enkelt sätt kan anpassa driften vid planerade avbrott. Åtgärder kan vara sådana som att bättre utnyttja den kapacitet som finns i vattenreservoaren Svampen och därmed pumpa ut mindre vatten från vattenverket vid dessa tillfällen.

Rörbrott förekommer idag men är ofta mer utspridda geografiskt jämfört med tidigare då det kunde förekomma områden med en betydligt högre brottsfrekvens än andra områden. En arbetsgrupp arbetar idag med att kartlägga de konsekvenser som ett underskott i produktionen skulle innebära. Gruppen håller på att ta fram strategiska planer för att kunna hantera dessa situationer som kan innebära att direkt stänga av vissa delar av staden när situationen kräver detta.

Malmö stad

Malmö har sedan mitten av 1980-talet bedrivit ett väl strukturerat arbete inom ledningsförnyelse. Ett arbete där det ingår en rullande digital plan över de aktiviteter som skall utföras. De observationer som sker ute i fält dokumenteras för att sedan placeras på en lista i en databas över de områden där insatser skall prioriteras. Listan över dessa problemområden med många rörbrott uppdateras ständigt. Ett arbetssätt som innebär att vissa områden kan prioriteras högre utifrån vilka konsekvenser ett avbrott på en ledning i ett sådant område skulle medföra. Tidigare har det varit vanligare att övriga gatuarbeten styrts var och när insatser i ledningsnätet har blivit utförda. Nackdelen med en sådan strategi är att VA-verksamheten tidigare fått anpassa sin verksamhet efter andra och därmed inte kunnat fokusera på svagheter i det befintliga rörnätet.

I mitten av 1990-talet så gjordes ett omfattande arbete med att beskriva konditionen i stadens vattenledningsnät. Arbetet visade att det fanns mycket att vinna på att strukturera och planera förnyelsearbeten efter ledningsnätets ålder eller temperaturen utomhus. Många av de rörbrott som inträffar är kopplade till temperaturen utomhus. Statistik från 10 års period visar tydligt att kalla vintrar innebär fler rörbrott än under de år som det har varit vintrar med relativt mildt klimat. Under de första 10 åren med kartläggningen av ledningsnätet så satsade Malmö på att bygga upp ett omfattande informationssystem över alla ledningssträckor i staden. Informationen över alla ledningssträckor kan jämföras med *”ett tandläkarkort för varje ledning”* vilket är basen för förnyelseplanering i VA-nätet. Innan ett gatuarbete påbörjas så görs det alltid en kontroll över statusen på de ledningar som ligger i aktuell gata utifrån de dokumenterade uppgifter som finns med i databasen. Utöver detta finns det även jordartskartor som beskriver markförhållanden där ledningarna ligger nedgrävda. Förnyelsearbetet grundar sig därför på en lång erfarenhet och är samtidigt flexibelt eftersom nya uppgifter och erfarenheter kontinuerligt matas in i databasen. De förnyelseplaner som finns över huvud- och distributionsnätet uppdateras därför ständigt.

Malmö anser sig inte ha behov av regelbunden läcksökning eftersom de jordarter som finns i kommunen inte är speciellt korrosiva, jämfört med de som exempelvis finns i Göteborg. Läcksökning sker endast vid tillfällen då läckage har konstaterats i ett område men att det då varit svårt att lokalisera läckans exakta position. Läckage har visat sig vara vanligare i områden där det förekommit problem med grundläggning eller med problem som kunnat kopplas till ledningsmaterialet. Just på grund av detta anses det inte motiverat att bedriva ett aktivt arbete med läcksökning i Malmö.

Förnyelsearbeten utförs och planeras utifrån databasen där statistik visar de ledningssträckor som under åren varit drabbade av störst antal läckor. Undantagen kan vara just kalla vintrar som kan medföra en snabb ökning av läckor på enskilda ledningssträckor. Det sker också en prioritering av förnyelsearbete på huvud- och konsekvensledningar där undersökningar ger en indikation av deras befintliga skick. När förnyelse skall utföras på någon av dessa ledningar beaktas först omfattningen och de konsekvenser som det skulle medföra om ett driftstopp inträffar. En hög ålder på ledningar är inget som visat sig vara en bra indikator i Malmö för att ta beslut om förnyelse. Det passar bättre att se ålder som en betydande faktor för ledningar som ligger i sådana jordförhållanden med korrosiva egenskaper. Åldern skall därför endast ses som en fingervisning om var någonstans det kan tänkas uppstå rörbrott i framtiden och på detta sätt ändå finnas med som en faktor i en översiktlig planering.

De vattenledningar som i Malmö visat sig ha problem är vissa tryckrör med större dimension tillverkade av betong (typ Premo). Ledningssträckor av betong och som betraktas som konsekvensledningar har därför förnyats helt så fort det uppstått läckor på dessa. Malmö har aldrig haft några direkta problem med kvalitén på dricksvattnet. Vattnet har inte heller sådana egenskaper så att det har en negativ inverkan på rörmaterialen i ledningarna. De problem som uppstått med kvalitén på dricksvattnet har ofta kunnat kopplas till sådana tillfällen då man stängt ventiler eller på annat sätt ändrat funktionen i nätet.

Enligt de definitioner som används i Malmö skiljs mellan följande två typer av förbättringsåtgärder.

- **Förnyelse** – Renovering eller omläggning av en ledning som har fått nedsatt kondition. Syftet är att återskapa ledningens ursprungliga kondition. Åtgärden definieras som en värdeåterskapande åtgärd.
- **Förstärkning** – Renovering eller omläggning av en ledning med otillräcklig funktion, t.ex. för liten kapacitet eller för låg vattenomsättning. Åtgärden definieras som en värdehöjande åtgärd.

När det gäller takten på förbättring av det befintliga vattenledningsnätet används i Malmö följande definition:

Formel 1. Förbättringstakt

$$\text{Förbättringstakt} = \frac{\text{Storlek av Förnyelse}(m) + \text{storlek av förstärkning}(m)}{\text{Total längd i vattenledningsnät vid årets slut}(m)}$$

Vanligtvis så tar man förhållandet mellan längden av förnyade + förstärkta ledningar under året och längden av distributionsnätet vid årets slut. Detta kan under år då en kommun expanderar kraftigt resultera i missvisande siffror över omfattningen av förbättringsarbetet som utförs. Felet blir dock i allmänhet förhållandevis litet. Som framgår av formel ovan har man i Malmö valt att även inkludera förstärkningar i förbättringen av befintliga ledningar. Anledningen till detta är att förstärkningen ju innebär att en gammal ledning ersätts med en helt ny.

Ett förslag är att när man beräknar förnyelsetaktens storlek istället tittar på förhållandet mellan längden förbättrade ledningar (förnyelse och förstärkning) och längden av den del av ledningsnätet som är äldre än 10 år. För att tillämpa en sådan metod kräver dock att kommunen tidigare har fört en noggrann dokumentation över det egna ledningsnätet. Malmö kommuns VA-avdelning efterlyser därför ett nytt och tydligt sätt att definiera både täljare och nämnare i Formel 1 för att bestämma storleken av förnyelsetakten.

Medianåldern på Malmös distributionssystem är idag ungefär 43 år och förnyelsetakten har de senaste 10 åren legat mellan 0,3 och 0,6 %. Tar man även med sådana åtgärder som innebär förbättringar av den hydrauliska kapaciteten så kan takten ökas ytterligare med 0,1 %. Länsstyrelsen har framfört önskemål om en total omsättningstid för Malmös dricksvattnet på 100 år det vill säga en årlig förnyelsetakt på 1 %. Malmö VA-verk anser en sådan inställning från Länsstyrelsens sida är helt felaktig eftersom den inte tar någon som helst hänsyn till hur mycket störningar man har på ledningsnätet. Det kan i sammanhanget noteras att en stad som Malmö har betydligt färre rörbrott än många andra jämförbara kommuner, se Tabell 5 kapitel 4.3 Sammanställning av statistik och allmän information. Det finns ingen anledning till att öka förnyelsetakten av ett väl fungerande ledningsnät. Den nuvarande förbättringstakten i Malmö mellan 0,3 och 0,6 % anses vara tillräcklig.

Förbättringstakten bör istället balanseras utifrån kondition och funktion i distributionsnätet. Detta är som tidigare nämnts ett förhållningssätt som kräver ett väldokumenterat informationssystem och som ständigt uppdateras.

Schaktfria metoder är den klart vanligaste metoden för att utföra förnyelsearbeten i Malmö. Öppna rörgravar används främst vid arbeten som omfattar förbättringar och kapacitetshöjande åtgärder och ledningsarbeten som innebär att både dricksvatten- och spillvattenledningar måste bytas ut. Större delen av alla arbeten utförs idag av externa entreprenörer. Den kommunala organisationen utför alla akuta arbeten och arbeten i innerstadsmiljö.

Valet av ledningsmaterial utgår från den materialpolicy som materialgruppen på VA-verket tagit fram. Materialen som finns med i denna förteckning är sådana material som är lämpliga att använda utifrån de markförhållanden som finns i Malmö. Nylagda vattenledningar består till 90 % av rör tillverkade av PE och 10 % tillverkade av betong. Användandet av PE rör har pågått sedan mitten av 1980-talet och finns i storlekar upp till 560 mm. I dimensioner används nästan uteslutande rör tillverkade av betong. Sammanfattning av stadens materialpolicy är att de hellre väljer ett dyrt material med hög kvalitet än att spara pengar på billigare. Att spara in på rörmaterialet är sällan någon bra strategi om man ser till hela ledningens livscykel.

Prioriteringar i framtiden kommer att omfatta arbetsinsatser för att hålla nere läckagefrekvensen och därmed säkerställa en hög leveranssäkerhet.

Dokumentationen över antal rörbrott kommer även i framtiden vara av stor betydelse. Det är viktigt att kunna koppla denna statistik över varje rörbrott till en specifik ledningssträcka för att kunna bevara en bra standard i vattenledningsnätet. Alla tänkbara faktorer som har betydelse för konditionen hos en ledning dokumenteras, faktorer som såväl materialegenskaper samt yttre faktorer som läggningförhållanden och trafiklast med mera.

Ronneby kommun

Ronneby Miljöteknik AB är ett kommunalt bolag med arbetsuppdrag inom bland annat el, värme, vatten, avlopp och renhållning. Kommunen har ungefär 30 000 invånare och ligger i Blekinge väster om Karlskrona.

Ronneby kommun har idag ingen tydlig plan för renovering eller förnyelsearbeten i distributionsnätet för dricksvatten. Förnyelsearbeten utförs främst efter kriterier som ökad rörbrottsfrekvens, klagomål från kunder eller om inspektioner i samband med andra ledningsarbeten visar att vattenledningar är i behov av renovering. Kommunen utför även förnyelsearbeten i samordning mellan andra arbeten i gatan.

Uppskattningsvis så förnyas Ronnebys distributionsnät med cirka 1 % varje år. Ledningsnätet har en medianålder mellan 30 och 35 år. Kommunen satsar årligen mellan 3,5 och 4 miljoner kr på förnyelse i distributionsnätet.

Traditionellt grävande är den vanligaste metoden för rörläggningsarbeten och dessa utförs av en kommunal organisation. Vid de tillfällen som schaktfria metoder tillämpas så är det i regel utomstående entreprenörer som hyrs in.

Ledningsmaterial som används i dricksvattennätet väljs ofta med hänsyn till pris, bestämmelser och i en del fall samma material som tidigare. Valet av rörmaterial sker ofta med tanke på arbetsmiljö och en framtida planering.

I framtiden kommer arbetet bestå av att öka antalet läcksökningar samtidigt som det finns förhoppningar om att kunna öka förnyelsetakten något.

Bilaga 3 Komplettering av intervjufrågor

Målsättning och förnyelsestrategier

I nedanstående tabeller så vill jag att ni rangordnar de **5 alternativ i varje tabell** som stämmer bäst med er verksamhet inom dricksvattendistribution och arbete med förnyelse av distributionsnätet. **Nummer 1 för det alternativ som prioriteras först, nummer 2 för det alternativ som prioriteras efter nummer 1 o s v.**

Målsättning

Målsättning för verksamhet med avseende på dricksvattenleverans och ledningsmaterial i distributionsnätet	Prioritet (1-5)
Leverera ett dricksvatten enligt de krav som SLV bestämmer	
Leverera ett dricksvatten med högre krav som kommunens egen VA-verksamhet själv bestämmer	
Minimera antalet klagomål från kunder med avseende på kvalitet	
Hög leveranssäkerhet till kunder	
God hydraulisk kondition av dricksvattennätet	
God hydraulisk funktion i dricksvattennätet	
Ökad förnyelsetakt av dricksvattennätet	
Minimera total kostnad för ledningsmaterialet och anläggningskostnad	
Bättre kvalitet på rörmaterial	
Enhetligt rörmaterial i distributionsnätet (minska antalet olika rörmaterial om möjligt)	

Faktorer av betydelse för beslut om kortsiktigt eller akut förnyelsearbete

Faktorer	Prioritet (1-5)
Ålder på ledningssträckor	
Samordning mellan andra aktuella arbeten vilka påverkar tidpunkt för förnyelse	
Observationer av ökad rörbrottsfrekvens	
Driftstörningar och felanmälan	
Säkerställa Hydraulisk kondition och funktion i hela nätet	
Utbyte av rörmaterial – ex PVC, asbest eller galvaniserat stål	
Säkerställa hydraulisk kondition och funktion i huvudledning och konsekvensledning	
Övrigt – egen kommentar	

Faktorer av betydelse för att forma strategier för långsiktigt förnyelsearbete

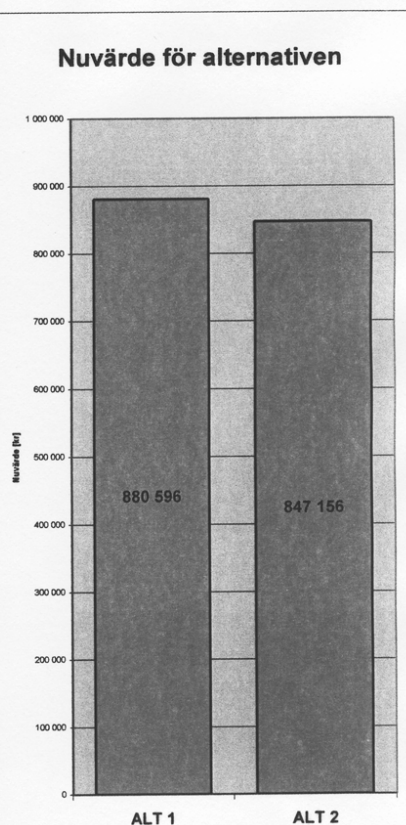
Faktorer	Prioritet (1-5)
Samordning med andra långsiktiga arbeten, asfaltsprogram mm	
Kontinuerlig uppdatering av GIS –databas med statistik och attribut	
Kartläggning och utvärdering av förnyelsebehov	
Lyssna av den egna personalen som jobbar ute i fält	
Uppföljning av driftstörningar och felanmälan - Driftövervakning	
Läcksökning regelbundet	
Lobbyverksamhet mot politiker för långsiktiga förnyelsebeslut	
Riktade insatser mot konsekvensledningar, gamla ledningar eller specifika material	
Datorsimuleringar	
Samarbete med andra kommuner	
Lista över prioriterade objekt	
Ekonomiska modeller – renovering eller förnyelse?	
Projekteringsanvisningar m a p material och arbetsmetoder vid förnyelse	
Risکانalyser	
Övrigt – egen kommentar	

Bilaga 4 Ekonomisk modell för förnyelsearbeten i Linköping

Objekt: BARHÄLLSGATAN

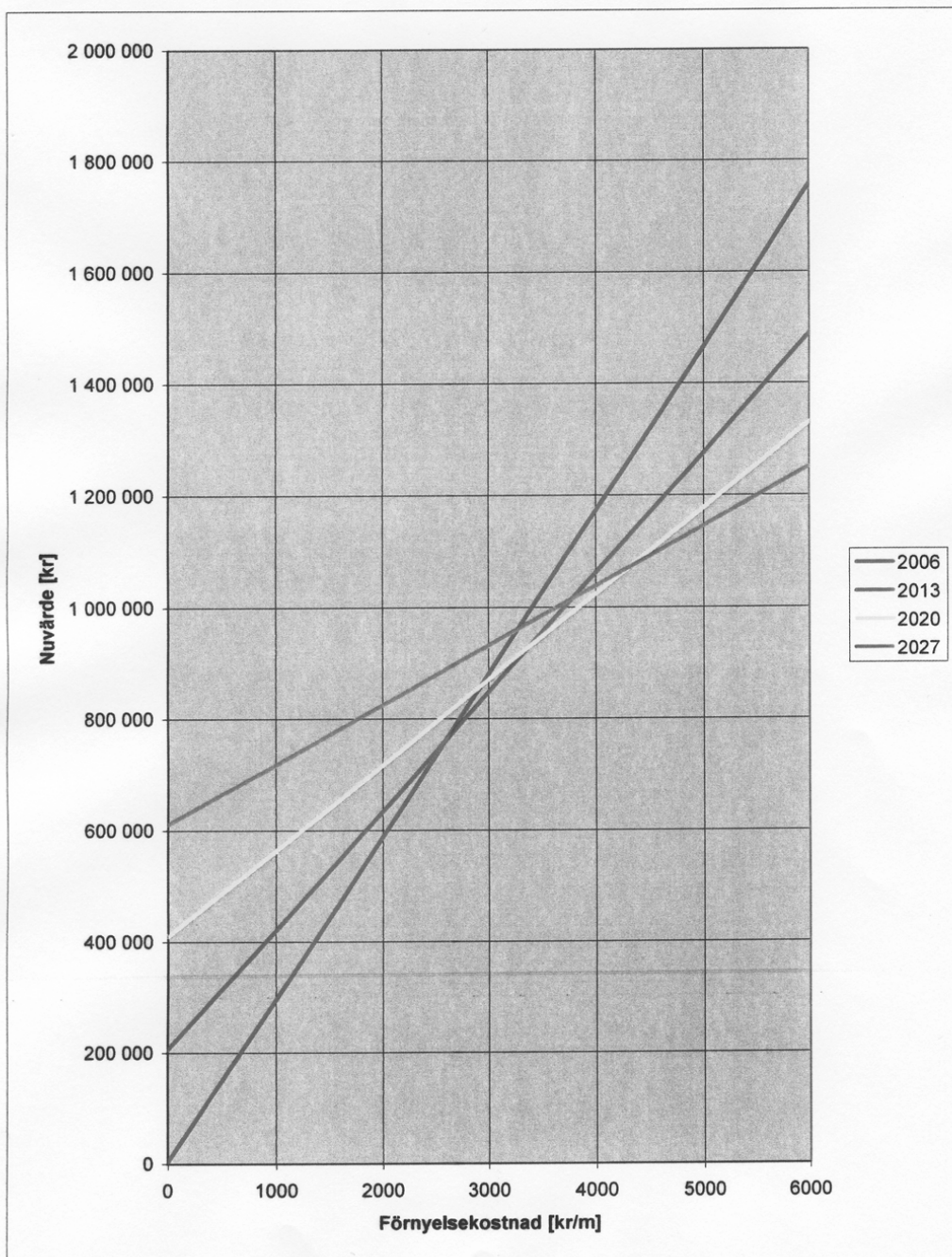
Nuvärdeskostnad år	2006
Kalkylperiod [år]	50
Kalkylränta [%]	4

	ALT 1	ALT 2
Investeringsår	2006	2013
Livslängd, ny ledning [år]	100	100
Driftskostnad [kr/år]	0	0
Kostnad/vattenläcka [kr]	35000	35000
Abonnent/läcka [kr]	10000	10000
Samhälle, miljö/läcka [kr]	0	0
Förnyelsekostnad [kr/m]	3000	3000
Samhälle, förnyelse [kr]	0	0
Ledningslängd, gamla [m]	314,71	314,71
Anläggningsår, gamla	1890	1890
x3	5,653E-05	5,653E-05
x2	-0,0083054	-0,0083054
x1	0,3816301	0,3816301
f	-3,8070365	-3,8070365
Faktor, gamla	1,2	1,2
Ledningslängd, nya [m]	314,71	314,71
Anläggningsår, nya	2006	2013
x3		
x2		
x1	0,0028	0,0028
f	0,0443	0,0443
faktor, nya	1	1
Investering år 2006/2013 [kr]	944 130	944 130
Restvärde år 2056 [kr]	472 065	538 154
Underhållskostn, 2006-2055 [kr]	7 994	235 918
Investering, nuvärde [kr]	944 130	717 461
Restvärde, nuvärde [kr]	66 426	75 725
Underhållskostnad, nuvärde [kr]	2 891	205 419
NUVÄRDE, TOTALT [kr]	880 596	847 156
Skillnad ALT1, ALT2 [kr]	33 440	-33 440
Billigare/dyrare	DYRARE	BILLIGARE
Skillnad [%]	4	-4

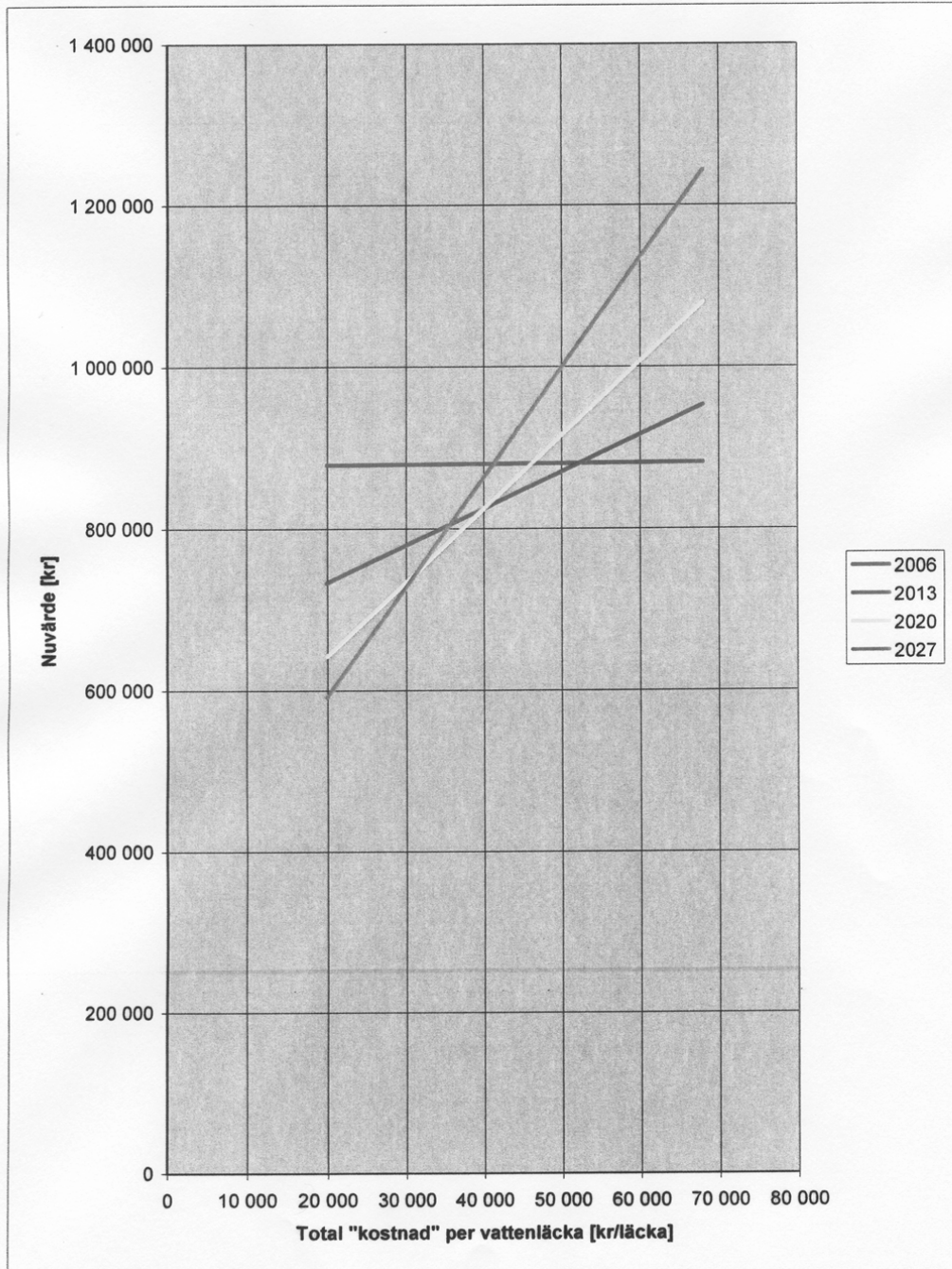


Period		Antal vattenläckor		Tidsperiod [år]	Läckor [st/(år,mil)]
fr o m år	t o m år	ALT1	ALT2		
2006	2005	0,00		0	#Division/0!
2006	2012		5,10	7	23,165
2006	2055	0,18		50	0,113
2013	2055		0,14	43	0,103
2006	2010	0,01	3,49	5	

BARHÄLLSGATAN
NUVÄRDE VID OLIKA KOSTNAD OCH TIDPUNKT FÖR FÖRNYELSE AV LEDNINGAR
OM TOTALA KOSTNADEN PER VATTENLÄCKA ÄR 45000 kr.

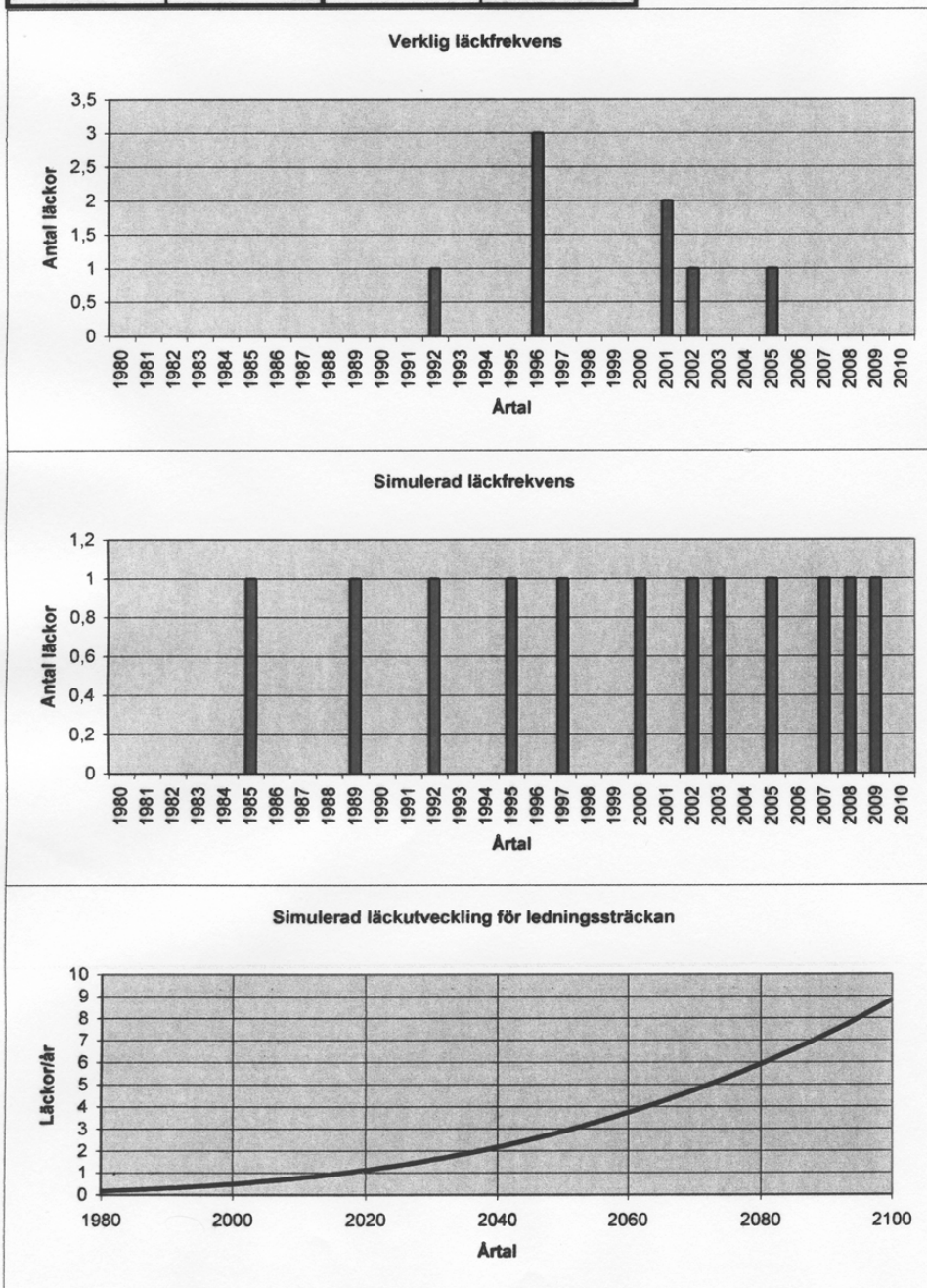


BARHÄLLSGATAN
NUVÄRDE VID OLIKA TIDPUNKT FÖR FÖRNYELSE OCH OLIKA KOSTNAD PER
VATTENLÄCKA OM TOTALA FÖRNYELSEKOSTNADEN ÄR 3000 kr/m.



**BARHÄLLSGATAN
DEN SIMULERADE LÄCKUTVECKLINGEN HAR FAKTORN 1,2
OCH ANLÄGGNINGSÅRET 1890.**

PERIOD		ANTAL VATTENLÄCKOR	
Årtal	Antal år	Verklig	Simulerad
1984-2005	22	8	8,53
2006-2027	22		22,04



Bilaga 5 Felanmälan och driftstörningsrapport Örebro

Allmän blankett



Tekniska
förvaltningen
ÖREBRO

2006-05-18

Felanmälan

Vatten Avlopp

Mottaget av..... Datum

Fastighetsägare/kontaktperson /kund Telefon

Namn

Adress..... Tätort

Hyreshus antal läg..... Villa Annat

Vatten Lukt Smak Färg Grumlighet

Vattentryck Läckage Annat

Avlopp Lukt Stopp Avrinning Översvämning

Fuktproblem Läckage Annat

Beskrivning av fel/problem (omfattning, varaktighet, konsekvenser, tidigare problem mm)

.....

.....

.....

Åtgärder och kommentarer

.....

.....

.....

.....

.....

Kunden fick besked om åtgärd: Datum

Signatur

Blanketten lämnas till VA-avd, Teddy Kärman

Gäller VA-avd

ERF

ERF EJ

Infört VA-banken

UTFÖRT

DATUM/SIGN.

Blankett för driftpersonal



Rapport dat 05-10-27

Driftstörning/Insats

Handläggare/arbetsledare	Arbetsorder nr	Best datum
Plats		

iakttagelse
 Läckage Översvämning Stopp Annat

Typ av system <input type="checkbox"/> Vatten dim..... <input type="checkbox"/> Spillvatten dim..... <input type="checkbox"/> Dagvatten dim..... <input type="checkbox"/> Tryckavlopp dim.....	Anläggningsdel <input type="checkbox"/> Huvudledning <input type="checkbox"/> Servis <input type="checkbox"/> Ventil <input type="checkbox"/> NB <input type="checkbox"/> Annat.....	Ledningsmaterial <input type="checkbox"/> Gjutjärn <input type="checkbox"/> Segjärn <input type="checkbox"/> Btg <input type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Galv <input type="checkbox"/> PVC/PP <input type="checkbox"/> Koppar <input type="checkbox"/> Övrigt
---	--	---

Fogtyp

<input type="checkbox"/> VRS	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ehrimuff	<input type="checkbox"/> Koppling.....
<input type="checkbox"/> Blyfog	<input type="checkbox"/> Tyton	<input type="checkbox"/> Plastring	
<input type="checkbox"/> Svets	<input type="checkbox"/> Gummiring	<input type="checkbox"/> Fläns	
<input type="checkbox"/> Stumsvets	<input type="checkbox"/> Elektromuff	<input type="checkbox"/> Cementbruk el dyl	

Typ av fel

<input type="checkbox"/> Rörbrott	<input type="checkbox"/> Fogfel	<input type="checkbox"/> Krossat rör	<input type="checkbox"/> Fettavsättning
<input type="checkbox"/> Frätskada	<input type="checkbox"/> Defekt armatur	<input type="checkbox"/> skarvläcka	<input type="checkbox"/> Rötter
<input type="checkbox"/> Längsgående spricka	<input type="checkbox"/> Otät packning	<input type="checkbox"/> Främmande föremål	<input type="checkbox"/> Annat.....

Åtgärd

<input type="checkbox"/> Lagning med svep	<input type="checkbox"/> Utbyte av armatur.....
<input type="checkbox"/> Utbyte av rör till mtrl/dim.....längd.....	<input type="checkbox"/> Högtrycksspolning
<input type="checkbox"/> Ompackning/rep	<input type="checkbox"/> Annat.....

Beskrivning av fel/åtgärd: ex. trolig orsak, kvarstående oklarheter, typ av armatur, förtydligande av utfört arbete mm.

.....

.....

.....

.....

.....

Läggingsdjup	Avstängningstid Tillgång till vatten inom 3 timmar Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>antal timmar Vatten åter i kran inom 24 timmar Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>antal timmar
------------------------------	---

Markförhållanden <input type="checkbox"/> Lera <input type="checkbox"/> Morän <input type="checkbox"/> Sand <input type="checkbox"/> Grus <input type="checkbox"/> Berg <input type="checkbox"/> Annat..... <input type="checkbox"/> Tjåldjup.....	Kringfyllnad (befintlig) <input type="checkbox"/> Sand <input type="checkbox"/> Lerblandad sand <input type="checkbox"/> Annat..... Huvudledningens kondition <input type="checkbox"/> God <input type="checkbox"/> Mindre god <input type="checkbox"/> Dålig	Arbetet påbörjat..... Arbetet avslutat..... ARBETSLEDARE/REPARATÖR.....
--	--	--

Gäller VA-avd	ERF	ERF EJ		UTFÖRT
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inmätning	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Införd statistik	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Införd ledningsdatabas	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Införd VA-banken	<input type="checkbox"/>

