



CHALMERS

KANDIDATARBETE

Tjörn kommuns dricksvattenläckage och hur det kan minimeras

Kandidatarbete inom Samhällsbyggnadsteknik

VIKTOR ALFREDSSON
EMMA HANSSON
ELIN KARLSSON
FELICIA LJUNGBLAD
ELIN MORIN
JENNY TORELL PAULSSON

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK

Förord

Kandidatarbetet har utförts av sex studenter som studerar samhällsbyggnadsteknik på Chalmers Tekniska Högskola och har skrivits vid institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik. Inledningsvis vill vi tacka vår handledare Thomas Pettersson, biträdande professor vid avdelningen för vatten miljö teknik, som har hjälpt oss kring utformning av text samt diskussioner kring arbetets innehåll. Vidare vill vi tacka Behroz Haidarian, driftingenjör på Göteborgs Stad, Kretslopp och Vatten, med flera för ett lärorikt studiebesök vid läcksökning. Avslutningsvis vill vi tacka David Andersson, VA-chef i Tjörns kommun, för gott samarbete och visat intresse för vårt arbete i form av god kommunikation och studiebesök.

Viktor Alfredsson, Felicia Ljungblad, Emma Hansson, Elin Morin, Elin Karlsson & Jenny Torell Paulsson, maj, 2023.

Tjörns kommuns dricksvattenläckage och hur det kan minimeras
VIKTOR ALFREDSSON, EMMA HANSSON, ELIN KARLSSON, FELICIA
LJUNGBLAD, ELIN MORIN, JENNY TORELL PAULSSON
Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Sammandrag

I Sverige förekommer det stora dricksvattenförluster från distributionsnäten och en av faktorerna till detta är dricksvattenläckage. Mängden vatten som läcker ut beror på storleken av skadan på ledningen och upptäcks med hjälp av diverse undersökningsmetoder. Idag är problemet mer aktuellt eftersom det blir vanligare med vattenrestriktioner. Det bör därför ske en omställning till att arbeta mer aktivt med problemet och med läcksökning. Syftet med studien är att undersöka situationen i Tjörns kommun som idag har stora problem med dricksvattenläckage.

Genom en litteraturstudie och kommunikation med Tjörns kommun har data och information samlats in för att utvärdera situationen. En beräkning har genomförts av nattförbrukningen, som är en metod för att undersöka potentiella läckage. Litteraturstudien har resulterat i olika diskussionspunkter för att utvärdera förbättringsmöjligheter för att Tjörns kommun ska kunna minska dricksvattenläckaget. En viktig del i omställningen till att aktivt arbeta med problematiken är bland annat anpassade val av undersökningsmetoder samt ökad förnysetakt av distributionsnätet. En ekonomisk förändring i form av ökade resurser krävs för att minska läckagen. Detta är viktigt för att uppnå en hållbar utveckling ur ett ekonomiskt, socialt och miljömässigt perspektiv.

Tjörn Municipality's Drinking Water Leakage and how it can be Minimized
VIKTOR ALFREDSSON, EMMA HANSSON, ELIN KARLSSON, FELICIA
LJUNGBLAD, ELIN MORIN, JENNY TORELL PAULSSON
Department of Architecture and Civil Engineering
CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Abstract

In Sweden, there are large losses of drinking water from the distribution networks and one of the factors behind this is drinking water leakage. The amount of water that leaks out depends on the size of the pipe's damage and is detected with the help of various investigation methods. Today, the problem has become more relevant as water restrictions are becoming more common. Therefore, there should be a change to work more actively with the problem and with leak detection. The purpose of this study is to investigate the drinking water situation in Tjörn's municipality, which today has major problems with drinking water leakage.

Through a literature study and communication with the municipality of Tjörn, data and information have been collected to evaluate the situation. The night consumption of drinking water has been calculated, which is a method to investigate potential leaks. The literature study has resulted in various points of discussion to evaluate potential changes for the municipality to be able to reduce drinking water leakage. An important part of the transition to actively work with the problem is to adapt the right choices of investigation methods and increase the rate of renewing the distribution network, among other things. An economic change in the form of increased resources is required to reduce the leakage. This is important to achieve sustainable development from an economic, social and environmental perspective.

Begreppsförklaring

Aktiv läcksökning: Läcksökning för att upptäcka läckor innan de blir akuta, vilket medför att de kan lagas tidigare och en mindre volym vatten läcker ut.

Dricksvattenläckage: Dricksvatten som läcker ut ur distributionsnätet via ledningar eller skarvar mellan ledningar. Läckage kan uppstå på grund av utvändigt korrosion, mekanisk belastning, påtvingad deformation eller temperaturskiftningar.

Egenförbrukning: Vatten som kommunen använder till egen verksamhet, exempelvis för att spola ledningar och vid brandsläckning.

Infrastrukturläckageindex (ILI): Nyckeltal för att beskriva vattenförluster.

Korrelator: Ett datoriserat instrument som används för att analysera läckans position med hjälp av ljudvågor.

Marklyssnare: Ett instrument som används för att lyssna efter läckage i vattenledningar.

Nattförbrukning: Dricksvattenförbrukning under natten. Kan användas för att identifiera att ett läckage har uppstått men inte för att precisera läckagets exakta position.

Odebiterat vatten: Vatten som inte debiteras på grund av läckage, stöld, mätarfel eller egenförbrukning.

Passiv läcksökning: Läckagen lagas vid akuta händelser där uppträngande vatten detekterats eller där ledningen blir trycklös och inte kan leverera vatten.

Reservoar: Efter att dricksvattnet har lämnat vattenverket förvaras det i en reservoar innan det transporteras vidare till konsument. Det finns två typer av reservoar: hög- och lågreservoar.

Råvatten: Yt- och grundvatten som är avsatt att användas som dricksvatten med eventuell beredning.

Tryckfall: Vattentrycket i en ledning minskar kraftigt.

Undersökningsmetoder: Metoder för att identifiera dricksvattenläckage och specificera dess position.

VA: Vatten- och avlopp.

Vattenverk: I vattenverk bereds dricksvatten innan det pumpas ut i distributionsnätet. Beredningen består av olika processteg beroende på vilken typ av råvatten som används.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och problembeskrivning	2
1.3	Avgränsningar	2
2	Litteraturstudie: dricksvattenförsörjning och vattenförluster från det kommunala ledningsnätet	3
2.1	Vattenverk och beredningsprocesser i Sverige	3
2.2	Distribution av dricksvatten i Sverige	4
2.2.1	Reservoarers syfte och utformning	5
2.2.2	Dricksvattennätets utformning	5
2.2.3	Rörmaterial i svenska dricksvattenledningar	5
2.2.4	Återströmningsskydd och vattenmätare	6
2.3	Avgifter för vatten och avlopp	6
2.4	Lagar och regler för dricksvatten	7
2.4.1	Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvattenberedning	7
2.4.2	EU-direktiv om dricksvatten	7
2.5	Orsaker bakom dricksvattenläckage	8
2.5.1	Hållfasthet för ledningsmaterial	8
2.5.2	Utvändig korrosion på dricksvattenledningar	8
2.6	Reparation, schaktning och förebyggande åtgärder för dricksvattenläckage	9
2.6.1	Reperationsmetoderna repmuff och infällning	9
2.6.2	Schaktning för att laga läckage	9
2.6.3	Förebyggande åtgärder	10
2.7	Konsekvenser av dricksvattenläckage	10
2.7.1	Ekonomisk påverkan samt resursslöseri	10
2.7.2	Samhällspåverkan på grund av dricksvattenläckage	11
2.7.3	Mikrobiologiska risker	11
3	Arbetsmetoder för att identifiera och utvärdera dricksvattenläckage	12
3.1	Undersökningsmetoder för identifiering av dricksvattenläckage	12
3.1.1	Passivt och aktivt läcksökningsarbete	12
3.1.2	Zonindelning av dricksvattennät	13
3.1.3	Analysering av nattförbrukning	13
3.1.4	Läcksökning med tryckmätning	14

3.1.5	Akustiska läcksökningsmetoder.....	14
3.1.6	Läcksökning med spårgas.....	16
3.1.7	Läcksökning med hund.....	16
3.1.8	Visuellt märkbara förändringar.....	17
3.1.9	Sparsamt använda undersökningsmetoder.....	18
3.2	Nyckeltal och vattenbalans för dricksvatten.....	18
3.2.1	Nyckeltal inom dricksvattenläckage.....	18
3.2.2	Vattenbalans för dricksvatten.....	19
4	Tjörn kommuns dricksvattenförsörjning.....	21
4.1	Utformningen av Tolleby vattenverk.....	21
4.2	Distribution av dricksvatten på Tjörn.....	22
4.3	Avgifter för vatten och avlopp i Tjörns kommun.....	23
4.4	Odebiterat dricksvatten i Tjörns kommun.....	23
4.5	Undersökningsmetoder på Tjörn.....	23
4.5.1	Zonindelning av kommunen.....	24
4.5.2	Nattförbrukning av dricksvatten.....	24
4.5.3	Läcksökning med hund.....	24
4.5.4	Akustiska läcksökningsmetoder, läcksökning med tryckmätning och visuellt märkbara förändringar.....	25
5	Resultat och diskussion.....	26
5.1	Nattförbrukningen på Tjörn.....	26
5.2	Tillvägagångsätt för att minska dricksvattenläckage.....	27
5.3	Socioekonomiska konsekvenser av dricksvattenläckage.....	28
5.4	Risker och vidare utveckling.....	28
6	Slutsats.....	30
7	Referenser.....	
	Bilaga 1.....	

1 Inledning

Tillgången till rent vatten är en förutsättning för att bibehålla en god hälsa och omfattar ett ömsesidigt samhällsansvar. Tidigare har Sverige haft god tillgång till råvatten samtidigt som det har varit billigt att bereda och distribuera vatten (Malm m.fl., 2019). Idag är situationen annorlunda med ökande problem som vattenbrist och låga grundvattennivåer till följd av ett varmare klimat. Under sommaren 2018 hade drygt en tredjedel av Sverige kommuner restriktioner gällande vattenanvändning. En lösning är därför att se över och åtgärda förlusterna på ledningsnätet eftersom att bygga ut vattenverken är både kostsamt och tidskrävande.

1.1 Bakgrund

Sverige anses ha relativt stora dricksvattenförluster jämfört med andra länder (Malm m.fl., 2019). Genomsnittet för läckaget i landet är 20 procent och har beräknats genom att mäta skillnaden mellan den mängd vatten som distribuerats ut till vattennäten och vattenförbrukningen hos kunderna. En anledning till den stora volym vatten som läcker ut från ledningsnätet kan förklaras genom att den svenska VA-infrastrukturen till största del anlades under mitten av 1900-talet (Svenskt Vatten, 2022d). Ledningsnätet är i stort behov av renovering, men dessvärre har förnysetakten varit låg och med tiden har risken för läckage ökat. Ett rörbrott kan snabbt observeras på grund av att vatten svämmar över marken. Problemet är att upptäcka mindre hål vilket gör att stora volymer kan läcka ut under lång tid. Ett hål lika stort som diametern av en penna motsvarar ett flöde på en liter per sekund, under ett normalt förekommande tryck.

Några vanliga undersökningsmetoder som finns för att detektera dricksvattenläckage är bland annat att använda marklyssnare, korrelator och spårgas (se kapitel 3.1) (Lindbom & Andersson, 2015). Det finns ytterligare ett flertal metoder som ännu inte nått sin fulla potential men är under utveckling, som exempelvis termografi och radarteknik. En annan ny metod som har testats i Sverige är att använda en läcksökningshund med hundförare (se kapitel 3.1.7) (Lindholm, 2021). Hunden kan söka sig till dricksvattenläckage från det kommunala ledningsnätet och metoden har bland annat använts i ett projekt för Tjörns kommun.

Tjörns kommun har stora dricksvattenförluster och i dagsläget utgår det odebiterade vattnet till 45 procent av det producerade vattnet enligt David Andersson, vatten- och avloppschef för Tjörns kommun (personlig kommunikation, 2023) Fördelningen av det odebiterade vattnet är svårt att kategorisera eftersom det inkluderar både läckage och kommunens egenförbrukning, exempelvis spolning av vattenledningar. Utöver detta hade Tjörns kommun den högsta VA-avgiften i hela landet år 2022 enligt statistik från Svenskt Vatten (2022b). Orsakerna till detta är bland annat att de har ett gammalt ledningsnät med eftersläpande underhåll vilket resulterar i energiförluster och resursslöseri (D. Andersson, personlig kommunikation, 2023). Vidare bidrar detta inte till en hållbar utveckling och kan komma att bli ett större problem vid framtida klimatomställningar om inga åtgärder vidtas.

1.2 Syfte och problembeskrivning

Kandidatarbetet syftar till att beskriva problematiken för Tjörns kommun gällande deras stora dricksvattenläckage från distributionsnätet. Arbetet ska tydliggöra orsaker, åtgärder samt konsekvenser med avseende på dricksvattenläckage. Inledningsvis har en utförlig litteraturstudie genomförts för att besvara följande frågeställningar:

- Hur uppskattas mängden dricksvatten som aldrig når konsumenten?
- Vad finns det för orsaker till dricksvattenläckage?
- Vilka undersökningsmetoder är lämpliga att använda för att identifiera dricksvattenläckage?
- Vilka tillvägagångssätt kan ge mest fördelaktiga resultat med avseende på att minska dricksvattenläckage?
- Vad blir konsekvenserna av ett dricksvattenläckage och hur påverkar det en hållbar utveckling?

1.3 Avgränsningar

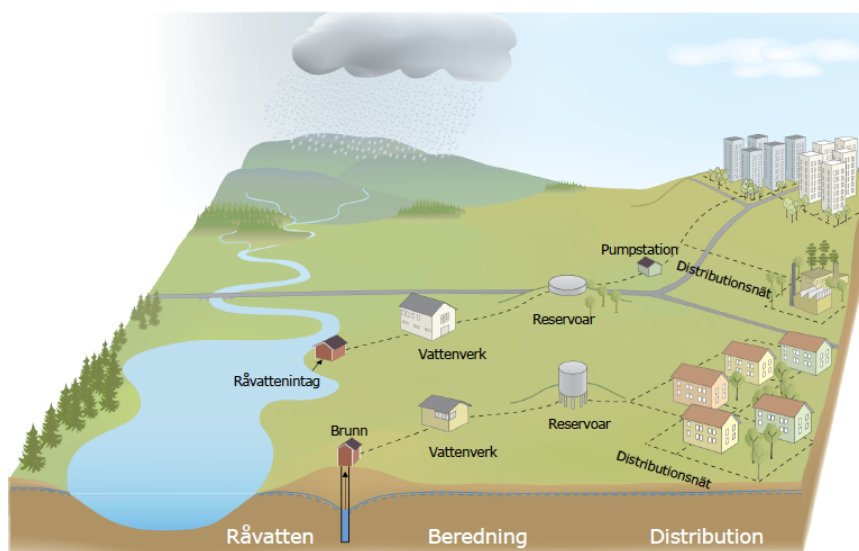
Studien avgränsas geografiskt till Tjörns kommun där fokus endast är på deras egen produktion och läckage av dricksvatten. Endast det kommunala ledningsnätet med avseende på förbrukning och dricksvattenläckage behandlas, egen brunn beaktas ej. I studien behandlas flera olika typer av undersökningsmetoder för att identifiera dricksvattenläckage och specifika metoder som används på Tjörn preciseras. Ett beräkningsexempel för nattförbrukningen i Tjörns kommun avgränsas endast till en godtycklig natt. I studien behandlas inte historiska problem med läckage utan nutid och framtid beaktas.

2 Litteraturstudie: dricksvattenförsörjning och vattenförluster från det kommunala ledningsnätet

Dricksvatten är vårt mest kontrollerade livsmedel och en förutsättning för liv, hälsa och livsmedelsproduktion (Svenskt Vatten, 2021). I Sverige används cirka 140 liter vatten per person och dag och det är en självklarhet att kunna dricka vattnet direkt ur kranen utan att bli sjuk. Vattnet ska inte heller vara grumligt, missfärgat eller lukta illa. En storskalig dricksvattenförsörjning är komplex och behöver fungera dygnet runt och året om (Livsmedelsverket, 2022). Det är många aktörer som är involverade i dricksvattenförsörjningen, som sträcker sig från vattentäkt till vattenkran, se figur 1.

Figur 1

Vattnets transport från råvatten till konsumenten



Kommentar. Från T. Petterson, personlig kommunikation, 2 Maj 2023. Återgiven med tillstånd.

2.1 Vattenverk och beredningsprocesser i Sverige

Det är kommunerna som är ansvariga för att producera allt dricksvatten med undantag för bostäder utanför bebyggt område där dricksvattenförsörjningen sker genom egna brunnar (Svenskt Vatten, 2016b). Det kommunala dricksvattnet renas i vattenverk för att säkerställa att det håller en god kvalitet (Svenskt Vatten, 2017a). Varje år produceras cirka 900 miljarder liter dricksvatten fördelat på 1 750 vattenverk runt om i landet. Dricksvattnet produceras av råvatten och definieras enligt Livsmedelsverket (2023e) som ”... vatten som är avsett att användas som dricksvatten efter uppföring eller intag och eventuell beredning ...”. De olika typerna av råvatten som främst används i Sverige är ytvatten och grundvatten (Svenskt Vatten, 2016b).

Metoderna för att rena ytvatten och grundvatten skiljer sig åt på grund av dess olika kvalitet där grundvatten oftast kräver färre beredningssteg eftersom grundvatten renas naturligt i marken (Modin, 2020). Nackdelen med grundvatten är att det är svårare att producera en större mängd vatten, vilket krävs för att kunna försörja större städer och därför används ytvatten mestadels till detta. För att skapa goda förutsättningar för ett säkrare råvatten kan ett vattenskyddsområde inrättas (Svenskt Vatten, 2023). Syftet med vattenskyddsområdet är att eliminera eventuella risker för att skydda grund- eller ytvattentäkter för att säkerställa god dricksvattentillgång även i framtiden.

Enligt Livsmedelsverket (2023c) är den största risken med dricksvattenförsörjning kopplat till spridning av vattenburna sjukdomar. Utbrotten av dessa sjukdomar beror ofta på att råvattnet har kontaminerats med sjukdomsframkallande mikroorganismer av fekalt ursprung från människor eller djur som passerat beredningsstegen i vattenverket. Därför är det särskilt viktigt att ha mikrobiologiska säkerhetsbarriärer. En mikrobiologisk säkerhetsbarriär är ett beredningssteg eller åtgärd där förekomsten av patogena bakterier, virus och parasiter elimineras i ett vattenverk. Barriärerna kan bygga på två olika principer och dessa är avskiljning och inaktivering.

Enligt Livsmedelsverket (2023c) klassas följande beredningssteg som barriärer:

- Kort konstgjord infiltration av ytvatten (kortare tid än 14 dagar).
- Kemisk fällning med efterföljande filtrering.
- Långsamfiltrering.
- Primär desinfektion.
- Filtrering genom membran med en nominell porvidd som är mindre eller lika med 100 nm (nanometer), vilket är samma sak som 0.1 μm .

Ett beredningssteg som är vanligt förekommande för de båda typerna av råvatten är desinfektion (Svenskt Vatten, 2016b). Desinfektion görs i slutsteget i vattenverket innan vattnet ska distribueras ut i dricksvattenätet för att kunna säkerställa att vattnet bibehåller god kvalitet även i ledningsnätet. Desinfektion kan utföras genom att tillsätta klor eller ozon, eller genom att belysa med UV-ljus. Vid långa ledningssträckor kan även en sekundär desinfektion vara nödvändig för att förhindra mikrobiologisk tillväxt i ledningsnätet (Thureson, 2007).

2.2 Distribution av dricksvatten i Sverige

Efter att vattnet har behandlats i vattenverket ska det distribueras till konsumenterna (Svenskt Vatten, 2016a). En vanlig utformning är att lagra dricksvattnet i en lågreservoar nära vattenverket för att sedan pumpa ut det till nätet. Dricksvattennätet i Sverige är över 111 000 kilometer långt och vattnet levereras ut under högt tryck (Svenskt Vatten, 2022d).

Ledningarna i nätet kan sedan variera med olika material, där några vanliga är segjärn, stål och plast. Inom fastigheten installeras återströmningsskydd samt vattenmätare.

2.2.1 Reservoarers syfte och utformning

För att klara av variationer i förbrukningen under dygnet samt att jämna ut trycket i ledningsnätet finns det reservoarer ute i distributionsnätet (Svenskt Vatten, 2017b). En annan funktion som reservoaren fyller är att utgöra en reserv vid exempelvis driftbrott eller brandsläckning. Reservoarer ute i ledningsnätet kan antingen vara hög- eller lågreservoarer. Från en lågreservoar distribueras dricksvatten genom pumpning och för högreservoarer kan dricksvattnet distribueras med självfall på grund av dess höga placering.

2.2.2 Dricksvattennätets utformning

Dricksvattennätet kan delas in i tre olika typer av ledningar och dessa är huvudledningar, distributionsledningar och servisledningar (Eliasson, 2016). Huvudledningarna är det grövre nätet som utgår från vattenverket och pumpstationer som fördelar vattnet ut i samhället. Distributionsnätet följer ofta gatunätet och är därmed ett finmaskigare nät. Servisledningarna ägs av fastighetsägaren som har ensamt ansvar för drift, underhåll och förnyelse. Servisledningen ansluter en fastighet till det kommunala distributionsnätet och förser enskilda konsumenter med vatten.

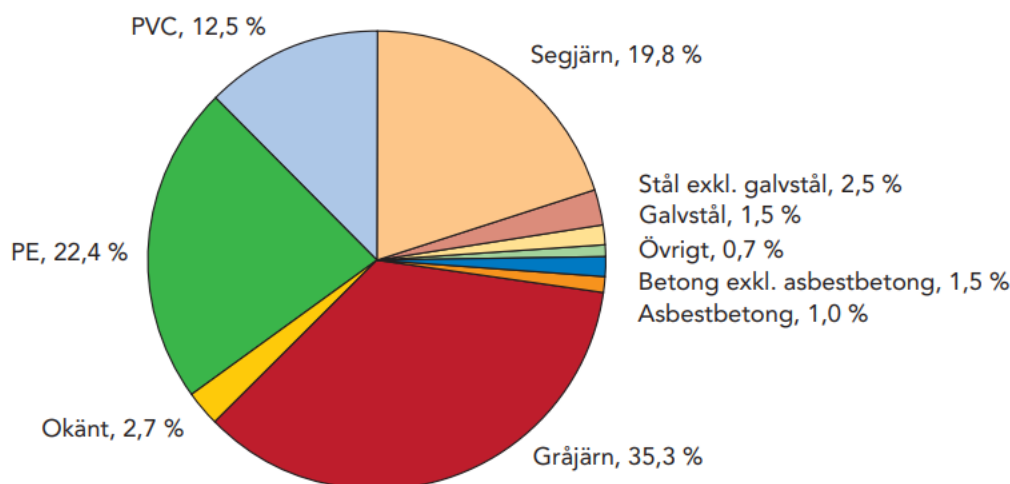
De olika nätsystemen som finns är cirkulationsnät och förgreningsnät samt en kombination av båda (Celander, 2004). Ett cirkulationsnät har flera fördelar ur hydraulisk synpunkt och är därför den vanligaste lösningen. Matningen i denna typ av nät kan ske från två eller flera håll vilket gör att ett rörbrott inte behöver resultera i att konsumenterna blir utan vatten. En nackdel med detta system är att det är dyrare eftersom längre ledningslängder samt fler ventiler behövs. Ventilerna är till för att göra systemet mer driftsäkert och underlättar vid reparationer eftersom vattentillförseln för den berörda ledningssträckan kan stängas av. Förgreningsnät används i mindre förbrukningsområden och fördelen med detta system är att den totala ledningslängden blir kortare och därmed billigare att anlägga. En konsekvens av ett förgreningsnät är att fler konsumenter kan bli utan vatten vid ett rörbrott.

2.2.3 Rörmaterial i svenska dricksvattenledningar

Vanliga rörmaterial i huvudledningarna i ett dricksvattennät är gjutjärn, PVC (polyvinylklorid) och PE (polyeten) (Malm m.fl., 2011). Gjutjärn är ett begrepp som inkluderar både segjärn och gråjärn. Gråjärn användes fram till 1970-talet och ersattes sedan av segjärnsrör. Gråjärn är det äldsta materialet i vattenledningarna med undantag för enstaka träledningar. Materialen som började användas under senare 1900-tal var segjärn-, PVC-, och PE-ledningar. PVC-rören har använts sedan mitten av 1960-talet men mot slutet av 1980-talet inleddes en miljödebatt huruvida rören hade en negativ miljöpåverkan. De första plastledningarna hade en sämre hållfasthet än dagens ledningar. PE-ledningar har under de senaste decennierna blivit alltmer vanliga och är idag det material som dominerar för nya ledningar (Alesand, 2013). Materialfördelningen för det svenska dricksvattennätet visas i figur 2.

Figur 2

Materialfördelning för distributionsnätet i Sverige år 2008



Kommentar. Från Rörmaterial i svenska VA-ledningar–egenskaper och livslängd, av Malm, A m.fl., 2011, https://vav.griffel.net/filer/rapport_2011-14.pdf. Återgiven med tillstånd.

Andra material som kan förekomma i ledningar är betong och stål (Malm m.fl., 2011). Armerade betongrör är starka och har ingen påverkan på vattenkvaliteten, dock anläggs inte dessa rör idag på grund av drifterfarenheter. Stålrör började tillverkas efter andra världskriget på grund av brist på gjutjärn. Idag används de endast för större dimensioner och är invändigt isolerade med cement samt utvändigt isolerade med PE.

2.2.4 Återströmningsskydd och vattenmätare

Inom fastigheten installeras vattenmätare och återströmningsskydd (Svenskt Vatten, 2016a). Återströmningsskyddet är till för att minimera riskerna som hör till att vattnet strömmar tillbaka till dricksvattenledningen och därmed påverkar vattenkvaliteten (Svenskt Vatten, 2016c). Det är Boverket som är ansvarig myndighet för att utforma lagar och föreskrifter om dessa installationer och enligt reglerna ska ett återströmningsskydd finnas. En vattenmätare används för att kunna mäta kunders förbrukning av kallvatten (Svenskt Vatten, 2022e). Det är VA-huvudmannen som ansvarar för vattenmätaren och för att läsa av denna regelbundet.

2.3 Avgifter för vatten och avlopp

Kostnaderna för vattentjänsterna regleras i kommunens VA-taxa (Svenskt Vatten, 2022c). I Vattentjänstlagen (SFS 2006:412, 34 §) står det att VA-avgifternas belopp samt hur dessa ska betalas ska framgå av en taxa och att det är kommunen som ska meddela föreskrifterna om VA-taxan. Varje kommun bildar ett eget VA-kollektiv som ska stå för sina egna kostnader enligt svensk lag (NSVA, u.å.). Det är VA-taxan som ska finansiera kostnaderna för kollektivet och inte via kommunens skattemedel. Verksamheten får inte heller vara vinstdrivande utan avgifterna ska enbart finansiera de kostnader som hör till den allmänna vatten- och avloppsverksamheten. Avgifterna varierar mellan kommuner eftersom de olika

förutsättningarna skiljer sig åt. Detta kan exempelvis bero på antalet anslutna invånare, ledningslängd, antal vattenverk och dess utformning, ålder och skick på ledningsnät, infrastrukturens omfattning samt framtida behov.

2.4 Lagar och regler för dricksvatten

Inom dricksvattenberedning finns flera olika typer av regleringar att ta hänsyn till. I Sverige styrs dessa regleringar av Livsmedelsverket (LIVSFS 2022:12). En annan reglering är EU:s dricksvattendirektiv som nyligen trädde i kraft och beskriver hur medlemsstaterna ska hantera frågor som berör kvalitet på dricksvatten (Europaparlamentet & Europeiska unionens råd, 2020/2184). Utifrån direktivet inför Sverige egen lagstiftning som inkluderar framtida hantering och beredning av dricksvatten.

2.4.1 Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvattenberedning

Det är Livsmedelsverket som ansvarar för föreskrifterna gällande dricksvatten i Sverige, med undantag för verksamheter som försörjer mindre än 50 personer eller med en volym under tio kubikmeter per dygn samt om dessa inte är kommersiella eller offentliga verksamheter (Livsmedelsverket, 2023d). Ett annat undantag är för fastigheter med egen brunn. I LIVSFS 2022:12 beskrivs hur dricksvattenberedning ska tillämpas, vem som har skyldighet att följa föreskrifterna och hur vattnet kvalitetssäkras (LIVSFS 2022:12). Vidare beskrivs även hur verksamhetsutövare ska formulera sina metoder för undersökning, hur åtgärder bör vidtas samt de undantag som finns. För att vattnet ska uppnå kvalitetskraven finns gränsvärden på mikroorganismer, kemiska och radioaktiva ämnen samt indikatorparametrar. De mikroorganismer som regleras är E.coli (*Escherichia coli*) och Intestinala enterokocker. Exempel på kemiska och radioaktiva ämnen är klor, nitrat, nitrit, PFAS 4 och 21 (per- och polyfluorerade alkylsubstanser) samt radon. Indikatorparametrar inkluderar exempelvis färg, järn, konduktivitet, långsamväxande bakterier och totalt organiskt kol. Enheten på respektive gränsvärdesparameter samt storleken på värdet varierar beroende på vad som mäts. Förekommer avvikelser från gränsvärdena behöver åtgärder omedelbart vidtas. I LIVSFS (2022:12) beskrivs de tillåtna kemikalierna för dricksvattenberedning samt dess tillåtna dosering. Föreskrifterna inkluderar inte reglering av dricksvattenläckage.

2.4.2 EU-direktiv om dricksvatten

EU-direktivet handlar om kvaliteten på dricksvatten och hur den ska säkerställas (Europaparlamentet & Europeiska unionens råd, 2020/2184). Direktivet innehåller beskrivningar om hur god kvalitet ska uppnås samt vilka parametrar som regleras. Vidare finns gränsvärden kopplade till mikrobiologiska, kemiska och indikatorparametrar samt parametervärden för fastighetsinstallationer beskrivna. Dessa värden är strikta maximalt tillåtna värden som inte får överskridas utan särskilda undantag. I direktivet framgår även hur övervakning ska ske i form av övervakningsprogram, parametrar som indikerar om något är fel, provtagning, riskbedömning och riskhantering. Direktivet trädde i kraft 12 januari 2023 och ska ses över vart femte år.

Idag finns det inget givet värde för tillåtna läckage i EU:s dricksvattendirektiv, men ett tröskelvärde ska tas fram senast 12 januari 2028 (Europaparlamentet & Europeiska unionens råd, 2020/2184). I direktivet framgår att varje land ska upprätta en bedömning för nationens läckage samt hur dricksvattenläckage potentiellt kan minskas, senast 12 januari 2026. För att konstatera hur mycket läckagen kan minskas ska infrastrukturläckageindex (ILI) eller likvärdig metod användas (se kapitel 3.2.1). Denna bedömning berör vattenleverantörer i större skala som försörjer 50 000 personer eller fler, eller levererar minst 10 000 kubikmeter dricksvatten per dygn. Efter fastställt tröskelvärde ska nationer som överskrider detta formulera en handlingsplan för att minska läckagen till tillåten nivå.

2.5 Orsaker bakom dricksvattenläckage

Enligt Svenskt Vatten (2022d) är det vanligt att vattenläckage uppstår vid temperaturskiftningar men det kan även orsakas av utvändigt korrosion eller annan yttre påverkan. Större delen av Sveriges VA-infrastruktur anlades på 1900-talet och har sedan dess utstått ett flertal fysikaliska och kemiska påfrestningar och är i dagsläget i behov av renovering. Den VA-infrastruktur som finns kvar är uppbyggd av olika material som har ett specifikt beteende vid belastning vilket resulterat i olika slitage på ledningarna.

2.5.1 Hållfasthet för ledningsmaterial

Fasta kroppar reagerar olika vid mekanisk belastning, påtvingad deformation eller vid temperaturskiftningar (Nationalencyklopedin, u.å-a). Detta beskrivs med ordet hållfasthet och är kopplat till de material som vanligtvis används till dricksvattenledningar i Sverige. Exempelvis kan dricksvattenledningar vara utformade i cement, gjutjärn, plast, betong eller stål (Malm m.fl., 2011). Vid temperaturskiftningar i omgivningen expanderar material vid en temperaturhöjning och kontraherar vid en temperaturminskning (Hjalmarsson & Pettersson, 2017). Detta kan oftast resultera i sprickbildningar vilket är vanligt för betongledningar.

En påtvingad deformation kan exempelvis orsakas av olyckor vid byggnation vilket kan resultera i ett rörbrott och beror på bristande kännedom av ledningarnas position i marken. Utöver detta förändrar även byggnationer eller annan typ av markarbete belastningen på dricksvattenledningar i närområdet. Vid högre belastning på markytan ökar effektivspänningarna i jordprofilen vilket leder till uppkomst av deformationer som även kallas sättningar (Sällfors, 2013). Deformationerna i jordprofilen påverkar omgivningen runt dricksvattenledningarna vilket ökar risken för rörbrott.

2.5.2 Utvändigt korrosion på dricksvattenledningar

En annan orsak som kan leda till rörbrott och läckage är utvändigt korrosion. Korrosion kallas även med vardagligt språk ”rost” och uppstår på grund av en kemisk reaktion med den omgivande miljön (Nationalencyklopedin, u.å-b). Det är främst varierande markförhållanden och syretillgång som styr den utvändiga korrosionen och därmed uppträder den lokalt på ledningarna (Berghult & Elfström Broo, 2007).

2.6 Reparation, schaktning och förebyggande åtgärder för drickvattenläckage

Under 2019 uppkom cirka 7 700 läckor på huvudvatten- och servisledningar i Sverige och dessa tar i genomsnitt fem timmar att reparera (Sjöstrand m.fl., 2021). Beroende på ledningens material skiljer sig förutsättningarna med avseende på kostnader för både material och arbete vid lagning av en läcka (Mårtensson m.fl., 2018).

2.6.1 Reperationsmetoderna repmuff och infällning

Vid mindre skador, exempelvis sprickor, kan ledningen lagas med en repmuff (Appelqvist m.fl., 2012). En repmuff består av två halvcirklar som kan klämmas ihop runt ledningen och spännas fast åt med hjälp av bultar för att stoppa läckaget. Ledningen rengörs på utsidan innan repmuffen monteras för att motverka att jord och bakterier tränger in i dricksvattenledningen.

Vid större skador där exempelvis dricksvattenledningen har spruckit längs en längre sträcka krävs det att en del av ledningen ersätts (Alesand, 2013). I dessa fall används infällning vilket innebär att hela den skadade rördelen sågas bort för att sedan ersättas med en ny rördel. Skarvarna mellan det gamla röret och den nya rördelen tätas genom liknande anordningar som en repmuff. När det har uppkommit ett flertal längsgående skador bör det övervägas att byta ut hela ledningen. Detta kan bli mer ekonomiskt fördelaktigt på sikt eftersom en tidigare skadad ledning har större tendens att spricka igen.

2.6.2 Schaktning för att laga läckage

När ett nytt distributionsnät ska anläggas eller en dricksvattenläcka ska lagas behöver ett schakt grävas för att anlägga rören några meter under marken. För att uppnå en rimlig säkerhetsmarginal vid schaktning bör markens specifika egenskaper tas i beaktande (Lundström m.fl., 2015). När ett schakt för en vattenledning ska schaktas räcker det oftast att schakta med slänt, vilket innebär att det inte finns någon stödkonstruktion till hjälp. Schakt med slänt fungerar bra när vattenledningar ska anläggas eftersom de flesta vattenledningar inte behöver ligga djupt ner i marken. Dock kräver schakt med slänt att det finns gott om utrymme vid sidan av det blivande schaktet, vilket kan vara svårt om ledningen ska anläggas i en stad eller vid andra tätbebyggda områden. Vid djupare schakt för exempelvis huvudvattenledningar är det lämpligt att använda en stödkonstruktion. Stödkonstruktionen skapar förutsättningar för att gräva djupare och smalare schakt utan att en glidyta skapas, vilket är det vanligaste borttypen för schakt i lermaterial (Lundström m.fl., 2015). För att öka stabiliteten kan schakten grävas smalare och hållas öppna under en kortare tid, vilket ofta är möjligt när schakt för vattenledningar grävs.

2.6.3 Förebyggande åtgärder

För att kunna minska dricksvattenläckage krävs förebyggande åtgärder (Svenskt Vatten, 2022d). Detta kräver rätt kompetens och finansiell förmåga för att rusta upp och förnya VA-infrastrukturen. Det kommer att krävas stora investeringar för att skydda framtidens vattenförsörjning. Förnysetakten behöver öka med 40 procent för att inte riskera att underhållsarbetet ska öka i framtiden (Mårtensson m.fl., 2018). De nya ledningssystem som anläggs idag bör ha en livslängd på minst 100 år. Kunskap om statusen hos det enskilda systemet är en viktig förutsättning för att kunna göra rätt prioriteringar.

2.7 Konsekvenser av dricksvattenläckage

Omfattande skador på dricksvattenledningar kan leda till att en större del av samhället är utan vatten under en längre period, vilket kan innebära en risk för människors hälsa men kan även leda till höga kostnader och risker att föroreningar kommer in i ledningarna (SMHI, 2019). Utöver detta är det betydande att motverka resursslöseri för att minimera miljöpåverkan och risken för att förbruka en begränsad resurs.

2.7.1 Ekonomisk påverkan samt resursslöseri

Sötvatten är en begränsad resurs och utgör 3,5 procent av allt vatten som finns på jorden och används till exempelvis dricksvattenberedning (European Environment Agency, 2022). Vattenförluster medför att vatten produceras samt distribueras i onödan (Malm m.fl., 2019). Detta bidrar till högre driftkostnader för pumpning och energianvändning men även resursslöseri i form av en högre kemikalieförbrukning. Idag saknar Sverige ett lager av kemikalier för dricksvattenberedning och är därmed beroende av import vilket kan riskera tillgången till rent vatten vid ett instabilt omvärldsläge (Livsmedelsverket, 2023b).

Vidare medför dricksvattenläckage ekonomiska kostnader för samhället. Samhällskostnader för dricksvattenläckage innefattar direkta och indirekta kostnader, vilket innebär kostnad för att laga läckaget men även omkostnader för hantering av olika typer av trafik samt eventuellt behov av annat boende för de drabbade konsumenterna (Grimbäck & Silbersky, 2021). Även verksamheter drabbas hårt vid dricksvattenläckage eftersom det kan leda till ett plötsligt avbrott i vattenförsörjningen (Sjöstrand m.fl., 2021). Förädlingsvärdet minskar med tiden som avbrottet pågår men olika typer av verksamheter påverkas i olika hög grad, där hotell, restaurang och livsmedel är några av de mest drabbade.

Anslutna abonnenter har skyldigheter att följa de regler som anläggningen har upprättat samt betala avgifter för vattnet (Svenskt Vatten, 2022a). Om dessa skyldigheter inte uppfylls riskerar ärendet att hamna hos Kronofogden eller att dricksvattnet stängs av, dock får inte vattnet stängas av vid risk för hälsofara utan annan tillgång på vatten.

2.7.2 Samhällspåverkan på grund av dricksvattenläckage

Att ha tillgång till rent vatten är en mänsklig rättighet och en grundförutsättning för allt liv på jorden (Sveriges Biståndsmyndighet, 2021). Sverige, som är en medlemsstat i FN, har åtagit sig att följa *Agenda 2030* där mål nummer sex *Rent vatten och sanitet för alla* konkretiserar vilken typ av arbete som krävs för att åstadkomma detta (Regeringskansliet, u.å). Därtill ingår arbetet att minska dricksvattenläckage för att uppnå en långsiktig hållbar vattenanvändning samt en allmän god mänsklig hälsa i Sverige.

Vattenförluster som orsakas av dricksvattenläckage påverkar samhället lokalt. Ett flertal invånare i en kommun kan stå utan vatten under en begränsad period beroende på läckagets storlek (D. Andersson, personlig kommunikation, 2023). Detta leder inte till en livshotande situation eftersom kommunen kan tillföra nödvatten till de drabbade under tiden som läckaget lagas. Lagningen kan i sin tur påverka den fysiska framkomligheten i samhället men detta gäller under en begränsad period (Malm m.fl., 2019).

Ur ett bredare perspektiv är det urbanisering och befolkningstillväxt som ökar efterfrågan på sötvatten medan klimatförändringar och föroreningar påverkar den kontinuerliga tillförseln av rent vatten till allmänheten (European Environment Agency, 2012). Det är ett flertal faktorer som behöver tas hänsyn till för att säkerställa att det offentliga vattenförsörjningssystemet som går till hushåll, sjukhus och skolor tillgodoses med rent vatten. I bristande situationer där det inte finns tillgång till rent vatten minskar möjligheten att upprätthålla en god hygien vilket orsakar sjukdomar och en ohälsosam miljö (Regeringskansliet, u.å). Det är särskilt kvinnor och flickor som blir utsatta i dessa situationer i samband med menstruation. En god handhygien är den viktigaste åtgärden för att förebygga smittspridning vilket är väsentligt under exempelvis en pandemi (Folkhälsomyndigheten, 2022).

2.7.3 Mikrobiologiska risker

Av de kända dricksvattenrelaterade sjukdomsutbrotten är nästan 40 procent relaterade till händelser i ledningsnätet (Säve-Söderberg m.fl., 2013). Dricksvattnet kan kontamineras vid tillfällen då föroreningar tar sig in på ledningsnätet, vid exempelvis ledningsarbeten. Några av de vanligaste orsakerna till detta är ledningsbrott och tryckfall. Ett tryckfall kan uppstå vid en större vattenläcka, stora vattenuttag eller på grund av pumpstopp. Vid tryckfall kan okänt vatten eller andra föroreningar tränga in på distributionsanläggningen. Vid arbeten på ledningsnätet finns det, i de flesta kommuner, rutiner för att minska de mikrobiologiska riskerna. Två tredjedelar av Sveriges kommuner säger sig använda desinfektionsmedel vid arbeten på ledningsnätet. Den risk som bedöms störst av kommunerna är samtida ledningsbrott på dricksvatten- och avloppsledningar. Detta på grund av att i de flesta fallen ligger dessa ledningar i samma rörgrav. Riskerna begränsas genom åtgärder som att lägga avloppsledningarna under dricksvattenledningarna. För att minimera riskerna som blir av en akut mikrobiologisk kontaminering kan kommunen utföra en kokningsrekommendation. (Livsmedelsverket, 2023a). Detta eftersom kokning inaktiverar de mikroorganismer som kan ha förorenat dricksvattnet.

3 Arbetsmetoder för att identifiera och utvärdera dricksvattenläckage

En del av komplexiteten med minimering av dricksvattenläckage är att konstatera att ett läckage uppstått. För att identifiera läckaget och dess exakta position på ledningsnätet används olika typer av undersöknings- och läcksökningsmetoder. Utöver detta är det möjligt att studera flödesförändringar i ett system för att få information om eventuella läckage samt utvärdering av kvaliteten på distributionsnätet med hjälp av nyckeltal för att möjliggöra nationella och internationella jämförelser.

3.1 Undersökningsmetoder för identifiering av dricksvattenläckage

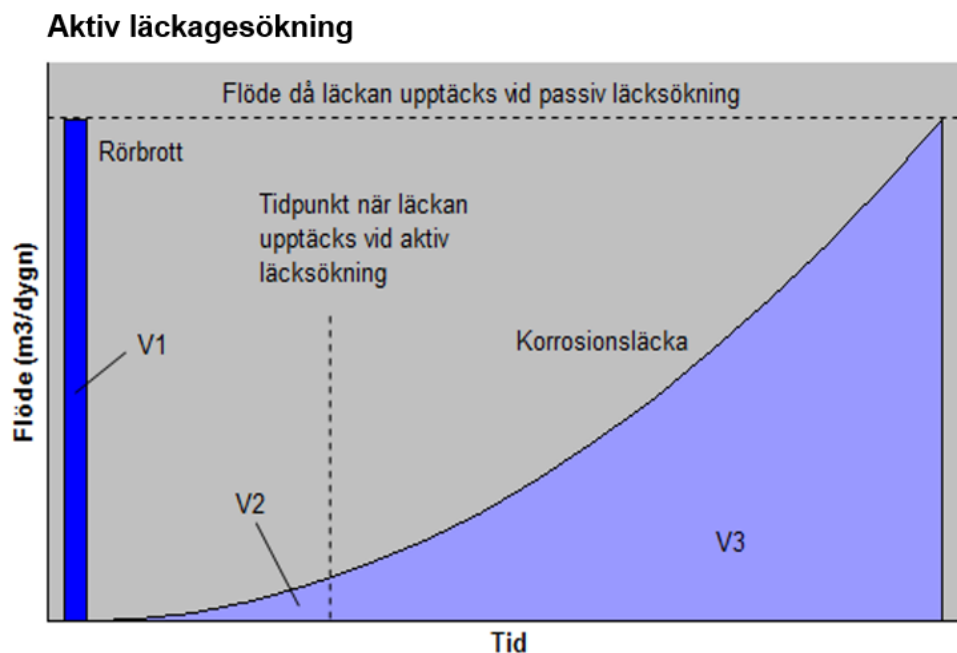
För att upptäcka och precisera dricksvattenläckage kan en eller flera undersökningsmetoder användas. Vilken läcksökningsmetod som används varierar mellan förutsättningar för ledningen, tidigare kunskaper och under vilka förhållanden som identifieringen ska göras. För att uppnå en effektiv läcksökningsprocess kan en kombination av undersökningsmetoder tillämpas.

3.1.1 Passivt och aktivt läcksökningsarbete

Det finns två olika sätt att arbeta med läcksökning, passivt och aktivt. Passivt läcksökningsarbete innebär att läckagen lagas vid totala brott där uppsträngande vatten detekterats eller där ledningen blir trycklös och inte kan leverera vatten (Malm m.fl., 2019). Dessa brott kan leda till kontaminering av vattnet och är oftast dyrare att åtgärda än mindre långvariga läckage. Aktivt läcksökningsarbete är således att läckagen upptäcks och lagas innan läckan blir akut. Denna typ av arbete är inte tvingande för ett fungerande dricksvattenledningsnät men minskar volymen vatten som läcker ut. I figur 3 illustreras två olika typer av brott, ett rörbrott som sker plötsligt och en korrosionsläcka med avseende på flöde och tid. De blåa områdena visar vattenvolymen som läcker ut, där implementering av aktiv läcksökning resulterar i signifikant mindre vattenförluster jämfört med passiv läcksökning.

Figur 3

Passiv och aktivläcksökning på olika typer av läckage med avseende på flöde och tid



Kommentar. Från B. Haidarian, personlig kommunikation, 7 Mars 2023. Återgiven med tillstånd.

3.1.2 Zonindelning av dricksvattennät

För att lokalisera var i vattenledningssystemet som läckorna uppstår kan en aktiv metod som kallas zonindelning användas (Malm m.fl., 2019). Metoden går ut på att dela in dricksvattenledningsnätet i zoner med hjälp av flödesmätare, fjärravlästa vattenmätare, som skickar värden till datorprogram. Mätdata kan sedan analyseras och vattenläckor eller vattenstölder på nätverket kan detekteras när dricksvattenförbrukningen i ett område ökar kraftigt. Stöld av vatten visar sig som ett stort bortfall under en kortare period medan en dricksvattenläcka ökar konsumtionen i zonen konstant under en längre period, förutsatt att inte trycket förändras. När en dricksvattenläcka har identifierats i en zon behöver en annan läcksökningsmetod användas för att precisera en exakt position för läckaget.

3.1.3 Analysering av nattförbrukning

En annan metod för att lokalisera dricksvattenläckage på ett övergripande sätt är nattförbrukning. Eftersom det används väsentligt mindre vatten nattetid och förbrukningen inte varierar signifikant, kan jämförelser mellan nätter göras för att identifiera dricksvattenläckage (Abdu & Ullén, 2014). Om nattförbrukningen i en zon plötsligt ökar till ett konstant högre flöde kan en läcka uppstått.

3.1.4 Läcksökning med tryckmätning

När det inträffar ett läckage på en ledning sker ett tryckfall som kan utnyttjas för läcksökning (Uusijärvi, 2013). Om en trycksänkning detekteras i ett område kan ventilerna som ligger i anslutning stängas systematiskt tills trycket återgår till det normala och därmed kan slutsatsen dras att läckan är lokaliserad på ledningsnätet som grenar ut efter ventilen. Därefter kan samma procedur utföras tills ventilen som ligger närmst läckan är identifierad. Vidare används en annan läcksökningsmetod för att ta reda på läckans exakta position. Tryckmätningssmetoden är lik zonindelningssmetoden på det sätt att båda minimerar området där läckan kan vara positionerad.

Tryckmätningen har dock fler nackdelar jämfört med zonindelning, till exempel är den svår att utföra på cirkulationssystem (Svenskt Vatten, 2019). Att stänga ventilerna kan vara tidskrävande och påverka kvaliteten på dricksvattennätet eftersom flödet till konsumenten kan stoppas. Ny teknik utvecklas där trycksensorer som baseras på IoT-teknik (Internet of Things). Dessa trycksensorer kan placeras ut i systemet och därmed skicka data till VA-organisationen (Malm m.fl., 2019).

3.1.5 Akustiska läcksökningsmetoder

Göteborgs Stad, Kretslopp och Vatten presenterade i samband med ett studiebesök olika akustiska läcksökningsmetoder som används i fält. Specifikt var detta en lyssnarstav med och utan elektronisk funktion samt korrelator. Stetoskop eller lyssnarstav är hjälpmedel som används för att precisera läckans position med akustik, se figur 4. Teknikerna utan elektroniska funktioner innebär att metoderna förlitar sig på lyssnarens förmåga. Metoden fungerar bäst på metalliska ledningar med diameter mellan 75 och 250 millimeter och med ett tryck på högre än tio meter vattenpelare (mvp) (Hamilton & Charalambous, 2013). För att precisera läckans position krävs optimala förutsättningar med minimalt störande ljud från omgivningen och material med god ledningsförmåga. Utöver detta kan tidigare lagningar samt tjäle i marken har en negativ inverkan på läcksökningsarbetet. Anledningen till detta är att ljudet får en annan spridning eller dämpas vilket leder till att läckan blir svårare att precisera. Därför är den mänskliga faktorn mycket avgörande och ställer krav på goda erfarenheter och kunskaper hos lyssnaren (Eriksson & Khorshed, 2019). Metoderna går att komplettera med en mikrofon och högtalare för att öka ljudvolymen.

Figur 4

Läcksökning med lyssnarstav



Kommentar. Test av lyssnarstav vid studiebesök tillsammans med Göteborgs Stad, Kretslopp och Vatten. Lyssnarstaven är analog och örat placeras mot trätratten för att lyssna.

Ytterligare finns det elektroniska akustiska läcksökningsmetoder där den vanligaste är korrelator med två sensorer, se figur 5 (Hamilton & Charalambous, 2013). Sensorerna placeras på varsin sida av läckan och med hjälp av ljudets hastighet kan avståndet till läckan avgöras. Metoden kräver kunskap om ledningens material och diameter. Nackdelen är att det antas vara samma material för hela den undersökta sträckan, vilket gör att eventuella materialförändringar påverkar exaktheten hos undersökningen. Därutöver kan omgivande jord påverka men främst är det material på ledningen och dess diameter som styr precisionen.

För att korrelatorn ska fungera antas en teoretisk hastighet på ljudet som utsöndras från läckan. Detta är en potentiell felkälla eftersom hastigheten i verkligheten kan variera mycket. När ljudet sprider sig har undersökningar visat att det är främst lågfrekvent ljud som korrelatorn detekterar (Gao m.fl., 2005). Detta medför att användaren av de akustiska metoderna har svårare att precisera läckan i plaströr än exempelvis metalliska ledningar. Anledningen för detta är att plast dämpar det lågfrekventa ljudet och signalerna inte når korrelatorn (Hamilton & Charalambous, 2013).

Figur 5

Korrelator



Kommentar. En korrelatorsensor fäst vid en ventil.

3.1.6 Läcksökning med spårgas

Spårgas är en vanlig aktiv läcksökningsmetod där en gas, som inte är giftig, sprutas in i den tömda vattenledningen och består vanligtvis av vanlig luft blandat med helium eller vätgas (Hunaidi m.fl., 2000). Gasen tränger ut ur läckagen och stiger till markytan, därefter används en gassensor för att lokalisera läckan. På grund av att ledningarna måste tömmas på vatten för att gasen ska kunna tränga ut ur läckorna kan en akustisk metod vara mer fördelaktig eftersom spårgas är dyrt och tidskrävande (Lindbom & Andersson, 2015).

3.1.7 Läcksökning med hund

Hundföraren Susanne Kihl har specialutbildat hunden Bruno för att kunna nosa sig fram till dricksvattenläckans lokalisering. Kandidatarbetsgruppen fick träffa hundföraren och hunden på det tidigare nämnda studiebesöket i Göteborg för att lokalisera en misstänkt läcka. Innan hunden läcksökte utfördes en sökning med korrelator som markerades på markytan i blått som ses i figur 6. Bilden visar även när hunden markerar läckan för hundföraren. När läckan sedan grävdes upp var det i nära anslutning till utslagen från de båda läcksökningsmetoderna.

En stor fördel med läcksökning med hund är att det inte krävs något förberedande arbete som exempelvis tillsättning av spårämnen i ledningen. Ytterligare fördelar är att läcksökningshunden kan arbeta i olika typer av miljöer, markförhållanden, med olika material på ledningen samt att omgivande ljud inte påverkar resultatet som för till exempel marklyssning. Effektiviteten med denna nya typ av undersökningsmetod är hög eftersom flera kilometer ledning kan genomsökas under en dag (Ritzén, 2021). Metoden är dessutom relativt träffsäker. Anledningen till detta är att hunden är tränad på doftbilden av dricksvatten och kan därför lukta sig fram till läckans ursprung (Specialsök, u.å).

Figur 6

Läcksökning med hjälp av hund



Kommentar. Hundföraren med hund ute på läcksökningsuppdrag. Hunden markerar var läckan är belägen. Tidigare läcksökning med korrelator är markerat med blått på marken som visas med den röda pilen.

3.1.8 Visuellt märkbara förändringar

Beroende på var dricksvattenläckaget är beläget och hur omfattande läckaget är kan det lokaliseras visuellt. Om en ledning i tät lera går sönder är sannolikheten stor att vattnet kryper upp till markytan och om platsen är torr i övrigt kan läckan lokaliseras med blotta ögat (D. Andersson, personlig kommunikation, 2023). Flödet i diken, bäckar och annan dränering kan även öka avsevärt och påvisa en läcka i området (Lundblad & Backö, 2012). Pumpstationer som används för att dränera vatten kan också vara till hjälp för att lokalisera vattenläckage. Om mängden vatten som pumpen förflyttar ökar drastiskt kan det bero på en vattenläcka i området och bör därför utredas vidare med hjälp av en annan läcksökningsmetod för att precisera läckans position. Utöver detta kan invånare anmäla visuellt märkbara förändringar i sitt närområde till kommunen.

3.1.9 Sparsamt använda undersökningsmetoder

Termografi är en läcksökningsmetod där en värmekamera används för att detektera läckorna eftersom dricksvattnet har en annan temperatur än resterande mark (Fahmy & Moselhi, 2009). Kameran kan endast detektera ytliga temperaturförändringar, i en väl dränerad jord där vattnet inte tränger upp till ytan kan en läcka därför förbli oupptäckt (J. Morin, personlig kommunikation, 2023). En sommardag med mycket solstrålning och skuggning kan göra att markytan får en ojämn temperatur vilket gör området svårkartlagt. Sammantaget är termografien svåransvänd och fungerar endast under specifika förhållanden som oftast inte förekommer i Sverige.

Radarteknik är en annan sparsamt använd läcksökningsmetod i utvecklingsstadiet. Tekniken använder dopplerradar som är en effektiv detekteringsmetod för att kartlägga rörelse i vatten (Rothman m.fl., 2013). På grund av att vattenytan varierar i karaktär är syftet att mottagaren kan detektera var vattenytan befinner sig. Frekvensen som sändaren avger kan regleras beroende på ledningens djup samt markförhållanden för att få det mest korrekta resultatet.

3.2 Nyckeltal och vattenbalans för dricksvatten

En metod för att identifiera förbättringsmöjligheter är att beräkna nyckeltal för distributionsnätet och därefter utvärdera vattenbalansen i det aktuella området. Vid jämförelse mellan kommuners distributionsnät används begreppet benchmarking, ett samlingsbegrepp med syfte att möjliggöra förbättring av ledningsnätet (Fellman, 2007). Kommuner som använder sig av dessa jämförande nyckeltal skapar därmed förutsättningar för nationell och internationell kommunikation (Stahre m.fl., 2007).

3.2.1 Nyckeltal inom dricksvattenläckage

Anledningen till att utveckla nyckeltal för ej debiterat vatten är för att skapa gemensam förståelse kring påverkande faktorer (Winarni, 2009). Ökande förluster är en indikator på behov av bättre planering och konstruktion av ledningsnätet där nyckeltal gör det möjligt att utvärdera effektiviteten av systemet. På grund av en utebliven standard och prestationsindikator (PI) för rapportering har det varit svårt att jämföra olika ledningsnät samt hur väl olika alternativ fungerar. Med detta som bakgrund presenterade IWA (International Water Association) ett internationellt tillvägagångssätt för att kunna göra bedömningarna (Winarni, 2009). IWA arbetade fram nyckeltalet ILI (Infrastructure Leakage Index). Fördelen med detta nyckeltal är att det tar hänsyn till faktumet att läckor alltid kommer att uppstå, till och med i de mest välfungerande systemen.

Infrastructure Leakage Index beräknas med hjälp av ekvationen $ILI = \frac{CARL}{UARL}$ (Winarni, 2009). CARL (Current Annual Real Losses) beskriver hur stora vattenförlusterna är. Detta påverkas mycket av långtidsunderhålningen av distributionsnätet då det naturligt uppstår läckage och förluster på äldre ledningar. CARL påverkas därmed bland annat av trycket och hastigheten i nätet samt faktorer om hur snabbt läckage upptäcks och åtgärdas. UARL (Unavoidable Annual Real Losses) beskriver den minsta teoretiska förlusten över ett väl fungerande system. Detta tar hänsyn till kombinationen av längd huvudledning och servisledning, antal fogar och

aktuellt tryck över distributionsnätet utan att inkludera bakgrundsläckage som ej är upptäckbara. Generellt beräknas både CARL och UARL i enheten liter/dygn. Detta gör att ILI skapar utvecklingsmöjlighet genom att inte inkludera all mängd ej debiterat vatten utan separerar förluster från läckage från övriga förluskällor (Malm m.fl., 2017).

I ett perfekt fungerade ledningsnät skulle värdet av ILI vara 1 (Malm m.fl., 2017). Detta innebär att endast oundvikliga förluskällor skulle uppstå på distributionsnätet. Verkliga förluster (CARL) i Sverige är cirka 2,9–4,4 m³/km/dygn och storleken av UARL på cirka 2,2 m³/km/dygn vilket resulterar i att Sverige får ett ILI på 1,3 till 2,0. Med internationella mått anses detta mycket bra eftersom Sverige generellt har god vattentillgång. Detta är framtaget med hänsyn på både huvudledningar och servisledningar.

Utöver detta är valet av enhet en avgörande faktor vid jämförelser mellan distributionsnät (Winarni, 2009). Beräkningarna är baserade på antaganden kring producerad vattenmängd, mängd importerat och exporterat vatten, konsumerad vattenmängd samt vattenförlusterna från systemet. Anledningen till att enheter är viktigt att poängtera är på grund av att det är många delar som påverkar, som exempelvis antal påkopplingar. IWA menar att PI bör ta hänsyn till påkopplingar och beräkningar bör räknas med enheten [m³/påkoppling/år] (Winarni, 2009). Undersökningar visar att servisledningar har fler läckage än huvudledningar. Anledningen till detta är att det är fler fogar och beslag på servisledningarna. Ytterligare kan olika enheter och nyckeltal vara intressanta att undersöka då förutsättningarna är olika för varje område (Malm m.fl., 2017). Storleken på läckagen från drickvattenledningarna påverkas av ledningslängden. Uppdelning på [m³/m ledningstyp] är därmed ett alternativ för att kunna göra en jämförelse i olika terränger.

3.2.2 Vattenbalans för dricksvatten

IWA har arbetat fram ett kalkylark för att kunna definiera det levererade vattnet i vad som är debiterat och odebiterat vatten (Malm m.fl., 2019). Den odebiterade tillåtna förbrukningen går till en stor mängd kommunala verksamheter, exempelvis brandsläckning, avloppsreningsverk, fontäner och idrottsanläggningar. Genom en systematisk metod kan kommunen bevaka vattenproduktion, vattenförlust och mängd vatten som konsumeras. Detta möjliggör att förlusterna kan identifieras utan att inkludera den tillåtna vattenförbrukningen. Ursprungligen är IWA:s tabell på engelska men översätts till svenska, se tabell 1.

Tabell 1

Vattenbalans för dricksvatten

Leverans	Tillåten förbrukning	Debiterad förbrukning	Debiterad och mätt förbrukning	Volym som ger intäkter
			Debiterad men omätt förbrukning	
		Icke debiterad förbrukning	Odebiterad men mätt förbrukning	Volym som inte ger intäkter
		Odebiterad och omätt förbrukning		
	Vattenförluster	Skenbart utläckage	Otillåten förbrukning och mätarfel	
		Verkligt utläckage	Utläckage kommunala vattenledningar	
Utläckage privata servisledningar				

Kommentar. Fördelning över levererat dricksvatten. Från *Vattenförluster från ledningsnätet – Beräkningsverktyg för en hållbar nivå*, av Malm, A m.fl., 2019, <https://vav.griffel.net/filer/svu-rapport-2019-17.pdf>. Återgiven med tillstånd.

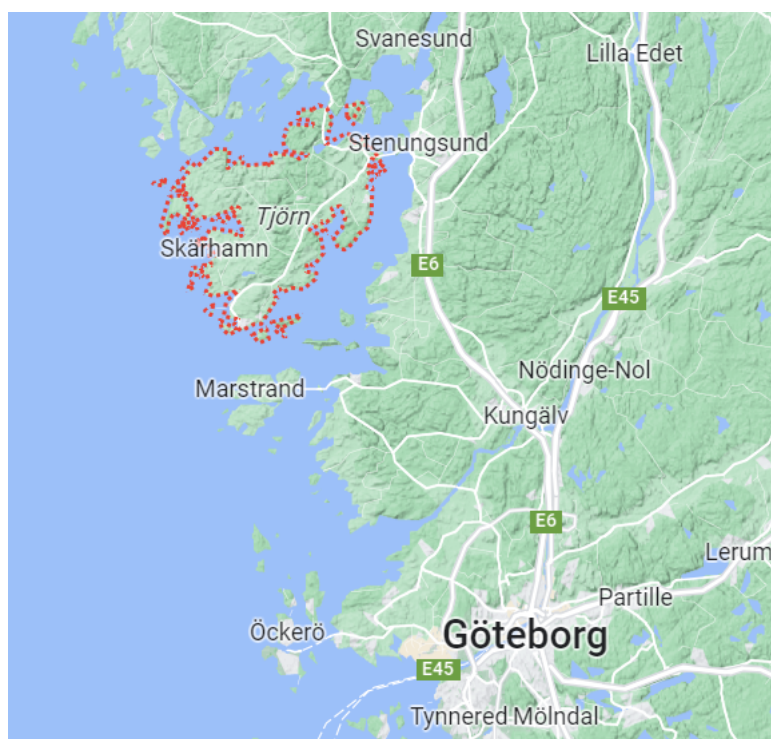
Syftet med metoden är att skapa internationell kommunikation och bestämmelser om de volymer som räknas som ej debiterat vatten, det vill säga volym som inte ger intäkter (Winarni, 2009). Genom att göra detta kan dricksvattenförlusterna, definieras som utläckage i tabell 1, separeras från övriga anledningar till volymen av ej debiterat vatten. Utifrån indata kan ILI beräknas för att bedöma hur väl distributionsnätet fungerar (Malm m.fl., 2019). IWA tog initiativ för att arbeta fram metoden för att väcka fokus på problemet och uppmuntra VA-ansvariga att aktivt arbeta för att minska förluster (Lambert, 2002).

4 Tjörn kommuns dricksvattenförsörjning

Tjörn är en ökommun med cirka 16 000 invånare som ligger vid den svenska västkusten, se figur 7 (Tjörns kommun, 2022b). Under sommaren fördubblas antalet invånare vilket ställer högre krav på dricksvattenförsörjningen. Det kommunala VA-nätet på Tjörn finns på stora delar av ön och vid glesare bebyggt område ordnar fastighetsägaren en egen brunn samt avloppsanläggning (Tjörns kommun, 2022a).

Figur 7

Karta över Tjörn kommun med omnejd



Kommentar. Rödsträckade markeringen visar kommungränsen för Tjörn. Från Google. (u.å.). [Google Maps Tjörns kommun med omnejd, Sverige]. Hämtad 21 april 2023 från <https://www.google.com/maps/place/Tj%C3%B6rns+kommun/@57.8926046,11.5135258,9z/data=!4m6!3m5!1s0x464579f2ff6b23b9:0x403b6c0bed0f4825!8m2!3d58.0410195!4d11.6836708!16zL20vMHlyMmc!5m1!1e4>

4.1 Utformningen av Tolleby vattenverk

Tjörns kommunala dricksvatten kommer ifrån sjöar och vattendrag som ligger i närheten av Tolleby vattenskyddsområde (Tjörns kommun, 2022a). Ytvattentäkterna rymmer cirka en miljon kubikmeter och fylls på av nederbörden under året (D. Andersson, personlig kommunikation, 2023). Detta innebär att dricksvattenförsörjningen blir starkt beroende på hur stor nederbörsmängden blir under ett år, vilket kan skapa problem om det skulle komma två torra år på följd.

Beredningsprocesserna i Tolleby vattenverk presenterades vid ett studiebesök på anläggningen. Vattnet filtreras först genom ett förfilter och leds sedan vidare till ett biofilter, där syre tillförs för att effektivisera processen, se figur 8 (D. Andersson, personlig kommunikation, 2023). Efter biofiltreringen används ett dynasandfilter med fällning som följs av ett kolfilter med aktivt kol. Slutligen desinfekteras vattnet med UV-ljus samt klor. Vid långa ledningslängder doseras natriumhypoklorit ut i ledningen för att säkerställa att vattnet bibehåller en god kvalitet för alla abonnenter ute på nätet. Beredningsprocesserna i vattenverket kräver både energi och kemikalier. Energianvändningen för vattenverket försörjs delvis med hjälp av solceller, som är placerade på byggnadens tak.

Figur 8

Komponenter i vattenverket



Kommentar. Tolleby vattenverks förfilter med syretillförsel till vänster och biofilter till höger.

4.2 Distribution av dricksvatten på Tjörn

Dricksvattnet som producerats i Tolleby vattenverk distribueras sedan ut i Tjörns kommunala ledningsnät. Det kommunala ledningsnätet för både vatten och avlopp är 55 mil långt och finns både på land och i havet (Tjörns kommun, 2022a). Det finns en sammankoppling mellan Tjörn och Stenungsunds kommun som en extra säkerhet vid leveransproblem av dricksvatten för de båda kommunerna. Ett avtal gällande vattenleveranser från Kungälv till Stenungsund och Tjörn är skrivet och ska börja gälla år 2024 (Stenungsunds kommun, 2022). Detta eftersom den största råvattentillgången i närområdet är Göta älv och används för produktion av dricksvatten i Kungälvs vattenverk. Enligt avtalet ska det levereras tio liter dricksvatten per sekund året runt från Stenungsund via de marina dricksvattenrören för att stödja försörjningen på Tjörn (D. Andersson, personlig kommunikation, 2023). Detta är speciellt nödvändigt under sommarhalvåret eftersom befolkningen fördubblas under denna period.

Ute på ledningsnätet finns det ett flertal reservoarer som är fördelade runt om i kommunen (D. Andersson, personlig kommunikation, 2023). De kommunala dricksvattenledningarna inne i samhället är oftast nedgrävda under gatan och i de mer glesbebyggda områdena ligger ledningarna under privat mark, exempelvis åkermark. Dricksvattenledningarna på Tjörn är av varierande ålder, kvalitet och material. De vanligaste materialen som förekommer i nätet är bland annat PE, PVC och segjärnsrör men även andra material som betongrör kan förekomma. Vid nyanläggning av ledningar på Tjörn används nästan bara PE-rör. Det kommunala vattnet är svagt basiskt, med ett pH-värde på cirka åtta vilket delvis skyddar rörnätet mot korrosion (Tjörns kommun, 2022a).

4.3 Avgifter för vatten och avlopp i Tjörns kommun

Vatten- och avloppssystemet på Tjörn finansieras av abonnenterna och inte av skattebidrag (Tjörns kommun, 2023). Tjörns taxa för vatten och avlopp var högst i hela landet under år 2021 och för en typlägenhet på Tjörns kommun har kostnaden ökat med 25,7 procent från år 2020 till 2021 (Hyresgästföreningen, 2021). Enligt statistik från Svenskt Vatten (2022) ligger VA-taxan för en normalvilla i Tjörns kommun på 1 339 kronor per månad och en literkostnad på 10,7 öre per liter. För Göteborgs kommun, en annan kommun i Västra Götalandsregionen, är månadskostnaden för samma bostadstyp 644 kronor per månad med en literkostnad på 5,2 öre per liter. VA-avgiften på Tjörn är således cirka två gånger dyrare än i Göteborg. Anledningarna bakom den höga taxan är delvis för att Tjörn är en glesbygdskommun där dricksvattenledningsnätet är slitet, vilket bidrar till fler och större läckor (D. Andersson, personlig kommunikation, 2023). Läckorna uppstår även på grund av kommunens topografi och geotekniska förutsättningar.

4.4 Odebiterat dricksvatten i Tjörns kommun

Tjörns kommun har 45 procent odebiterat dricksvatten där en andel används till kommunens ändamål, vilket benämns som egenförbrukning (D. Andersson, personlig kommunikation, 2023). Ett problem med det odebiterade omätta vattnet är att VA-verksamheten inte får betalt för kommunens egenförbrukning. Detta innebär att det heller inte är möjligt att beräkna med säkerhet hur mycket av de 45 procent odebiterade vattnet som förbrukas av kommunen och hur mycket som försvinner ut i läckage eller stöld.

4.5 Undersökningsmetoder på Tjörn

Tjörns kommun använder sig av ett flertal olika läcksökningsmetoder. Zonindelning och nattförbrukning är de metoder som underlättar arbetet mest för att lokalisera läckorna eftersom metoderna övervakar stora områden (D. Andersson, personlig kommunikation, 2023). Ytterligare komplement som används är läcksökning med hund, tryckmätning, akustiska läcksökningsmetoder och visuellt märkbara förändringar.

4.5.1 Zonindelning av kommunen

På Tjörn finns en vision att utöka antalet zoner för att digitalt kunna övervaka dricksvattennätet och precisera läckagens position (D. Andersson, personlig kommunikation, 2023). Zonindelning är den metod som är mest effektiv för att identifiera dricksvattenläckage på Tjörn idag eftersom stora områden av kommunens nätverk kan uteslutas med enkla medel. På Tjörn finns det i nuläget sex zoner men de vill utöka till 40 zoner för att få en god överblick vart i systemet det läcker utan att behöva utföra aktiva läcksökningsmetoder i större utsträckning.

4.5.2 Nattförbrukning av dricksvatten

Idag kalkyleras nattförbrukningen i Tjörns kommun manuellt i kalkylblad (Microsoft Excel) och för att tydliggöra hur metoden fungerar har en beräkning utförts med hjälp av indata om vattenförändringar i reservoarerna (D. Andersson, personlig kommunikation, 2023). Inledningsvis beräknades volymen dricksvatten per höjdmeter i respektive högreservoar (se bilaga 1, tabell A). Vattennivåerna i reservoarerna avlästes klockan 02:00, 03:00 och 04:00 samt snittet på inflödet till reservoarerna under natten från Tolleby vattenverk (se bilaga 1, tabell B). Ett medelvärde för volym- och flödesförändringen i respektive reservoar beräknades för klockan 02:00-03:00, 03:00-04:00 och 02:00-04:00 (se bilaga 1, tabell C). Nattförbrukningen beräknas som differensen mellan in- och utflödet i reservoaren (se bilaga 1, tabell D).

För att utvärdera rimligheten av resultatet från nattförbrukningsberäkningen gjordes en jämförelse med Tjörns kommuns årsförbrukning i procent med avseende på producerat vatten och debiterat vatten (se bilaga 1, tabell E). Det odebiterade vattnet är differensen mellan det producerade vattnet och det debiterade vattnet. Summan av nattförbrukningen i förhållande till dygnsnittet för det odebiterade vattnet resulterar i den verkliga nattförbrukningen och redovisas i kapitel 5.1. Med verklig nattförbrukning menas vattnet som konsumeras under natten, exklusive odebiterat vatten.

4.5.3 Läcksökning med hund

Tjörns kommun var det första området som valde att delta i pilotprojektet för att upptäcka läckor med hjälp av hunden Bruno och hundföraren Susanne Kihl (D. Andersson, personlig kommunikation, 2023). Genom att träna på den specifika doftbilden av Tjörns dricksvatten kunde hunden därmed markera ut läckor på ledningsnätet. Detta är en effektiv och miljövänlig metod som kompletterar de undersökningsmetoder som används ute i fält idag. Den stora fördelen med metoden är att vid exempelvis trafikerade vägar på kan det vara svårt att lyssna efter indikationer på läckage men detta påverkar inte hundens läcksökningsförmåga (Lindholm, 2021).

4.5.4 Akustiska läcksökningsmetoder, läcksökning med tryckmätning och visuellt märkbara förändringar

Huvudsakligen använder Tjörns kommun akustiska läcksökningsmetoder för att lokalisera den exakta positionen av läckaget (D. Andersson, personlig kommunikation, 2023).

Kommunen har anställda som besitter kompetenser inom akustiska metoder.

Tryckmätningssmetoden, när ventiler stängs av succesivt för att lokalisera läckaget, används när andra metoder inte kan implementeras på grund av att det är ett resurskrävande arbete.

När invånare i kommunen upptäcker en visuell märkbar förändring i sitt närområde kan kommunen kontaktas. En misstänkt läcka i ett område kan även lokaliseras på läcksökningsuppdrag med blotta ögat om förhållandena är gynnsamma. Dock präglas kommunen av regn och blåst vilket gör det svårt att upptäcka vatten som trängt upp till markytan.

5 Resultat och diskussion

Nedan presenteras resultatet av studiens beräkning av nattförbrukningen i Tjörns kommun och metoderna för hur dricksvattenläckage bör minimeras. Diskussionen beskriver vilka åtgärder Tjörns kommun bör vidta för att fortsatt minska sitt dricksvattenläckage samt vad detta får för socioekonomiska konsekvenser. Utöver detta ges förslag på vidare utveckling av studien.

5.1 Nattförbrukningen på Tjörn

Den verkliga nattförbrukningen beräknades till 5,14 liter per sekund, se tabell 2. Kommunen har ingen storskalig industri som behöver vatten nattetid och den vattenåtgång som förekommer under natten är mestadels ifrån hushåll. Det instabila omvärldsläget har bidragit till ökade elpriser vilket gör att fler personer väljer att använda diskmaskiner och tvättmaskiner under nattetid eftersom priserna oftast är lägre då. Med detta som bakgrund anser vi att 5,14 liter per sekund är ett rimligt värde för den verkliga nattförbrukningen i Tjörns kommun.

Tabell 2

Beräknad nattförbrukningen

Hela Tjörn	[l/s]
Summa nattförbrukning	22.58
Odebiterat vatten i snitt	17.44
Verklig nattförbrukning	5.14

Kommentar. Nattförbrukningen och snittet för det odebiterade vattnet som ger den verkliga nattförbrukningen.

När det odebiterade vattnet togs fram baserades detta på ett snitt av den årliga andelen dricksvattnen från Tolleby vattenverk som konsumenterna inte betalade för. Snittet av det odebiterade vattnet kan vara missvisande eftersom egenförbrukningen är inkluderad. Detta beror på att egenförbrukningen inte är kontinuerlig. För att göra beräkningarna mer exakta, borde snittet baseras på mängd odebiterat vatten som endast förbrukas nattetid samt hur stor andel av de odebiterade vatten som egentligen är läckage. Detta kommer att förbättras när kommunen har installerat fler flödesmätare samt utökat sin zonindelning.

För att vidareutveckla nattförbrukningsberäkningarna och vid tillämpning i praktiken krävs att fler nätter analyseras. På så sätt kan den verkliga nattförbrukningen jämföras mellan olika nätter och därmed kan indikationer om plötsliga förhöjningar synliggöras. Om denna förhöjning visar sig vara konstant över tid indikerar detta på att ett eller flera läckage kan ha uppstått.

5.2 Tillvägagångsätt för att minska dricksvattenläckage

I dagsläget arbetar Tjörns kommun mer aktivt med läcksökning på ett fördelaktigt sätt. Zonindelningen och flödesmätningen lägger en grund för ett ökat aktivt läcksökningsarbete. Kommunen planerar att automatisera flödesmätningen genom att skapa en modell över ledningsnätet vilket medför att de kan upptäcka exempelvis flödesförändringar snabbt. Detta leder till att läcksökningsarbetet blir mer lättarbetat och kan kontrolleras regelbundet vilket medför att ledningar kan lagas i ett tidigt skede. Förutsättningar för detta är att indata i modellen stämmer. Dock är det en stor kostnad att utveckla modellen men detta anses vara lönsamt på grund av att dricksvattenläckagen kommer att minska till följd av implementering av arbetsmetoden.

Undersökningsmetoderna som används för att detektera dricksvattenläckage kräver lång arbetslivserfarenhet som exempelvis vid användning av lyssnarstav. Under studiebesöken på Tjörns- och Göteborgs kommun fastställdes det att det är ett tidskrävande arbete som är svårt att finna rätt kompetens till. Det är främst träffsäkerheten som kräver en längre arbetslivserfarenhet för att minimera risken för att gräva där läckan inte är belägen, vilket blir både kostsamt och tidskrävande för Tjörns kommun. Det är även nämnvärt att poängtera att det mänskliga felet spelar stor roll i dessa metoder.

Det är viktigt att fortsätta utveckla och upptäcka nya läcksökningsmetoder som Tjörns kommun gjorde när de anlät hund och hundförare. Metoden var inte beprövad men på grund av kommunens strävan efter förbättring har Susanne Kihls arbete spridit sig över landet. Sveriges kommuner, inklusive Tjörns kommun, borde utvärdera implementering av nya tekniker som exempelvis radarteknik och befintliga metoder för att fortsatt effektivisera sitt arbete och därmed minimera läckagen.

EU:s vattendirektiv kräver att medlemsländerna ska redovisa sitt läckage samt hur detta kan minskas. Detta kan Tjörns kommun göra genom att frekvent beräkna sitt ILI. Genom att göra detta skapas även möjligheter för att på ett tydligt och konkret sätt kunna jämföra och sprida sin kunskap med andra kommuner men även internationellt. Måttet indikerar på hur exempelvis förnyelse av ledningsnätet och effektiviteten av undersökningsmetoder förbättrar kommunens vattenbalans genom att potentiellt minska förlusterna.

En viktig del i det aktiva arbetet är även att arbeta med förnyelsetakten. Detta innebär att äldre ledningar och andra komponenter i ledningsnätet byts ut till mer hållbara alternativ. Anledningen till detta är att det i större utsträckning uppstår läckage på äldre ledningar, likväl är det vanligt att läckor uppstår i närheten av en tidigare. En viktig aspekt för att upprätthålla god dricksvattenkvalitet är att säkerställa att det renade vattnet inte kontamineras vid läckage och lagning. Genom att öka förnyelsetakten på ledningsnätet bör färre läckage uppstå och därmed minskar mängden vatten som förloras samt risken för kontaminerat dricksvatten. Idag är förnyelsetakten relativt lågt och en stor anledning bakom detta är en kostnadsfråga. VA finansieras av kommunala medel men med hjälp av regionala eller statliga bidrag skulle både Tjörns kommun och Sverige i helhet kunna öka sin förnyelsetakt. Detta är en långsiktig investering vilket skapar förutsättningar för att minska dricksvattenläckagen.

5.3 Socioekonomiska konsekvenser av dricksvattenläckage

Kostnaden för att laga läckage som uppstår är komplex att uppskatta och beror på flera faktorer. För att laga dricksvattenläckage krävs personal, utrustning för att gräva i marken samt material för att laga röret och återställa marken till ursprungligt skick. Kostnaden för respektive område beror av läckagets geografiska plats, djupet läckan är lokaliserad på, markförhållanden och material på ledningen. Lagning av läckage innefattar även indirekta kostnader som främst uppstår i bostads- och högtrafikerade områden. För att samhället ska fungera i den nya situationen kan trafik behöva ledas om och eventuellt behov av kompensation för de boende i form av nödvatten eller ett tillfälligt boende.

Tjörns kommun stora andel av odebiterat vatten resulterar i att abonnenterna får betala en hög VA-taxa för att finansiera verksamheten. Detta innebär att invånarna i kommunen får betala för vatten som de inte kan använda. Vid jämförelse av VA-taxa mot Göteborgs kommun är Tjörns avgift cirka dubbelt så stor, vilket kan anses vara orättvist i och med att den enskilda kunden betalar för samma tjänst i samma region. Minskade läckage skulle påverka den enskilda hushållsekonomin eftersom mindre pengar hade behövts spenderas på vatten- och avlopp. Ökad inflation och oförutsägbara händelser i världen kommer att återkomma i framtiden vilket leder till ökade kostnader för bland annat energi, vilket krävs för att rena dricksvatten och leder i sin tur till ökade VA-taxor.

En annan ekonomisk aspekt är att Tjörns kommun inte hade behövt köpa in vatten från Stenungssunds kommun ifall åtgärder på ledningsnätet hade gjorts. Till följd av deras läckagenivå idag är en sammankoppling mellan kommunerna en säkerhet för att klara av den ökade belastningen under sommarperioden då tillgången till råvatten på ön är begränsad. Dock är en aspekt i detta att ett avtal har slutits vilket betyder att de inte kan sluta köpa vatten även om tillräckliga åtgärder på ledningsnätet hade vidtagits. Utöver detta kan vattentillgången från Stenungssunds kommun ses ur ett positivt perspektiv. Tjörn är en geografiskt utsatt plats eftersom det är en ö med enbart en direkt passage för att komma till eller från fastlandet. Om en krissituation skulle uppstå på ön där en majoritet står utan vatten kan det vara svårt att ta sig längre vägar för att kunna få tillgång till vatten. Därför är vattentillgången från Stenungssunds kommun även en säkerhet för Tjörn.

5.4 Risker och vidare utveckling

Det är viktigt att känslig information om Tjörns vattenförsörjningssystem inte sprids vidare då tillgången till rent vatten är en förutsättning för att livsmedelsproduktionen ska fortgå och bör därmed inte riskeras att kunna utnyttjas vid en potentiell framtida konflikt. Därför har samtliga delar av dricksvattennätet anonymiserats. Därutöver riktar sig informationen i studien till Tjörns kommun och hur de kan minska den mängd dricksvatten som i dagsläget läcker ut. Således berörs främst Tjörn kommuns invånare av det slutgiltiga resultatet men vi har förhoppningar om att denna information kan användas i ytterligare forskningssyfte och anpassas till andra geografiska platser i Sverige.

För vidare forskning kring konsekvenser av dricksvattenläckage kan påverkan på avloppsnätet beaktas. Dricksvattenläckaget kan bidra till tillskottsvatten i avloppsledningar och på så sätt öka belastningen i det befintliga nätet. Detta kan vara av särskilt intresse på grund av framtida klimatförändringar eftersom det förväntas bli mer skyfall, vilket ställer högre krav på nuvarande ledningssystem. Det bidrar även till konsekvenser för avloppsreningsverket i och med att spillvattnet späds ut och kan försvåra nuvarande reningsprocesser.

En annan aspekt som kan beaktas för vidare forskning inom dricksvattenläckage är hur områdets topografi och geotekniska förutsättningar påverkar ledningsnätet. Detta kan vara av intresse eftersom markens egenskaper varierar med djupet vilket medför olika typer av slitage på ledningsnätet. För att utveckla mer slitstarka ledningsmaterial med längre livslängd behövs en bredare förståelse för hur markens egenskaper påverkar ledningen för att minimera problematiken med läckage och rörbrott.

6 Slutsats

Sammanfattningsvis visar studien att det finns konstaterade dricksvattenläckage i Tjörns kommun som potentiellt kan minskas. De främsta orsakerna bakom de strukturella problemen är ett föråldrat ledningssystem som påverkats av markförhållandena över tid. Detta leder till ekonomiska förluster, försämrad vattenkvalitet för konsumenterna och ökade vattenförluster som kan uppskattats med hjälp av att beräkna nattförbrukningen. EU:s dricksvattendirektiv medför att Sverige kommer stifta nya lagar gällande dricksvattenläckage och således kommer Tjörns kommun behöva redovisa sitt dricksvattenläckage samt åtgärder för att minska det. De mest framgångsrika undersökningsmetoderna för att identifiera dricksvattenläckage är aktiv läcksökning med fysiska instrument, läcksökning med hund, ökad zonindelning och automatiserad flödesmätning. I samband med detta bör beräkningar av vattenbalans och ILI användas för att öka möjligheten till att identifiera problemområden samt för internationella jämförelser. Genom att öka förnyelsetakten av ledningsnätet och fortsätta prioritera problemet kommer kommunen kunna säkerställa sin dricksvattenförsörjning ur ett ekonomiskt, socialt och miljömässigt perspektiv även i framtiden.

7 Referenser

- Abdu, M., & Ullén, P. (2014). *Dimensionerande vattenförbrukning och dess variationer*.
- Alesand, A. (2013). *Kostnader vid reparation av vattenläckor i Linköpings kommun*.
- Appelqvist, I., Lindskog, S., Oscarsson, A., Renström, E., & Örngren, S. (2012). *Samband mellan lågt tryck i dricksvattenledningar och magbesvär-En utredning av hur lågt tryck på dricksvattenledningsnätet vid lagning av läckor påverkar sjukligheten hos Göteborg Vattens abonnenter*. <https://hdl.handle.net/20.500.12380/161219>
- Berghult, B., & Elfström Broo, A. (2007). *Dricksvattenkvalitet och korrosion – svenska erfarenheter av korrosionskontroll* https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2015/06/2007_30328.pdf
- Celander, J. (2004). *Dricksvattenförbrukning vid Iggesunds Bruk*.
- Eliasson, V. (2016). *Kvalitetsgranskning av flödesdata från vattenledningsnätet*.
- Eriksson, C., & Khorshed, D. (2019). *Fallstudie om hur Gävle kommun kan minska sitt dricksvattensvinn*.
- Europaparlamentet, & Europeiska unionens råd. (2020/2184). *Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2020/2184 av den 16 december 2020 om kvaliteten på dricksvatten (ombearbetning)*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020L2184&from=EN>
- European Environment Agency. (2012). *Vatten i städerna*. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/sv/articles/vatten-i-staderna>
- European Environment Agency. (2022). *Rent vatten för människa och natur*. <https://www.eea.europa.eu/sv/miljosignaler/miljosignaler-2020/articles/rent-vatten-for-manniska-och-natur>
- Fahmy, M., & Moselhi, O. (2009). *Detecting and locating leaks in underground water mains using thermography*. https://www.researchgate.net/profile/Osama-Moselhi/publication/228801294_Detecting_and_locating_leaks_in_Underground_Water_Mains_Using_Thermography/links/55132008cf23203199b8d41/Detecting-and-locating-leaks-in-Underground-Water-Mains-Using-Thermography.pdf
- Fellman, M. (2007). *Strategier för beslut om förnyelse i kommunala distributionsnät för dricksvatten*.
- Folkhälsomyndigheten. (2022). *Handhygien*. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/vardhygien-och-vardrelaterade-infektioner/handhygien/>
- Gao, Y., Brennan, M. J., Joseph, P., Muggleton, J., & Hunaidi, O. (2005). On the selection of acoustic/vibration sensors for leak detection in plastic water pipes. *Journal of sound and vibration*, 283(3-5), 927-941. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2004.05.004>
- Google. (u.å.). [Google Maps Tjörns kommun med omnejd, Sverige]. Hämtad 21 april 2023 från <https://www.google.com/maps/place/Tj%C3%B6rn+s+kommun/@57.8926046,11.5135258,9z/data=!4m6!3m5!1s0x464579f2ff6b23b9:0x403b6c0bed0f4825!8m2!3d58.0410195!4d11.6836708!16zL20vMHlyMmc!5m1!1e4>

Grimbäck, G., & Silbersky, U. (2021). *Vad kostar ett hål i gatan? Fallstudie på samhällsekonomiska kostnader för vattenläckan Studentgatan - Södra Promenaden i Malmö.* https://www.svensktvatten.se/globalassets/om-oss/nyheter/2020/2021/samhallsekonomiskanalys_vad-kostar-ett-hal-i-gatan.pdf

Hamilton, S., & Charalambous, B. (2013). *Leak detection: technology and implementation.* IWA Publishing. <http://library.oapen.org/handle/20.500.12657/33035>

Hjalmarsson, F., & Pettersson, F. (2017). FE-ANALYS AV SPRICKBILDNING I BETONGVALVDAMMAR ORSAKADE AV SÄSONGSMÄSSIGA TEMPERATURVARIATIONER. https://www.byggmek.lth.se/fileadmin/byggnadsmekanik/education/masterprojects/popular_science/Popvet_5222.pdf

Hunaidi, O., Chu, W., Wang, A., & Guan, W. (2000). Detecting leaks in plastic pipes. *Journal-American Water Works Association*, 92(2), 82-94. <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2000.tb08819.x>

Hyresgästföreningen. (2021). *Tjörn har högst taxor i hela landet för vatten- och avlopp.* <https://news.cision.com/se/hyresgastforeningen/r/tjorn-har-hogst-taxor-i-hela-landet-for-vatten--och-avlopp,c3427917>

Lambert, A. O. (2002). International report: water losses management and techniques. *Water Science and Technology: Water Supply*, 2(4), 1-20. <https://doi.org/10.2166/ws.2002.0115>

Lindbom, A., & Andersson, H. (2015). *Läcksökningsmetoder i markförlagda vattenledningar: En utredning för att underlätta valet av läcksökningsmetod.*

Lindholm, E. (2021). Unika projektet: Hunden Bruno nosar sig till vattenläckor In *Sveriges Radio*. <https://sverigesradio.se/artikel/unika-projektethunden-bruno-nosar-sig-till-vattenlackor--2>

LIVSFS 2022:12. Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten. https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/om-oss/lagstiftning/dricksvatten---naturl-mineralv---kallv/livsfs-2022-12_web_t.pdf

Livsmedelsverket. (2022). *Dricksvattenproduktion.* <https://www.livsmedelsverket.se/foretagande-regler-kontroll/dricksvattenproduktion>

Livsmedelsverket. (2023a). *Information vid kvalitetsproblem.* <https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/391/information-vid-kvalitetsproblem>

Livsmedelsverket. (2023b). *Kemikalier för dricksvattenrening.* <https://www.livsmedelsverket.se/foretagande-regler-kontroll/krisberedskap-och-civiltforsvar/krisberedskap-for-dricksvatten/arbete-for-att-sakra-tillgang-till-kemikalier>

Livsmedelsverket. (2023c). *Mikrobiologiska säkerhetsbarriärer.* <https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/339/mikrobiologiska-sakerhetsbarriarer>

Livsmedelsverket. (2023d). *Regler om dricksvatten.* <https://www.livsmedelsverket.se/foretagande-regler-kontroll/dricksvattenproduktion/regler-om-dricksvatten>

Livsmedelsverket. (2023e). *Viktiga begrepp inom området dricksvatten.* <https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/363/viktiga-begrepp-inom-området-dricksvatten>

- Lundblad, U., & Backö, J. (2012). Undersökningsmetoder för att hitta källorna till tillskottsvatten. *SVU Rapport*, 13.
- Lundström, K., Odén, K., & Rankka, W. (2015). *Schakta säkert, Säkerhet vid schaktning i jord*.
- Malm, A., Axell, L., Svensson, G., & Røstum, J. (2019). Vattenförluster från ledningsnätet—Beräkningsverktyg för en hållbar nivå. *SVU Rapport*, 17.
- Malm, A., Horstmark, A., Larsson, G., Uusijärvi, J., Meyer, A., & Jansson, E. (2011). Rörmaterial i Svenska VA-ledningar—egenskaper och livslängd. *Stockholm: Svenskt Vatten AB*.
- Malm, A., Lundin, E., & Svensson, G. (2017). *Privata servisedningar för dricksvatten, spillvatten och dagvatten: så långa är de*.
- Modin, O. (2020). *Dricksvattenberedning*. <https://omvatten.se/textbook/kap11>
- Mårtensson, H., Malm, A., Sederholm, B., Sällström, J.-H., & Trägårdh, J. (2018). *Framtidens hållbara VA-ledningssystem*.
- Nationalencyklopedin. (u.å-a). *Hållfasthetslära*. <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/h%C3%A5llfasthetsl%C3%A4ra>
- Nationalencyklopedin. (u.å-b). *Korrosion*. <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/korrosion>
- NSVA. (u.å). *VA-taxa*. <https://www.nsva.se/kundservice/avgifter/va-taxa/>
- Regeringskansliet. (u.å). *Agenda 2030 / Mål 6 / Rent vatten och sanitet för alla*. <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/agenda-2030-mal-6-rent-vatten-och-sanitet-for-alla/>
- Ritzén, S. (2021). Stor prisskillnad på vatten i kommunerna. *SVT Nyheter*. <https://www.svt.se/nyheter/inrikes/vovven-bruno-ska-se-till-att-halla-nere-vattenkostnader>
- Rothman, M., Abrahamsson, S., Karlsson, N., Huss, L.-G., Johansson, T., Ousbäck, J.-O., Rahm, J., Samuelsson, C., Örbom, A., & Axelsson, D. (2013). *Ny metod för läcksökning*. Svenskt Vatten.
- SFS 2006:412. Allmänna vattentjänster. <https://rkrattsbaser.gov.se/sfst?bet=2006:412>
- Sjöstrand, K., Klingberg, J., & Sedehi Zadeh, N. (2021). *Värdet av vattenförsörjning. En studie av hur svenska företag påverkas ekonomiskt vid avbrott i vattenförsörjningen*. Svenskt Vatten AB.
- SMHI. (2019). *Dricksvatten*. <https://www.klimatanpassning.se/hur-samhället-paverkas/vatten-och-avlopp/dricksvatten-1.90973>
- Specialsök. (u.å). *Läcksök/ Dricksvatten*. <https://www.specialsok.se/vattenlacksok/>
- Stahre, P., Mellström, G., & Adamsson, J. (2007). *Värdering av vatten-och avloppsledningsnät*. Svenskt vatten.
- Stenungsunds kommun. (2022). *Gemensamt avtal för vattenleverans*. <https://www.stenungsund.se/webbsidor/huvudmeny/nyheter/nyhet2/gemensamtavtalforvattenleverans.5.21c9d56f182b114093daedec.html>

- Svenskt Vatten. (2016a). *Distribution av dricksvatten*. <https://www.svensktvatten.se/vattentjanster/dricksvatten/distribution/>
- Svenskt Vatten. (2016b). *Produktion av dricksvatten*. <https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/produktion-av-dricksvatten>
- Svenskt Vatten. (2016c). *Återströmningsskydd*. <https://www.svensktvatten.se/vattentjanster/dricksvatten/distribution/aterstromningsskydd/>
- Svenskt Vatten. (2017a). *Dricksvatten & hälsa*. <https://www.svensktvatten.se/vattentjanster/dricksvatten/>
- Svenskt Vatten. (2017b). *Reservoarer för dricksvatten*. <https://www.svensktvatten.se/vattentjanster/dricksvatten/distribution/reservoarer-for-dricksvatten/>
- Svenskt Vatten. (2019). *Distribution av dricksvatten*. <https://www.svensktvatten.se/globalassets/rapporter-och-publikationer/remiss-svenskt-vatten-p114-distribution-av-dricksvatten---version-26-april-2019.pdf>
- Svenskt Vatten. (2021). *Dricksvattenfakta*. <https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/>
- Svenskt Vatten. (2022a). *Användarens skyldigheter*. <https://www.svensktvatten.se/vattentjanster/juridik/vattentjanster-regler-fragor-och-praxis/anvandarens-skyldigheter/>
- Svenskt Vatten. (2022b). Svenskt Vattens statistik över VA-taxor 2022. [Dataset]. <https://www.svensktvatten.se/globalassets/organisation-och-juridik/vass/taxa/taxestatistik-per-kommun-2022.xlsx>
- Svenskt Vatten. (2022c). *VA-taxa*. <https://www.svensktvatten.se/vattentjanster/organisation-och-juridik/va-taxa/>
- Svenskt Vatten. (2022d). *Varför blir det vattenläckor?* <https://www.svensktvatten.se/vattentjanster/ornat-och-klimat/fakta-om-utlackage/>
- Svenskt Vatten. (2022e). *Vattenmätare*. <https://www.svensktvatten.se/vattentjanster/dricksvatten/distribution/vattenmatare/>
- Svenskt Vatten. (2023). *Säkra en god tillgång till råvatten*. <https://www.svensktvatten.se/vattentjanster/dricksvatten/ravatten/>
- Sveriges Biståndsmyndighet. (2021). *Vatten och sanitet*. <https://www.sida.se/sida-i-varlden/teman/vatten-och-sanitet>
- Sällfors, G. (2013). *Geoteknik 5:e upplagan*. Cremona förlag.
- Säve-Söderberg, M., Malm, A., Dryselius, R., & Toljander, J. (2013). *Mikrobiologiska risker vid dricksvattendistribution - översikt av händelser, driftstörningar, problem och rutiner*. <https://www.svensktvatten.se/globalassets/dricksvatten/distribution/mikrobiologiska-risker-vid-distribution.pdf>
- Thureson, L. (2007). *Dricksvattenteknik- Efterbehandling och Distrubition*. Svenskt Vatten AB.
- Tjörns kommun. (2022a). *Kommunalt vatten och avlopp*. <https://www.tjorn.se/bygga-bo-miljo-och-trafik/vatten-och-avlopp/kommunalt-vatten-och-avlopp>

Tjörns kommun. (2022b). *Kommunfakta*. <https://www.tjorn.se/kommun-och-politik/kommunfakta>

Tjörns kommun. (2023). *Vatten och avlopp*. <https://www.tjorn.se/bygga-bo-miljo-och-trafik/vatten-och-avlopp>

Uusijärvi, J. (2013). Minskning av in-och utläckage genom aktiv läcksökning. https://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport_2013-03.pdf

Winarni, W. (2009). Infrastructure leakage index (ILI) as water losses indicator. *Civil Engineering Dimension*, 11(2), pp. 126-134.

Bilaga 1

Tabell A

Högreservoarernas dimensioner på Tjörn

Högreservoar dimensioner			
	Volym [m³]	Höjd [m]	Volym/höjd [m²]
Östra			
Reservoar 1	500.00	5.00	100.00
Reservoar 2	500.00	5.00	100.00
Reservoar 3 (egen)	350.00	4.21	83.14
Västra			
Reservoar 4	500.00	4.00	125.00
Reservoar 5	500.00	4.00	125.00
Reservoar 6 (egen)	215.00	11.30	19.03

Tabell B

Nivåer i reservoarerna

Öster				
Högreservoar	kl 02 [m]	kl 03 [m]	kl 04 [m]	Reservoar kommentar
Reservoar 3	2.27	2.26	2.22	Inget vatten som tillförs
Reservoar 2	4.16	4.34	4.53	Puttar in i vattentornet
Reservoar 1	4.03	4.03	4.03	Inte hänt något
Flöde: In i öster	Snitt 9.4 l/s	l/s		
Väster				
Högreservoar	kl 02	kl 03	kl 04	Reservoar kommentar
	m	m	m	
Reservoar 4	2.9	2.97	3.04	Puttar in i vattentornet
Flöde: In i reservoar 4	snitt 8,6 l/s			
Reservoar 5	2.98	3.06	3.14	Puttar in i vattentornet
Flöde: In i reservoar 5	snitt 12.9 l/s			

Kommentar. Vattennivåerna i hög reservoarerna under en natt samt hur mycket vatten som tillförs i reservoarerna.

Tabell C

Genomsnittligt flöde i reservoarerna

Öster				Öster			
	kl. 02-03	kl. 03-04	kl. 02-04		kl. 02-03	kl. 03-04	kl. 02-04
	[liter]	[liter]	[liter]		[l/s]	[l/s]	[l/s]
Reservoar 3	-831.35	-3 325.42	-2 078.38	Reservoar 3	-0.23	-0.92	-0.58
Reservoar 2	18 000.00	19 000.00	18 500.00	Reservoar 2	5.00	5.28	5.14
Reservoar 1	0.00	0.00	0.00	Reservoar 1	0.00	0.00	0.00
Väster				Väster			
	kl. 02-03	kl. 03-04	kl. 02-04		kl. 02-03	kl. 03-04	kl. 02-04
	[liter]	[liter]	[liter]		[l/s]	[l/s]	[l/s]
Reservoar 4	8 750.00	8 750.00	8 750.00	Reservoar 4	2.43	2.43	1.22
Reservoar 5	10 000.00	10 000.00	10 000.00	Reservoar 5	2.78	2.78	1.39

Kommentar. Genomsnittligt flöde som försvinner ur reservoarerna.

Tabell D

Nattförbrukning

	Medel inpumpat vatten	Inpumpat vatten	Nattförbrukning	Nattförbrukning	Summa nattförbrukning
	[l/s]	[l/h]	[l/h]	[l/s]	[l/s]
Öster	9,4	33 840	15 340,00	3,10	22,58
Reservoar 4	8,6	30 960	22 210,00	7,38	
Reservoar 5	12,9	46 440	36 440,00	11,51	
Reservoar 3	0	0	2078,38	0,58	

Kommentar. Nattförbrukning för de olika områdena samt summan av dem.

Tabell E

Årsförbrukning hela Tjörn

Årsförbrukning hela Tjörn	[m ³ /år]	[l/s]	[%]
Producerat vatten	1 200 000	38.05	100
Debiterat vatten	650 000	20.61	54.17
Odebiterat vatten	550 000	17.44	45.83

INSTITUTIONEN FÖR
SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA



CHALMERS