

CHALMERS



Hälsomässiga risker på vattenledningsnätet – En studie över samband mellan trycknedsatt ledningsnät och förhöjd risk för sjukdom i tre svenska kommuner

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogramet Väg- och Vattenbyggnad

Sima Abdollahi
Johan Emanuelsson
Sarah Franzén

Institutionen för Bygg- och miljöteknik
Avdelningen Vatten Miljö Teknik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige, 2012

Kandidatarbete BMTX-12-75

HÄLSOMÄSSIGA RISKER PÅ VATTENLEDNINGSNÄT

– En studie över samband mellan trycknedsatt ledningsnät
och förhöjd risk för sjukdom i tre svenska kommuner

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och Vattenbyggnad

© SIMA ABDOLLAHI, JOHAN EMANUELSSON OCH SARAH FRANZÉN

Sverige 2012

Institutionen för Bygg- och Miljöteknik

Avdelningen Vatten Miljö Teknik

Chalmers Tekniska Högskola

412 96 Göteborg

Sverige

Telefon: + 46 (0)31-772 100

HEALTH RISKS IN WATER DISTRIBUTION SYSTEMS

– A Study about Relations between Pressure Drops in Water
Distribution Systems and Gastro Intestinal Illness in Three
Swedish Municipalities

Bachelor Thesis in Civil Engineering

© SIMA ABDOLLAHI, JOHAN EMANUELSSON, AND SARAH FRANZÉN
Sweden, 2012

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Water Environment Technology

CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Gothenburg, Sweden 2012

Abstract

Water is a qualification for all human societies. Industrialization and urbanization have resulted in well-developed and surveyed Swedish water distribution systems, which make water available for various consumption purposes. However, there are risks related to the operation of distributions systems; theoretically, the system is separated from its surrounding environment. Due to possible pressure drops related to water leaks, intrusion of microorganisms is more likely to occur, hence increasing risks of contamination of drinking water.

Today few reliable results regarding the risk of contamination due to pressure drops in the distribution system have been presented. The intention of this study is to contribute to this study field through statistic calculations and analytical discussion. The study is based upon telephone interviews with 301 water consumers in three Swedish municipalities: Borås, Trollhättan and Varberg. A cohort study is performed, in order to compare the rates of illness among individuals and households exposed to water leaks with a control group (e.g. individuals and households unexposed to pressure drops). The study also aims to describe similarities and differences in reparation routines associated to water leaks among the mentioned municipalities.

The result of the study is: no connection between pressure drops on the distribution system due to water leaks and a higher rate of illness amongst water consumers is proven. The examination of reparation routines related to water leaks and maintenance work on the distribution system in the three municipalities, indicated some dissimilarities, although they were few and relatively insignificant.

Sammandrag

Vatten är en förutsättning för alla mänskliga samhällen. Industrialisering och urbanisering har medfört att dricksvatten idag blivit tillgängligt för konsumenter i Sverige via utbyggnad av välutvecklade och kontrollerade distributionsnät. Det finns emellertid risker kopplade till distributionssystemen. I teorin är systemet slutet, men om tryckfall uppkommer till följd av en vattenläcka uppstår risk för intrusion av patogena mikroorganismer. Vattnet i ledningarna kan sålunda kontamineras och därmed nå konsumenter i hemmet.

I dagsläget finns inga siffror på hur stor risken för kontaminering till följd av tryckfall på vattenledningsnätet är. Tidigare studier har utförts, men inga tydliga samband har kunnat dras. Denna studie är tänkt att vidareutveckla tidigare studier genom att statistiskt och analytiskt undersöka det nämnda eventuella sambandet. Studien baseras på telefonintervjuer med 301 vattenkonsumenter i de tre svenska kommunerna: Borås, Trollhättan och Varberg. En kohortstudie genomförs där sjukdomsfrekvenser jämförs mellan individer och hushåll exponerade för vattenläckor gentemot individer och hushåll i en kontrollgrupp. Studien skall dessutom belysa likheter och skillnader i reparationsrutiner vid vattenläckor i ovan nämnda kommuner.

Resultatet av denna studie visar att det inte går att dra några slutsatser angående presumtiva samband mellan tryckfall på ledningsnätet vid vattenläckor och en ökad risk för sjukdom bland dricksvattenkonsumenter. Vid undersökningen av de tre kommunernas reparationsrutiner vid vattenläckor samt underhåll av vattenledningssystemet framgick att skillnader fanns, men att de var förhållandevis få och oansenliga.

Tack

Vi skulle vilja tacka vår handledare Annika Malm, som har varit oss behjälplig med det mesta. Tack också till alla som hjälpt oss vid Borås Energi och Miljö, Trollhättan Energi och VIVAB. Slutligen skulle vi vilja tacka all övrig personal vid Chalmers Tekniska Högskola som bistått oss med kunskaper under projektets gång.

Innehållsförteckning

Abstract	i
Sammandrag	ii
Tack	iii
1. Inledning	1
1.2 Bakgrund till studien	1
1.3 Syfte	1
1.4 Frågeställningar	2
1.5 Avgränsningar	2
1.6 Metod och genomförande	2
1.7 Valda riskfaktorer för studien	3
1.8 Rapportens distribution	3
2. Kopplingar till tidigare forskning och litteratur	4
2.1 Riskfaktorer på vattenledningsnät	4
2.2 Mikroorganismer i ledningsnätet	5
2.2.1 Patogener i ledningsnätet	5
2.2.2 Smittspridning via vattenledningsnät	7
2.3 Epidemiologiska studier – sjukdomsspridning i en population	7
2.4 Komparativa studier	7
2.4.1 Sammanfattning av studien 'Kartlegging av mulig helserisiko for abonnenter berørt av trykløs vannledning ved arbeid på ledningsnettet NORVAR '(2005)	8
2.4.2 Sammanfattning av kandidatarbete 'Hälsomässiga risker på vattenledningsnät' (2011)	9
2.5 Kort internationell överblick	9
3. Förädling av råvatten till dricksvatten	11
3.1 Råvatten – ursprunget till dricksvattnet	11
3.1.1 Ytvatten	11
3.1.2 Grundvatten	11
3.1.3 Infiltration av ytvatten – konstgjort grundvatten	12
3.2 Vattenreningsprocesser	12
3.2.1 Grovgaller och silning	12

3.2.2 Snabbfiltrering.....	12
3.2.3 Långsamfiltrering	13
3.2.4 Kemisk fällning och sedimentering.....	13
3.2.5 Desinfektion	13
3.3 Juridisk reglering av vattenkvalitet.....	14
4. Distributionsnät för dricksvatten	15
4.1 Utformning av distributionsnät.....	15
4.1.1 Olika ledningstyper	15
4.1.2 Typ av distributionsnät.....	16
4.1.3 Tryckförhållanden i ledningsnätet.....	16
4.2 Ledningsmaterial	16
4.3 Läckage och förluster i distributionsnätet.....	19
4.4 Reparationer på ledningsnätet.....	20
5. Beskrivning av vattenförsörjning och markförhållanden i Borås, Trollhättan och Varberg	21
5.1 Vattenberedning i Borås	21
5.2 Distributionsnät, markförhållanden samt bebyggelse i Borås	21
5.3 Vattenberedning i Trollhättan.....	22
5.4 Distributionsnät, markförhållanden samt bebyggelse i Trollhättan.....	22
5.5 Vattenberedning i Varberg.....	22
5.6 Markförhållanden i Varberg	23
6. Studiens genomförande	23
6.1 Telefonintervjuer	24
6.1.1 Studiens upplägg	24
6.1.2 Urval av medverkande respondenter	24
6.1.3 Genomförande av telefonintervjuer.....	25
6.1.4 Metod och utförande för bearbetning av enkäter.....	25
6.1.5 Frågeställningar i enkäten	26
6.1.6 Identifierade riskfaktorer.....	26
6.2 Studiebesök.....	27
6.3 Litteraturstudie.....	28
7. Statistiska beräkningar över samband mellan exponering och sjukdom....	29
7.1 Beräkningsmetod (a) – tvåsidigt konfidensintervall.....	30

7.2 Beräkningsmetod (b) – ensidigt konfidensintervall.....	31
7.3 Händelser som kan inträffa till följd av beräkningsmetod (a) och (b).....	32
8. Resultat från enkäter i de undersökta områdena	34
8.1 Övergripande information gällande de olika läckorna	34
8.1.1 Vattenläcka 2012-02-01, Varberg	35
8.1.2 Vattenläcka 2012-02-17, Varberg	39
8.1.3 Vattenläcka 2012-02-25, Trollhättan.....	41
8.1.4 Vattenläcka 2012-02-28, Borås	45
8.1.5 Vattenläcka 2012-03-07, Borås	48
8.1.6 Vattenläcka 2012-04-24, Borås	51
8.2 Sammanställning av sjukdomsfrekvens.....	54
8.2.1 Total sjuklighet hos medverkande individer i studien.....	54
8.2.2 Koppling mellan förskola och sjukdom hos hushåll medverkande i studien ..	54
8.2.3 Koppling mellan konsumtionsmängd vatten och sjukdom hos individer i exponerade områden och kontrollområden	56
8.3 Samband mellan sjukdom och faktorerna varaktighet och kompliceringsgrad vid vattenläcka	57
8.3.1 Andelen sjuka med avseende på varaktigheten hos trycklöst nät.....	57
8.3.2 Andelen sjuka med avseende på kompliceringsgraden hos vattenläckan	58
8.4 Statistiska resultat över sjukdomsfördelningen för samtliga kontroll- och exponerade områden	59
8.4.1 Sjukdomsfördelningen bland individer för samtliga vattenläckor i studien....	59
8.4.2 Sjukdomsfördelningen bland hushåll för samtliga läckor	60
8.4.3 Sjukdomsfördelning hos individer för jämförbara läckor	61
8.4.4 Sjukdomsfördelningen hos hushåll för jämförbara läckor	62
8.4.5 Beräkning av bortfall.....	63
9. Jämförande undersökning av behandling av vattenläckor.....	64
9.1 Studiebesök i Trollhättan	64
9.2 Studiebesök i Borås	65
10. Analys av resultat.....	68
10.1 Analys av sjuklighet rörande de olika riskfaktorerna	68
10.1.1 Analys av sjukdom hos den undersökta populationen.....	68
10.1.2 Kontakt med förskola	68

10.1.3 Konsumtionsmängd vatten per dag	68
10.2 Kan ett samband mellan sjukdom och tryckfall på vattenledningsnät påvisas?.....	69
10.2.1 Varaktighet	69
10.2.1 Svårighetsgrad.....	69
10.3 Kort jämförelse mellan rutiner vid läcklagning i Trollhättan och Borås...	70
10.4 Jämförbarhet rörande respektive vattenläcka och grupp gällande studiens deltagare.....	71
10.4.1 Vattenläcka 2012-02-01, Varberg	71
10.4.2 Vattenläcka 2012-02-17, Varberg	71
10.4.3 Vattenläcka 2012-02-25, Trollhättan.....	72
10.4.5 Vattenläcka 2012-02-28, Borås	72
10.4.4 Vattenläcka 2012-03-07, Borås	73
10.4.6 Vattenläcka 2012-04-24, Borås	73
10.4.7 Sammanställning gällande områdenas jämförbarhet.....	74
10.4. 8 Övriga kommentarer kring jämförlighet	75
10.5 Jämbördighet av vattenläckor gällande varaktighet och typ.....	75
10.5.1 Varaktighet	75
10.5.2 Typ av vattenläcka.....	75
11. Diskussion	77
11.1 Begränsningar	77
11.2 Felkällor samt diskussion kring reliabilitet, begrepps- och resultatvaliditet	78
11.4 Rekommendationer inför vidare studier	80
12. Slutsatser.....	82
13. Litteraturförteckning	83
Bilaga 1. Formulär för telefonintervjuer	
Bilaga 2. Statistiska beräkningar	
Bilaga 3. Medverkande hushåll	
Bilaga 4. Medverkande individer	
Bilaga 5. Intervjufrågor till arbetsledare rörande läcklagning	
Bilaga 6. Intervjufrågor kring allmänna rutiner	
Bilaga 7. Intervjufrågor kring lokala distributionsnät	
Bilaga 8. Intervjufrågor kring vattenrening i vattenverk	

Bilaga 9. Jordartskarta för Borås

Bilaga 10. Jordartskarta för Trollhättan

Bilaga 11. Jordartskarta för Varberg

Bilaga 12. Datablad till trendanalysmodell

1. Inledning

Dricksvatten är vårt allra viktigaste livsmedel. En tillgång till ett bra, kvalitetssäkrat dricksvatten ses som en självklarhet för de flesta människor i Sverige. Vårt dricksvatten kontrolleras i vattenverket innan det skickas ut på ledningsnätet till konsumenterna. Kvalitén på vattnet är kontinuerligt kontrollerad på vattenverket och ledningarna till konsumenterna undersöks med jämna mellanrum och byts ut vid behov. Ledningarna är tänkta att utgöra ett slutet system där risken för kontaminering skall vara liten. Vad som faktiskt händer med vattnet i distributionsnätet är mindre väldokumenterat. Vid ett rörbrott kan trycket i vattenledningen minska, vilket ger en risk för att partiklar och olika patogener kan infiltreras i systemet. Dessa tryckfall i ledningsnätet kan bland annat orsakas av att vattendistributionen i den trasiga ledningen stängs av i samband med lagning av vattenläckan. En del nationella studier har gjorts, men många av resultaten från dessa är svåra att applicera på de förhållanden som råder i svenska vattenledningsnät. Det har gjorts skandinaviska studier som kan tänkas ha likheter med svenska förhållanden, men dessa har varit begränsade i omfattning eller haft ett bristande underlag vilket gör det problematiskt att dra slutsatser. Därför finns ett behov av fler studier inom området. Denna studie avser att behandla de hälsomässiga risker som finns på vattenledningsnätet med hänsyn till läckage och tryckfall.

1.2 Bakgrund till studien

I dagsläget finns inga siffror på hur stor risken för kontaminering till följd av tryckfall är. Eventuella hälsomässiga konsekvenser för konsumenterna är inte fullständigt kartlagda. En norsk studie från 2005 visar på ett svagt samband mellan vattenläckor och ett ökat antal sjukdomsfall hos befolkningen i det berörda området (se kapitel 2.4 för vidare information). En studie i form av ett kandidatarbete vid institutionen Vatten- och Miljöteknik vid Chalmers Tekniska Högskola gjordes i Göteborgsområdet våren 2011. Resultaten från denna studie kunde inte påvisa några samband mellan tryckfall i ledningsnätet och ökad sjuklighet hos konsumenter. Studien kunde dock inte utföras i den omfattning som ursprungligen planerats, vilket gjort att tillförlitligheten hos resultatet inte blev helt tillfredsställande (se även här kapitel 2.4 för vidare information). Mot bakgrund av detta genomförs studien i form av två kandidatarbeten vid samma institution även detta år. Studien som redovisas i denna rapport utförs i kommuner i områden utanför Göteborg och genomförs som en epidemiologisk kohortstudie (se kapitel 2.3).

1.3 Syfte

Syftet med kandidatarbetet är att utveckla tidigare studier rörande hälsomässiga risker på vattenledningsnät samt att bidra till att öka den statistiska säkerheten hos resultatet. Sjukdomsfrekvens i förhållande till minskat tryck studeras med

avseende på möjliga riskfaktorer, samt tillämpas i beräkningar över dess spridning i exponerade respektive icke exponerade områden. Målet är att analysera och undersöka konsekvenserna av största möjliga antal vattenläckor i aktuella kommuner: Borås, Varberg och Trollhättan. Syftet är även att jämföra reparationsrutiner i samtliga medverkande kommuner samt att översiktligt redogöra för lokala förhållanden i kommunerna med avseende på reningsprocesser i vattenverk, distributionsnät, markförhållanden och bebyggelse.

1.4 Frågeställningar

I rapporten kommer följande frågeställningar att behandlas:

- 1. Kan ett samband mellan vattenläckor och sjukdom påvisas?*
- 2. Finns det ett samband mellan identifierade riskfaktorer och förhöjd sjukdomsfrekvens?*
- 3. Hur skiljer sig rutiner gällande reparationer vid vattenläckor respektive underhåll åt i de olika kommunerna?*

1.5 Avgränsningar

Valt studieområde är endast de hälsomässiga risker som rör vattenläckor på ledningsnätet i Varberg, Trollhättan och Borås samt konsekvenser av de tryckfall som sker under tiden för studien. Bedömning och undersökning av ökad hälsorisk till följd av inträngning av föroreningar, görs med avseende på lågt eller negativt tryck då en vattenläcka inträffar. En av studiens analysmetoder avser att undersöka jämförbara vattenläckor utifrån omfattningen av reparationer, där jämförbarheten definieras utifrån vald läcklaggningsmetod (härefter omnämnt som kompliceringsgrad). Detta görs under antagande att alla vattenläckor inte ger upphov till samma typ av risker för kontaminering, varför de bör studeras separat. Bedömning av storleken på hälsorisker beroende på rent tekniska driftproblem så som problem med ventiler, pumpstationer och så vidare behandlas ej.

1.6 Metod och genomförande

För att erhålla ett tillförlitligt statistiskt underlag för att kunna utvärdera hälsomässiga risker i samband med tryckförändringar i distributionsnätet fattades ett gemensamt beslut om att genomföra en enkätstudie via telefon. Beslutet fattades tillsammans med den kandidatgrupp som genomför ett parallellt kandidatarbete inom samma studieområde efter ett samtal med en statistiker, samt efter godkännande av handledare Annika Malm.

Valet att genomföra telefonintervjuer motiveras med en önskan om att uppnå en högre svarsfrekvens än föregående års studie, vilken hade en svarsfrekvens på 30 %. Önskvärt är istället att uppnå en svarsfrekvens på 70 %, vilket ansatts som ett tröskelvärde för studien. Detta beslut fattades efter samråd med statistiker. De

statistiska beräkningarna fungerar som underlag för utvärdering av hälsomässiga risker vid tryckminskningar på ledningsnät i samband med vattenläcka. Andelen sjuka individer efter varje enskild vattenläcka undersöks och illustreras grafiskt med avseende på en rad riskfaktorer vilka tidigare studier indikerat som relevanta. Studiens riskbedömning utgår ifrån beräkningar för den totala sjukdomsspridningen hos exponerade områden respektive kontrollområden. I detta steg genomförs två beräkningar; en där samtliga vattenläckor som enligt studiens definition är jämförbara beräknas efter lämplig statistisk modell, och en där beräkningen görs utan särskiljning mellan vattenläckornas karaktär, där samtliga räknas med i en och samma statistiska modell.

Litteraturstudier över allmän VA-teknik och vattenrening bedrevs kontinuerligt under studiens tidiga skede. Studiebesök i kommunerna genomfördes för att bevittna eventuell reparation av vattenläcka, samt för att insamla information angående reparationsrutiner och allmänna rutiner vid rörbrott. Kapitel 6 beskriver studiens genomförande i detalj.

1.7 Valda riskfaktorer för studien

Riskfaktorer har valts efter en litteraturstudie (se kapitel 2) och i samråd med handledare och statistiker (se kapitel 6). Följande faktorer identifierades:

- 1. Medlemmar i hushåll som går/arbetar på förskola*
- 2. Konsumtionsmängd vatten per dag*
- 3. Varaktighet*
- 4. Kompliceringsgrad*

1.8 Rapportens distribution

En bakgrund till studien ges i kapitlen 2, 3, 4 och 5. Dessa berör litteraturstudie och kopplingar till övrig forskning, vattenrening i vattenverk, distributionsnät samt en beskrivning av de medverkande kommunerna. Kapitel 6 behandlar studiens genomförande. Kapitel 7 beskriver de statistiska beräkningarna som utförts, medan kapitel 8 och 9 presenterar studiens resultat. Kapitel 10 innehåller analys av resultatet medan kapitel 11 diskuteras studiens utförande, resultat samt felkällor. Slutligen presenteras dragna slutsatser i kapitel 12.

*

2. Kopplingar till tidigare forskning och litteratur

Olika hälsorisker finns kopplade till dricksvatten och dricksvattendistribution och ett urval av dessa presenteras nedan. En genomgång av tidigare studier som utförts inom liknande områden ges också, samt en exemplifiering av de olika patogener som kan orsaka sjukdomar via dricksvattnet. Ledningsmaterial av olika slag beskrivs översiktligt i relation till mikrobiell tillväxt. Kapitlet avslutas med en kort internationell överblick över forskningsområdet.

2.1 Riskfaktorer på vattenledningsnät

En konceptuell modell kallad Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA) används för att bedöma hälsoriskerna efter inträngning av patogener i dricksvattenledningar till följd av inträngande vatten vid lågt tryck eller undertryck. Hälsoriskerna bedöms enligt denna modell efter dos-respons-sambandet hos recipienten (Marie-Claude Besner, Michèle Prévost, Stig Regli, 2010, s. 963). Modellen förutsätter dels ett lågt tryck i vattenledningsnätet, dels att patogener i jord och vatten förekommer, och dels att otätheter på rören till existerar (ibid). Orsakerna till inträngning av vatten kan vara följande: tryckslag från avstängningsventiler, backventilsavstängning, stängning av ventil till högzon samt felplacerade luftare et cetera (ibid).

Två studier (Hunter (2005) och NORVAR (2005)) som tidigare har gjorts pekar på ett samband mellan hälsorisker vid konsumtion av vatten i samband med tryckfall i vattenledningar (Marie-Claude Besner, Michèle Prévost, Stig Regli, 2010, s. 965). Det som indikerade på ett samband i den första studien var en ökning av gastrointestinal sjukdom (GI), där upp till 15 % av sjukdomsfallen skulle kunna kopplas till tryckfall på ledningsnätet (Marie-Claude Besner, Michèle Prévost, Stig Regli, 2010, s. 965). Ökad sjukdomsrisk beror på inträngning av föroreningar från omgivande mark, eller via läckagningspunkten. Varaktigheten av trycklösa tillfällen nämns av samma rapport som en stor hälsopåverkande faktor (Marie-Claude Besner, Michèle Prévost, Stig Regli, 2010, s. 963).

En svensk studie (Karin Nygård, Erik Wahl, Truls Krogh, Odd Atle Tveit, Erik Bøhleng, Aage Tverdal, Preben Aavitsland, 2007, s. 879) har visat på ett samband mellan infektionsrisken och ledningssträckan från abonnent till vattenverk. Sjukdomsriskerna var störst hos abonnenter med längst distributionssträcka till närmsta vattenreservoar, enligt en analys av data från samma studie (ibid). Samma källa uppger också att vattenledningar som finns i bebyggelse på hög höjd kan utsättas för negativt tryck i samband med läckage i distributionsnätet. Inom detta studieområde har även relationen mellan konsumtionsmängden dricksvatten och eventuell förhöjd sjuklighet undersökts i en studie (Marie-Claude Besner, Michèle Prévost, Stig Regli, 2010, s. 965).

I en norsk studie genomförd år 2005 uppmättes en högre sjukdomsfrekvens hos de abonnenter som varit i kontakt med förskola under perioden som vattenläckan varat (NORVAR, 2005, s. 21). Samtliga hushåll tillfrågades om det fanns barn i hushållet som gick i förskola alternativt om någon vuxen arbetade på förskola, där analys av resultat visade på en högre sjukdomsfrekvens hos just denna grupp.

2.2 Mikroorganismer i ledningsnätet

Mikrobiell tillväxt i distributionsnäten kan ha negativ inverkan på människors hälsa och kan dessutom ge upphov till tekniska problem (Thor Axel Stenström & Ulrich Szewzyk, 2004, s. 7). Korrosion på ledningsnäten samt icke önskvärda lukt- och smakförändringar är exempel på sådana problem. I förlängningen finns det risk att en ostörd mikrobiell tillväxt kan medföra en utveckling av biofilm i ledningsnäten som ger skydd för patogena mikroorganismer. Bildandet av biofilm kan sålunda innebära att effekten av eventuella desinfektionsåtgärder avmattas (ibid).

Det finns två huvudsakliga punkter som sammanfattar de så kallade vattenstandarderna för mikrobiologisk tillväxt (Thor Axel Stenström & Ulrich Szewzyk, 2004, s. 12), nämligen:

- Inga patogena bakterier skall förekomma i ledningsnäten
- Halten mätbara bakterier och övriga mikroorganismer skall vara låg

I Livsmedelsverkets författningssamling kan också läsas att halten av mikroorganismer är av stor vikt när det gäller definitionen av vatten som ett tjänligt livsmedel (Livsmedelsverket, 2001). Se även kapitel 3.3 rörande juridisk reglering av vattenkvalitet.

2.2.1 Patogener i ledningsnätet

Patogena mikroorganismer utgör en potentiell risk för människors hälsa, och den miljö som uppstår i ett vattenledningssystem kan utgöra en mer eller mindre lämplig nisch för dessa. Förutsättningar för att patogener skall tillväxa och/eller överleva i systemet beror av flera faktorer (Thor Axel Stenström & Ulrich Szewzyk, 2004, s. 12).

Vissa mikroorganismer, inklusive patogena, kan återfinnas i vitt skilda miljöer gällande exempelvis förekomst av näringsämnen (organiska föreningar et cetera). Det har bland annat visat sig att mikroorganismer som traditionellt sett ansetts vara beroende av näringsrika förhållanden (kopiotrofa mikroorganismer) även klarar sig i mycket näringsfattiga omgivningar givet att andra förutsättningar är gynnsamma. Detta innebär i praktiken att det blir svårare att göra antaganden om

vilka parametrar som styr förekomst av denna typ av mikroorganismer i vattenledningsnätet (Thor Axel Stenström & Ulrich Szewzyk, 2004, s. 15 & 16).

På de ställen där vatten kommer i kontakt med antingen ytor (rörvägg eller reservoar et cetera) eller luft uppkommer miljöer där olika typer av organiska föreningar uppsamlas. Dessa är en levnadsförutsättning för många mikroorganismer varför nämnda miljöer är av särskild betydelse. Förhållanden såsom vattenomsättning och temperatur är också viktiga parametrar eftersom även de har inverkan på mikrobiologisk tillväxt. I rapporten från VA-Forsk beskrivs också att det finns en begränsad kunskap och kartläggning kring hur olika typer av mikroorganismer (inte nödvändigtvis patogena) kan inverka på tillväxten av andra arter av mikroorganismer. Nitrifikationsbakterier har exempelvis förmågan att fixera oorganiskt kol och omvandla det till organiska föreningar vilka verkar som näringsämnen för andra heterotrofa organismer (ibid).

Campylobacter

Campylobacter är den patogen som är ansedd som vanligaste identifierade smittorganismen i samband med vattenburen sjukdom i Sverige sedan 1980 (Torbjörn Lindberg & Roland Lindqvist, 2005, s. 15). De symtom som kan uppkomma vid infektion av *Campylobacter* är diarré, kräkning, illamående feber etc. Bakterien finns i mänsklig och diverse animalisk avföring (Smittskyddsinstitutet, 2010). Vissa bakterier inom familjen kan behandlas med antibiotika (Nationalencyklopedin, *Campylobacter*, 2012), dock är behandling sällan nödvändig (Smittskyddsinstitutet, 2010).

Norovirus

Viruset är liksom *Campylobacter* en vanlig orsak till vattenburna sjukdomsutbrott i Sverige, och mikroorganismen finns i mänsklig avföring. Symptomen är likartade som för *Campylobacter* men det förekommer inslag av huvudvärk och yrsel. Allmänt brukar insjuknade individer få tillfriskna utan särskild behandling (Smittskyddsinstitutet, *Calicivirus (noro- och sapovirus)*, 2012). Från 1989 till 2003 var norovirus den, efter *Campylobacter*, vanligaste enskilda identifierbara orsaken till vattenburna utbrott i Sverige (Torbjörn Lindberg & Roland Lindqvist, 2005, s. 15).

Giardia

Patogenen *Giardia* är en mikroorganism som utgör risk för människors hälsa. Symtomen kan ta uttryck genom diarré, magsmärtor och trötthet. Antibiotika är ofta en behandlingsmetod att rekommendera. Ånyo är det från mänsklig avföring som mikroorganismen har sitt ursprung (Smittskyddsinstitutet, 2010).

För att förhindra vidare spridning av patogenen i fråga efter eventuellt insjuknande, gäller gemensamt för de listade mikroorganismerna att vidta god

personlig hygien. Vid påträffande av *Campylobacter* och *Giardia* skall anmälan göras till smittskyddsläkare och till Smittskyddsinstitutet (Smittskyddsinstitutet, 2010) & (Smittskyddsinstitutet, 2010)).

2.2.2 Smittspridning via vattenledningsnät

Det finns flera dokumenterade fall av sjukdom som spridits via vattendistributionsnätet. Detta kan förekomma även i de fall där kontaminering sker innan vattnet lämnar vattenverken, och smittkällan därmed inte härrör från själva distributionsnätet men detsamma kan fungera som smittspridare. Ett sådant exempel var 1994 års utbrott i Milwaukee i USA, där uppskattningsvis 400 000 personer insjuknade till följd av att kryptosporidium nått konsumenter påkopplade till vattenledningsnätet. Anledningen till utbrottet förmodades vara dålig kvalitet på råvattnet och orsakades därmed inte av problem med själva ledningsnätet (Thor Axel Stenström & Ulrich Szewzyk, 2004, s. 11).

2.3 Epidemiologiska studier – sjukdomsspridning i en population

Epidemiologiska studier avser undersökningar av de avgörande faktorerna bakom en sjukdoms spridning och mönster i befolkningen (Nationalencyklopedin (Lars Janzon), 2012). Målet med en epidemiologisk studie är att få fram riktig information om orsaker till sjukdomens spridning och hur den ska bekämpas (Ann Aschengrau, George R Seage II, 2008, s. 136).

Det finns olika studiediscipliner inom epidemiologi. Till studien har typen kohortstudie utvalts som lämplig metod. Kohortstudier undersöker sjukdomseffekter och -frekvenser hos grupper berörda av infektionsspridning (Ann Aschengrau, George R Seage II, 2008, s. 136). I kohortstudien jämförs resultat mellan en utsatt grupp och en så kallad kontrollgrupp, vilken till storlek, befolkningsgrupp och geografiskt läge är lik den utsatta enligt samma källa. Målet är att med hög tillförlitlighet bedöma sambandet mellan exponering av smitta och sjukdom och med minsta möjliga resursåtgång (Ann Aschengrau, George R Seage II, 2008, s. 137).

För att kartlägga vilka riskfaktorer och utbrott som kan leda till försämrad dricksvattenkvalitet, har epidemiologiska studier varit vanligt förekommande i dricksvattenforskningen (NORVAR, 2005, s. 17).

2.4 Komparativa studier

En studie liknande *Hälsomässiga risker på vattenledningsnätet – En studie över samband mellan trycknedsatt ledningsnät och förhöjd risk för sjukdom i tre svenska kommuner* genomfördes våren 2011, även den som ett kandidatarbete vid Bygg- och Miljöteknik. Aktuell studieort var Göteborgs stad. Studiens namn var *'Hälsomässiga risker på vattenledningsnät – En studie av sambandet mellan trycklöst ledningsnät vid reparation av rörbrott och magbesvär hos konsument'*.

Ett samband mellan vattenläckor och ökad sjuklighet hos konsument kunde inte stödjas (Cecilia Friis, Hugo Gräsberg, Anna Höglund, Jonas Sjöholm, 2011, s. 36). Kandidatarbetet syftade till att göra en svensk motsvarighet till den norska studie som genomfördes år 2005, *'Kartlegging av mulig helserisiko for abonnenter berørt av trykkløs vannledning ved arbeid på ledningsnettet'*. Denna studie berörde ett antal norska kommuner, och var i sig baserad på en undersökning gjord i Trondheim åren 2000 och 2001 *'Sammenheng mellom trykkløst vannledningsnett og rapportert sykdom hos berørte abonnenter'*. Båda visade en förhöjd risk för sjuklighet efter vattenläcka (NORVAR, 2005, s. 5). Det hade inte tidigare gjorts någon kohortstudie som den utförd i Trondheim (NORVAR, 2005, s. 18).

2.4.1 Sammanfattning av studien 'Kartlegging av mulig helserisiko for abonnenter berørt av trykkløs vannledning ved arbeid på ledningsnettet NORVAR '(2005)

Studien genomfördes som en kohortstudie av Mattilsynet (motsvarigheten till svenska Livsmedelsverket). Sju vattenverk deltog i undersökningen, där vart och ett av vattenverken stod för mellan 2 och 24 episoder av total trycklöshet på vattenledningsnätet. Studien bestod av totalt 88 sådana episoder. Telefonintervjuer genomfördes med 612 hushåll som varit exponerade för trycklöst ledningsnät, och 547 hushåll ingick i en kontrollgrupp. Resultaten från undersökningen visade att 12,7 % i den exponerade gruppen varit sjuka i magåkommor, medan motsvarande siffra i kontrollgruppen var 8 %. Detta innebär att 37 % av sjukdomsfallen i den exponerade gruppen berodde på episoder av tryckfall i ledningssystemet. I studien undersöktes endast vattenkonsumtion på hushållsnivå, och därför kunde ingen koppling göras mellan individers vattenkonsumtion och risken att bli sjuk. På hushållsnivå kunde slutsatsen dras att en trycklös episod gjorde att risken var större att drabbas av magåkommor (NORVAR, 2005, s. 5 & 6).

Avsikten var att 8 vattenverk skulle medverka i undersökningen och att dessa 8 skulle göra 24 undersökningar vardera, med 20 hushåll inkluderade i varje grupp. Det var tänkt att den totala mängden telefonintervjuer skulle uppgå till 3 000, medan antalet faktiskt genomförda intervjuer uppgick till 1. 159 (NORVAR, 2005, s. 32).

Eventuella felkällor ansågs vara de olika tekniska förhållandena på de medverkande vattenverken vad gäller rening och drift. En kartläggning gjordes av rådande väderlek; om klorering utfördes; om vattenledning och avloppsledning låg i samma rörgrav; och om det då spolades eller rensades efteråt. Då data inte var tillfredsställande var den enda slutsatsen som kunde dras att regn vid lagningsarbete ökar risken för att konsumenterna blir sjuka (NORVAR, 2005, s. 32 & 33). Övriga riskfaktorer ansågs vara bristande underlag då endast 39 % av

de tilltänkta hushållen intervjuades, och dessutom uppnåddes en svarfrekvens på 63 % hos hushållen vilket var något lågt jämfört med vad som planerats. En ofullständig blinding- effekt uppstod, vilket innebär att exponerade hushållen var medvetna om att en vattenläcka skett varför de var mer benägna att tro att de varit utsatta och att sjukdom berodde på detta. Rent hygieniska effekter beroende på att vattnet varit avstängt och att det därför exempelvis inte varit möjligt att tvätta händerna nämndes likaså som en riskfaktor. Det påpekades också att andra riskfaktorer än just trycklöshet kan vara inblandade vid arbete på ledningsnätet (ibid).

2.4.2 Sammanfattning av kandidatarbete 'Hälsomässiga risker på vattenledningsnät' (2011)

Studien var den första svenska i sitt slag. Underlag som låg till grund för denna var ovan nämnda norska studie. Metoden som valdes att för att genomföra studien var via en pappersenkät, som skickades ut till ett stort antal berörda hushåll 10- 14 dagar efter att en vattenläcka skett (Cecilia Friis, Hugo Gräsberg, Anna Höglund, Jonas Sjöholm, 2011, s. 2). Arbetet med studien drabbades av ett bakslag i form av kommunikationsmisstag mellan den utförande gruppen och det tryckeri som både tryckte och skickade ut pappersenkäter till de berörda hushållen, vilket gjorde att pappersenkäterna till undersökningen av två läckor skulle skickats ut för sent och därmed fick stoppas. Fyra läckor behandlades totalt, varav en var av mindre omfattning, av de tilltänkta fem läckorna som planerats att undersöka. Svarsfrekvensen var också lägre än förväntat. Sammantaget visade resultatet av studien att inga slutsatser kunde dras rörande samband mellan en exponering för vattenläcka och ökad sjukdom i hushållen (Cecilia Friis, Hugo Gräsberg, Anna Höglund, Jonas Sjöholm, 2011, ss. 35, 36 & 19). Eventuella felkällor uppgavs bland annat vara: för få antal vattenläckor; språkförbistringar då enkäter skickats till delar av Göteborg där svenska språkkunskaper kan antas vara mindre goda; ovan nämnda missförstånd med tryckeriet, samt tiden på året då studien gjordes. Undersökningen gjordes under vårvintern, då det är stor risk att drabbas av andra magsjukdomar, till exempel vinterkräksjukan (Cecilia Friis, Hugo Gräsberg, Anna Höglund, Jonas Sjöholm, 2011, s. 35).

2.5 Kort internationell överblick

I en amerikansk studie var 30 % av alla rapporterade sjukdomar relaterade till tryckfall i de kommunala dricksvattenledningarna (Gunther F Craun & Rebecca L Calderon, 2001, s. 66). Motsvarande siffra i Sverige uppskattas vara 40 % (Annika Malm, Thomas Petterson & Olof Bergstedt, 2010, s. 1).

Enligt rapporter från WHO har utvecklingsländer stora problem med tryckfall till följd av läckor, vilket beror på att det i huvudsak finns intermittenta (periodvis trycksatta) distributionssystem i tredje världens länder (Marie-Claude Besner,

Michèle Prévost, Stig Regli, 2010, s. 968). Siffror från 1991 visar på att uppskattningen av vattenförluster till följd av läckor ligger mellan 8-24 % av den totala vattenförsörjningen. Enligt samma källa rapporteras denna uppskattning vara högre i dagsläget.

Olika länder har olika stora avstånd mellan sina dricksvattenledningar och avloppsledningar och ibland placeras de inte i samma ledningsgrav (Marie-Claude Besner, Michèle Prévost, Stig Regli, 2010, s. 969). Detta kan påverka risken för patogener att ta sig in i dricksvattenledningarna vid utbrott. En kanadensisk studie kunde påvisa att endast 1 av 17 reparationsplatser med dricks- och avloppsledningar i samma ledningsgrav hade en relativt låg halt av patogener i vattnet (ibid). Detta stämmer delvis överens med den norska studien som visar på en förhöjd risk av sjukdom vid utbrott, där dricksvatten- och avloppsledningar ligger i samma ledningsgrav. Dock framgår det inte hur stora avstånden mellan de inbördes ledningar är (ibid).

*

3. Förädling av råvatten till dricksvatten

Råvatten processas innan det transporteras till konsumenter via distributionsnätet och beredningen sker i vattenverk. 85 % av Sveriges befolkning fick år 2005 sitt dricksvatten från kommunala vattenverk; 13 % fick vatten från egna brunnar och 2 % hämtade sitt vatten från brunnar i fritidshus. Samma år producerade de kommunala vattenverken 891 miljoner m³ dricksvatten. Hälften av det kommunala dricksvattnet i Sverige kommer från sjöar eller vattendrag, så kallat ytvatten. Resterande vatten hämtas från grundvatten eller från konstgjort grundvatten som skapats genom infiltration. Större tätorter hämtar ofta sitt råvatten från ytvattentäkter för att tillräckliga vattenvolymer skall kunna utvinnas. Ofta är det mindre kostsamt att använda grundvatten som råvatten än ytvatten, (Nationalencyklopedin (Anders Nordström), 2012).

3.1 Råvatten – ursprunget till dricksvattnet

Råvatten är ytvatten eller grundvatten som efter beredning kan användas som dricksvatten (Nationalencyklopedin, Råvatten, 2012). De flesta vattenverk använder sig av grundvatten som utgör ungefär 25 % av den totala vattenvolymen, men den största volymen av råvatten kommer ifrån ytvatten, 51 %. Ungefär 24 % av vattnet kommer ifrån ett konstgjort grundvatten, skapat genom infiltration (Nationalencyklopedin (Anders Nordström), 2012).

3.1.1 Ytvatten

Ytvatten innehåller ofta olika sorters biologiska material som alger, humus eller andra organiska substanser. Dessa kan ge färg, lukt och smak åt vattnet. Det är dessutom relativt oskyddat mot olika sjukdomsframkallande mikroorganismer (Nationalencyklopedin (Jörgen Malmquist), 2012). Vattnet måste renas innan det är möjligt att dricka (Nationalencyklopedin, Ytvatten, 2012).

3.1.2 Grundvatten

Grundvatten är oftast klart, färglöst och luktfritt och innehåller endast låga koncentrationer av organiska material. Grundvatten kan ofta användas utan behandling (Nationalencyklopedin (Jörgen Malmquist), 2012). I Sverige står grundvattnet för ungefär hälften av råvattnet till dricksvatten, medan det har en än större vikt i stora delar av världen (Nationalencyklopedin (Allan Rodhe), 2012). Grundvattnet är bättre skyddat mot föroreningar än ytvatten och är ofta fritt från olika typer av patogener samt håller en jämn temperatur. Nackdelar med grundvatten är att det kan finnas olika typer av kvalitetsproblem. Dessa kan vara naturliga, till exempel saltinträngningar i kustnära områden, eller ha en antropogen orsak som föroreningar (Nationalencyklopedin (Ragnhild Eklund, Allan Rodhe), 2012).

För att kunna utvinna grundvatten krävs god permeabilitet hos jord eller berggrund nära uttaget (brunnen), då uppkommer en grundvattenströmning mot brunnen. I de dominerande jord- och berglagren i Sverige (morän ovan gnejs eller granit), är genomsläppligheten ganska låg. För större vattentäkter krävs oftast vattentäkter i sand eller grus. De glaciala rullstensåsar som finns i landet är de största tillgångarna för grundvattentäkter, och många kommunala vattentäkter är baserade på dessa (Nationalencyklopedin (Allan Rodhe), 2012).

3.1.3 Infiltration av ytvatten – konstgjort grundvatten

Genom att ytvatten infiltreras i marken fås ett renare vatten. Det finns olika sätt att åstadkomma infiltration av ytvatten i marken. Ett är genom inducerad infiltration, när grundvatten tappas från ett uttag i närheten av en sjö eller ett vattendrag. Då fås en strömning mot uttaget eftersom grundvattenytan sänks, och infiltrationen av ytvattnet går snabbare. En konstgjord infiltration kan också åstadkommas genom att pumpa ytvattnet till infiltrationsbassänger, där vattnet sedan får perkolera ner i marken via dammens botten. Därmed bildas ett konstgjort grundvatten. Fördelen med en konstgjord infiltrering är minskade behov av efterföljande reningsprocesser (Kompendium VA- ledningsteknik, 1995, s. 56 & 57).

3.2 Vattenreningsprocesser

Vattenrening innebär behandling av råvatten så att det skall uppfylla bestämda kvalitetskrav. Dricksvatten och vatten för industrier renas i vattenverk där föroreningar avskiljs och avdödas. Dessutom desinfekteras vattnet för att bland annat motverka spridning av vattenburna patogener (Nationalencyklopedin (Torsten Hedberg, Tore Stenström), 2012) samt muntlig källa Annika Malm 2012-02-09). Nedan beskrivs översiktligt de vanliga reningssteg som förekommer i svenska vattenverk.

3.2.1 Grovgaller och silning

Ett grovgallar orsakar ingen reningsprocess i egentlig bemärkelse, utan avskiljer endast grövre föremål från råvattnet som annars hade kunnat orsaka driftproblem inne i vattenverket (Kompendium VA- ledningsteknik, 1995, s. 58). Ett grovgaller ska fånga olika typer av organiskt material såsom gräs och kvistar. En sil ska avskilja sådana material som alger, fibrer och olika typer av slam (ibid).

3.2.2 Snabbfiltrering

Snabbfiltrering är den vanligaste typen av filter vid vattenverk. Filtren är fyllda med sand och rengörs ofta. Dessa ska alltid konstrueras så att det är möjligt att avlägsna det material som ansamlas på filtret. Snabbfiltrering kan också ske med hjälp av aktiva filter med exempelvis aktivt kol. Kålet avlägsnar lukt, smak och organiska föreningar från vattnet. Aktiva filter kan också bestå av kalciumkarbonat som justerar vattnets hårdhet och/eller pH. Snabbfilter ger ingen

god avskiljning av mikroorganismer eller små partiklar (Nationalencyklopedin (Torsten Hedberg, Tore Stenström), 2012).

3.2.3 Långsamfiltrering

Långsamfiltrering består av sandbäddar av en meters tjocklek som vatten långsamt får strömma igenom (Nationalencyklopedin (Torsten Hedberg, Tore Stenström), 2012). I filtrets översta skikt bildas en biofilm, som ersätts ett par gånger varje år då det översta lagret av sand byts ut. Långsamfiltrering fungerar genom en kombination av filtrering, adsorption och biologisk nedbrytning, och avskiljer en stor del av de olika typer av plankton, virus och bakterier som kan finnas i råvattnet. Organiska ämnen bryts till vissa delar ner, vilket gör att eventuell färg på vattnet minskar. Olika typer av icke önskvärd smak och lukt elimineras. Vid god råvattenkvalitet kan det räcka med långsamfiltrering som enda reningsmetod. Nackdelen med långsamfiltrering är att metoden är utrymmeskrävande (ibid).

3.2.4 Kemisk fällning och sedimentering

Då ett ytvatten har höga humushalter och innehåll av bakterier krävs kemisk behandling av vattnet (Nationalencyklopedin (Torsten Hedberg, Tore Stenström), 2012). Under processen justeras pH i dricksvattnet för att underlätta för flockning, samtidigt som aluminiumföreningar tillsätts, oftast i form av aluminiumsulfat. Ibland används även av andra ämnen, som till exempel järnklorid. Olika föroreningar i vattnet reagerar med dessa tillsatta föreningar och bildar flockar. På så sätt tas till exempel mikroorganismer om hand. Processen tar plats i flockningsbassänger. Flockarna består av aluminiumhydroxid, vilken är svårslöslig, som sedan avskiljs från vattnet genom sedimentation. Efter kemisk fällning snabbfiltreras ofta vattnet. All aluminium avskiljs från vattnet under detta steg, på grund av aluminiumhydroxidens svårslöslighet. Kemisk fällning är främst aktuell som reningsprocess vid rening av ytvatten och bör kombineras med andra reningsmetoder för att få bort eventuell smak (ibid).

3.2.5 Desinfektion

Desinfektion av ytvatten är oftast nödvändig för att undvika smittspridning, medan vatten från grundvattentäkter i mindre grad behöver desinficeras (Nationalencyklopedin (Jörgen Malmquist), 2012). Själva desinfektionen sker oftast med hjälp av klorering, i form av klorgas eller natriumhypoklorit (Kompendium VA- ledningsteknik, 1995, ss. 65, 66 & 67). Nackdelen med klor är att om det förenas med olika organiska ämnen som till exempel humus, kan smak uppstå hos vattnet. Andra metoder för desinfektion är bestrålning av UV-ljus eller genom dosering av ozon. Ozondesinfektion fungerar genom att ozonet reagerar med och oxiderar organiskt material i vattnet. Desinfektion med ozon och ultraviolett strålning har båda nackdelen att ingen kvarstående effekt mot

återinfektion i vattenledningsnätet finns; ozon och UV-strålning skyddar alltså inte vattnet när det väl är inne i distributionsnätet. Klor däremot fungerar desinficerande även i vattenledningarna (ibid). Dosen klor använda i svenska vattenverk är låg i ett internationellt perspektiv (Nationalencyklopedin (Torsten Hedberg, Tore Stenström), 2012).

3.3 Juridisk reglering av vattenkvalitet

Högsta lagstiftande instans är riksdagen medan regeringen skall genomföra de beslut som riksdagen fattar (Svenskt Vatten, 2012). Utöver detta är det flera myndigheter som kontrollerar vattenkvalitet, eller berör andra aspekter av vatten. Exempel på sådana myndigheter är Livsmedelsverket samt Naturvårdsverket. Det är Livsmedelsverket som är ansvarigt för den centrala tillsynen för allmänna dricksvattenanläggningar. På lokal nivå är det kommunernas miljö- och hälsoskyddskontor som har tillsynsansvar. När det gäller enskilda vattenverk har Socialstyrelsen tillsynsansvar (ibid). Gällande föreskrifter, råd och vägledningar har Livsmedelsverket ansvar (Svenskt Vatten, 2012).

Livsmedelsverket specificerar de kvalitetskrav som ställs på dricksvatten i föreskriften SLVFS 2001:30 § 7. Krav är att det skall vara hälsosamt och rent, genom att det *”inte innehåller mikroorganismer, parasiter och ämnen i sådant antal eller sådana halter att de kan utgöra en fara för människors hälsa”* samt att det uppfyller en rad olika krav gällande mikroorganismers antal och halter av olika ämnen. Dricksvatten är otjänligt om förekomst av *E. coli* och enterokocker kan påvisas, och om halten koliforma bakterier är större än 10 per 100 ml.

Dessa krav på mikrobiologisk aktivitet gäller för dricksvatten vid avslutad beredning innan distribution från vattenverk, vid den tidpunkt och det tillfälle det tappas ur dricksvattenkranar eller tankar, för dricksvatten som skall användas i livsmedelsproduktion vid den tidpunkt det tappas, samt för dricksvatten som tappas på flaska för försäljning (Livsmedelsverket, 2001).

*

4. Distributionsnät för dricksvatten

Ett nutida distributionsnät för dricksvatten består av vattenledningar, pumpar samt reservoarer anslutna till dessa. Distributionsnätet sträcker sig fram till en förbindelsepunkt, ofta en tomtgräns, där fastighetsägaren har ansvar för vattnet. Anslutningen till vattennätet sker inomhus via vattenledningar, där vattnet leds till tappning för olika ändamål. Om installation påverkar vattnet på ett negativt sätt är detta fastighetsägarens ansvar. Ett distributionsnät består av huvudledningar, distributionsledningar samt servisledningar (Nationalemcyklopedin (Tore Stenström), 2012).

Distributionsnätet i Sverige år 2010 utgjordes av 70 700 km ledningsnät (Annika Malm & Gilbert Svensson, 2011, s. 11). De respektive kommunala ledningsnäten kan sägas vara av ansevärd storlek, vilket innebär att vattnet kan få en lång uppehållstid och därmed kan försämrats livsmedlets kvalitet. Kvaliteten på dricksvattnet skall motsvara Livsmedelsverkets föreskrifter (se även kap. 3.3) (Nationalemcyklopedin (Tore Stenström), 2012).

4.1 Utformning av distributionsnät

För att upprätthålla en god kvalitet på dricksvattnet är det viktigt att ledningsnät och reservoarer sköts och underhålls kontinuerligt. En god omsättning av vattnet är eftersträfvärd och ledningarna i nätet bör rengöras då behov uppkommer (Nationalemcyklopedin (Tore Stenström), 2012). En hög dricksvattenskvalitet säkerställs bland annat genom en väl genomtänkt utformning av distributionsnätet (Kompendium VA- ledningsteknik, 1995, s. 71 & 72). Olika delar av distributionsnätet avseende ledningstyper, distributionsnät samt tryckförhållanden på nätet beskrivs översiktligt nedan.

4.1.1 Olika ledningstyper

Det finns tre huvudsakliga typer av vattenledningar i ledningsnätet för dricksvatten: huvudledningar, distributionsledningar och servisledningar. Huvudledningarna leder vattnet från vattenverket och olika pumpstationer, och fördelar vattnet mellan samhällets olika delar (Nationalemcyklopedin (Tore Stenström), 2012). Huvudledningar har ofta en grovlek större än 300 mm. Distributionsledningar är av en mindre grov karaktär och bildar ett mer finmaskigt nät över samhället. Denna typ av ledningar finns i alla gator där ett behov av vatten existerar. Diametern på distributionsledningar är oftast mellan 100 och 300 mm, huvudsakligen för att de ska kunna klara av att försörja brandposter med tillräcklig mängd vatten vid brand (Kompendium VA-ledningsteknik (1995) s. 74). Nyare distributionsledningar är oftare av mindre grovhet, eftersom det förutsätts att tankbilar ska kunna distribuera vatten till släckning av brand. Följaktligen är en lägre kapacitet på vattenledningen acceptabel. Det leder också till att omsättningen på vattnet blir högre och vattnet slipper bli stående i ledningarna,

samt att kvaliteten på vattnet blir bättre. Den sista typen av ledningar är servisledningar, vilka är ledningarna som förbinder distributionsledningar med enskild fastighet. Dessa ledningar finns till stor del på tomtmark ägd av respektive fastighetsägare (Nationalemcyklopedin (Tore Stenström), 2012).

4.1.2 Typ av distributionsnät

De olika ledningstyperna fogas samman till ett distributionsnät på olika sätt. De två standardtyperna av distributionsnät är cirkulationsnät och förgreningsnät. Cirkulationsnätet har fördelarna att det är ett stabilt nät med jämnt vattentryck, eftersom det på grund av sin karaktär är redundant. Systemet är hydrauliskt obestämt. Konsekvent genomförda cirkulationsnät är ovanliga. Förgreningsnätet ger ett mer ojämnt vattentryck och är på grund av sin utformning mer utsatt för driftstörningar. Konsekvent genomförda förgreningsnät existerar i mindre skalor, exempelvis ledningsnätet inuti byggnader (Kompendium VA- ledningsteknik, 1995, s. 72).

Den vanligaste utformningen av distributionsnät är att ett cirkulationsnät används i de centrala delarna av ett samhälle och i områden med stort behov av hög driftsäkerhet, medan ett förgreningsnät tillämpas i samhällets utkanter. I dessa perifera områden förekommer också ändledningar (Kompendium VA- ledningsteknik, 1995, s. 71 & 72).

4.1.3 Tryckförhållanden i ledningsnätet

Tryckförhållandena i ledningsnätet bestäms av att minimitryck måste uppnås för att vatten skall kunna levereras på ett säkert sätt till alla fastigheter, samt att maximitryck ej får överstigas då detta kan orsaka problem inom rörnätet och i anslutna fastigheter. Fördelaktigt är att i kuperad terräng dela in vattenledningsnätet i olika zoner, där några tillhör högzoner och andra tillhör lågzoner.

Det högsta vattentrycket i ett system beräknas ifrån högsta reservoarvattenytan, om reservoarer ingår i systemet. Om reservoar saknas eller om tillflödet till reservoar kontrolleras, bestäms det högsta trycket av pumparnas maximala uppföringshöjd eller av högsta renvattenyta vid vattentäkten om vattnet rinner med hjälp av självtryck mot samhället. Beräkning av det lägsta trycket i rörnätet utgår från den lägsta vattenytan i högreservoaren, samtidigt som hänsyn tas till den största timförbrukningen av vatten för normala ändamål och vattenförbrukning för släckning av brand (Kompendium VA- ledningsteknik, 1995, s. 72 & 73).

4.2 Ledningsmaterial

Materialet som ledningarna består av är en faktor att ta hänsyn till vad gäller tillväxtmöjligheter för mikroorganismer i systemet. Det finns experimentella

studier utförda angående hur väl mikroorganismer tillväxer på olika materialytor. Gummimaterial av diverse slag har i undersökningar visat sig vara opassande att använda som material i vattenrörssystem. Det har via experiment klargjorts att beståndsdelar i somliga gummimaterial har tydlig tillväxtgagnande effekt för bakterier. Stearin är ett exempel på sådant ämne (Thor Axel Stenström & Ulrich Szewzyk, 2004, s. 29 & 30).

Vid olika försök har också andra materialtyper undersökts, såsom PE (polyeten), PVC (polyvinylklorid), och koppar. Även ytor beklädda med epoxifärg och bitumen har analyserats. Resultat har visat att koppar är det material som har den lägsta tillväxtgagnande effekten av samtliga material som undersökts. Epoxifärger som inte var baserade på lösningsämnen gav också ett gott resultat. Plasterna PVC och PE hade relativt låg tillväxt medan material med bitumenbeklädd yta generellt sett hade en betydande tillväxt (Thor Axel Stenström & Ulrich Szewzyk, 2004, ss. 29-32). I tabell 1 följer en sammanställning från ovan nämnda rapport med avseende på olika ledningsmaterial och deras benägenhet för mikrobiell påväxt.

Tabell 1. Tillväxt på olika typer av ledningsmaterial. Sammanställning efter Stenström & Szewzyk 2004.

MATERIAL	EFFEKT
Bitumen	ger kraftig tillväxt
PE-rör	ger viss/mindre tillväxt
PVC-rör	ger låg tillväxt
Gummimaterial	ger normalt sett ökad tillväxt
Epoxifärg (ej lösningsmedelsbaserad)	ger ingen/minskad tillväxt
Koppar	ger normalt ingen tillväxt

Gummimaterial har traditionellt sett använts som fogningsmaterial för rör bestående av exempelvis PVC (Annika Malm & Gilbert Svensson, 2011, s. 30). Med hänsyn till mikrobiell tillväxt kan val av material avsett för fogar och övriga komponenter vara av intresse.

Valet av material för vattenledningar kan också ha inverkan på förnygringsbehovet av ledningarna. Olika material har olika beständighet mot företeelser som exempelvis korrosion (Annika Malm & Gilbert Svensson, 2011, ss. 14-17). Ett av de allra tidigaste rörmaterialen var trä, vilket användes fram till och med 1800-talet, även användningen av gjutjärnstypen gråjärn tog vid tidigt.

Gråjärn användes för nyläggning fram till och med 1970-talet varefter en ny och förbättrad gjutjärnsvariant kallad segjärn introducerades på marknaden (Annika Malm, Anders Horstmak, Göran Larsson, Jenny Uusijärvi, André Meyer & Elin Jansson, 2011, s. 13 & 15).

Segjärn hade tack vare tillsats av magnesium i smältan en betydligt bättre seghet och slagtlighet, och därför kunde materialåtgång för gods minskas relativt mycket (Annika Malm, Anders Horstmak, Göran Larsson, Jenny Uusijärvi, André Meyer & Elin Jansson, 2011, s. 15). Dessutom är segjärn bättre än gråjärn med hänseende till både sättningstålighet och korrosionsbeständighet (Annika Malm, Anders Horstmak, Göran Larsson, Jenny Uusijärvi, André Meyer & Elin Jansson, 2011, ss. 14,17 & 19) Gråjärnsledningar har en generellt sett högre läckfrekvens än alternativen plast och segjärn, förmodligen på grund av tidigare nämnda egenskaper och det faktum att ledningar av gråjärn ofta är äldre än övriga ledningar (Annika Malm, Anders Horstmak, Göran Larsson, Jenny Uusijärvi, André Meyer & Elin Jansson, 2011, s. 14).

Korrosion är en faktor som bör minimeras för att öka gjutjärnsledningars livslängd. Sammansättningen av den aktuella jorden påverkar risken för syrehaltigt vatten att komma i kontakt med ledningen, och på så vis korrosionsbenägenheten i stor utsträckning (ibid).

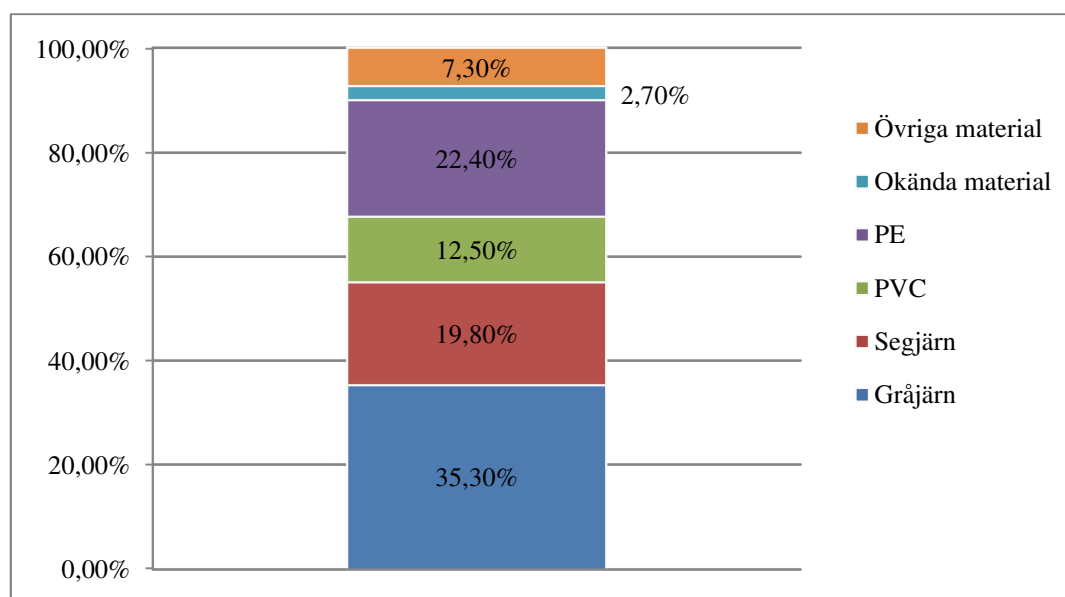
Det som i huvudsak avgör aggressiviteten och omfattningen av ett korrosionsangrepp är storleken på anod- och katodelement i systemet. Om katodytan är stor i förhållande till anodytan uppkommer ett koncentrerat angrepp, medan det omvända innebär ett betydligt långsammare korrosionsförlopp. Invändig korrosion kan uppkomma till följd av att vattenflödet som ledningarna innesluter med tiden avsätter slam med vissa håligheter inneslutande luft. En egenskap som påverkar förutsättningen för invändig korrosion är vattnets alkalinitet, det vill säga vattnets buffertförmåga mot tillförsel av positivt laddade vätejoner. Högre alkalinitet innebär en bättre miljö ur korrosionshänseende (Annika Malm, Anders Horstmak, Göran Larsson, Jenny Uusijärvi, André Meyer & Elin Jansson, 2011, ss. 17-19).

För att skydda mot invändiga korrosionsangrepp kan invändig gjutning med cement fördelaktigt användas för ledningar. Användningen var till en början ett valbart tillägg, men har sedan 1970-talet varit vedertaget som standard (Annika Malm, Anders Horstmak, Göran Larsson, Jenny Uusijärvi, André Meyer & Elin Jansson, 2011, s. 24 & 25).

Användningen av plaster i vattenledningsnätet har ökat sedan de började användas på 1950-talet. Vid denna tidpunkt användes främst PE och PVC och idag är det huvudsakligen PE-material som används vid nyanläggning. Från 1950-talet

används också betong som material i vissa vattenledningar (Annika Malm & Gilbert Svensson, 2011, s. 14). Dock är betong betydligt vanligare som material i avloppsledningar (Annika Malm, Anders Horstmak, Göran Larsson, Jenny Uusijärvi, André Meyer & Elin Jansson, 2011, s. 12).

Den nuvarande fördelningen över material i de svenska vattenledningssystemen sammanfattas i figur 1. Det framgår att gjutjärn (gråjärn och segjärn) fortfarande utgör merparten av ledningarna, men att PE-materialen numera också bidrar med en betydande del (Annika Malm, Anders Horstmak, Göran Larsson, Jenny Uusijärvi, André Meyer & Elin Jansson, 2011, s. 11 & 12).



Figur 1. Fördelning av ledningsmaterial i svenska vattenledningar. Sammanfattning av Malm et al. (2011).

4.3 Läckage och förluster i distributionsnätet

Nationellt sett når i genomsnitt 80 procent av allt producerat vatten som Vaverken producerar fram till abonnenterna (Svenskt Vatten, 2008, s. 70). Omätt vatten, vilket är vatten som kommunerna använder för spolning av ledningar, filteranläggningar, brandsläckning med mera, utgör en del av förlusterna. I övrigt står läckage och mätfel för förlusterna. Om förlusterna är så pass omfattande att vattenverk bör byggas ut, är det relevant att genomföra läcksökning, vilket det beroende på ändamålet finns olika metoder för.

Vid större vattenverk görs en kontinuerlig övervakning, där ständig övervakning pågår via fasta mätstationer (Svenskt Vatten, 2008, s. 70). Tillfälliga mätningar görs via permanenta mätbrunnar under några natters tid. Resultat från dessa mätningar kan jämföras med tidigare temporära mätningar för att se trender. För mätning av dricksvattnet över distrikt stängs ventiler av, samtidigt som distriktet förses med vatten genom överkoppling via två brandposter. På slangen mellan

brandposterna finns en flödesmätare där läckage kan avläsas. För att finlokalisera läckor används tre olika metoder; ventillyssning, marklyssning samt korrelator (ibid).

4.4 Reparationer på ledningsnätet

En bedömning görs alltid av omfattningen på en rörläcka, varefter avstängning av vattentillförsel kan ske. Reparationsarbetet kan variera avsevärt beroende på vattenläckans storlek och jordförhållanden i marken (Svenskt Vatten, 2008, s. 71)

Alla ledningar ligger i så kallade ledningsgravar. Kravet på deras djup varierar i landet med avseende på jordförhållanden och tjälrisk (Kompendium VA-ledningsteknik, 1995, s. 173). Schaktning, länshållning och återställning är de tre faser under vilka själva reparationsarbetet genomförs (Svenskt Vatten, 2008, s. 71). Ledningsgraven schaktas med hänsyn till plan och höjdläge i marken. Grundvatten ska avledas från schakten med dräneringspump. Friläggning av ledningar är därefter genomförbart, varpå länshållning kan genomföras (ibid). Ledningen som läcker ska inte stängas av helt förrän läckstället är frilagt och vattnets nivå i schakten är nedanför läckställets underkant om skadan är lindrig. Vid en omfattande skada, byts rörpartier ut. Vid lindrigare skador lagas rören med reparationsmuff (Svenskt Vatten, 2008, s. 72). Där risk för ras föreligger, exempelvis vid leriga jordförhållanden uppförs en spont (Kompendium VA-ledningsteknik, 1995, s. 173).

Noggrann dokumentation efter reparationer är nödvändig för uppföljning gällande rörbrottet (Svenskt Vatten, 2008, s. 72). I dokumentationen bör information omfatta markens jordförhållanden; tillståndet hos de framschaktade ledningarna; när reparationsarbetet påbörjades och avslutades; samt när vattendistributionen stängdes av respektive var i drift igen (ibid).

Ventiler och brandposter står ofta för driftproblem i samband med en vattenläcka. Ofta behöver ventiler repareras efter avstängningar efter rörbrott (Svenskt Vatten, 2008, s. 73).

*

5. Beskrivning av vattenförsörjning och markförhållanden i Borås, Trollhättan och Varberg

Ansvariga för vattenförsörjning i de olika orterna är Trollhättan Energi, VIVAB respektive Borås Energi och Miljö. En övergripande beskrivning ges här av vattenförsörjning i respektive ort, det vill säga vattenberedning, råvattentyp och vattenverk med mera; och detta görs med förhoppningen att kunna utesluta att exempelvis olika rutiner för vattenrening kan orsaka olika utfall i studien. Dessutom så beskrivs utformningen av distributionsnät, markförhållanden samt bebyggelse i de olika städerna. Detta görs på grund av att då reparationsrutiner skiljer sig åt från kommun till kommun, kan det också vara av intresse att se hur distributionssystemen varierar i de olika orterna och varför de kan tänkas göra det. Topografin, markförhållanden samt typ av bebyggelse är några av de faktorer som kan påverka val och utbredning av ledningsmaterial, ledningssträcka, samt val av distributionsnätstyp i respektive ort. Eftersom studiebesök ej, var möjligt att genomföra i Varberg, så är informationen rörande distributionsnät och dylikt begränsad.

5.1 Vattenberedning i Borås

Borås Energi och Miljö är huvudman för vattenverken i kommunen, och ansvarar för vattnets kvalitet (Borås Stad, 2012). I kommunen finns sju vattenverk varav det största är Sjöbo vattenverk, som hämtar vatten från Öresjö. Som reservvattentäkt används sjön Ärtingen. Resterande vattenverk får sitt vatten från borrade eller grävda brunnar (Borås Energi och Miljö, 2012).

I det större vattenverket i kommunen går vattnet igenom reningsstegen kemisk fällning, filtrering genom kolfilter samt belysning med ultraviolett ljus. I de mindre vattenverken som renas råvatten utgjort av grundvatten. Dessa vattenverk filtrerar vattnet samt bestrålar med UV- ljus. Eftersom det stora vattenverket i kommunen precis byggts om, planeras inga särskilda förbättringar rörande vattenrening i detta verk (Richard Lucasz 2012-05-15).

5.2 Distributionsnät, markförhållanden samt bebyggelse i Borås

Längden på Borås ledningsnät är sammanlagt cirka 160 mil. Detta inkluderar både vattenledningar och spillvattenledningar, alltså vatten från avlopp och dagvatten. Ledningsnätet är en kombination av cirkulationsnät och förgreningsnät. De äldsta delarna av nätet som fortfarande är i bruk är i stadskärnan, där ledningar i gjutjärn från 1920- talet fortfarande fungerar tillfredsställande (muntlig källa Lars Fred m fl. 2012-04-25). De geologiska förhållandena i Borås utmärks av olika typer av sandavlagringar, men även en del berg då området är relativt kuperat. Bebyggelsen är blandad och består av allt i från äldre trähus i stadskärnan till miljonprogramsbebyggelse i utkanten av staden och villaförorter. Material i ledningsnätet består framför allt av äldre gjutjärnsrör och yngre PVC- rör.

Föryngringstakten på ledningsnätet är mindre än 200 år. De flesta rören i ledningsnätet är i funktion sedan 1960- och 1970- talen (muntlig källa Lars Fred m fl. 2012-04-25). För närmre beskrivning av de geologiska förhållandena i Borås, se bilaga 9 Jordartskarta för Borås.

5.3 Vattenberedning i Trollhättan

Ansvarig för vattenhantering i Trollhättan är Trollhättan Energi. Trollhättans vatten renas i Överby Vattenverk, som hämtar sitt råvatten från Göta Älv norr om staden. Vattnet pumpas in till vattenverket där pH justeras. Därefter renas vattnet via kemisk fällning genom att kemikalier tillsätts till vattnet så att föroreningar flockas och sjunker till botten i sedimentationsbassänger (Trollhättan Energi, 2012). Vattnet filtreras sedan genom olika filter (snabb- och långsamfiltrering) (skriftlig källa Lars Sandblom 2012-05-04). Innan distribution till konsumenterna regleras pH återigen samtidigt som vattnet kloreras för att minska risken för bakterietillväxt i ledningarna. Därefter pumpas vattnet ut till abonnenter och vattenreservoarer (Trollhättan Energi, 2012). I kommunen finns endast ett vattenverk. Trollhättan Energi planerar att komplettera vattenreningen med ett UV- aggregat, vilket är under utförande (skriftlig källa Lars Sandblom 2012-05-04).

5.4 Distributionsnät, markförhållanden samt bebyggelse i Trollhättan

Cirkulationsnät är dominerande i kommunen, men förgreningsnät är i bruk i mer perifera delar. Blandad bebyggelse utgörs av både villor och olika typer av flerfamiljshus i tätorten. Jordlagren i stora delar av kommunen består av tjälfarliga material som silt och ler, vilket ibland leder till problem då ledningarna kan skadas av att marken rör på sig (muntliga källor Jörgen Aronsson & Lars Sandblom m.fl. 2012-03-21). För närmre beskrivning av de geologiska förhållandena i Trollhättan, se bilaga 10 Jordartskarta för Trollhättan.

I Trollhättan ligger cirka 28 mil rörledning och utöver det 35 mil spillvattenledning. Trollhättan har som målsättning att hålla en föryngringstakt på 100 år, men i dagsläget kan inte detta uppnås. Den typ av system som i huvudsak används för distribution är cirkulationsnät. I huvudsak består ledningsmaterialet av gjutjärn samt PEH-plast (muntliga källor Jörgen Aronsson & Lars Sandblom m.fl. 2012-03-21).

5.5 Vattenberedning i Varberg

VIVAB är ansvarig för vattenhanteringen i Varberg och Falkenberg. VIVAB förser de lokalboende i orterna med 24 miljoner liter vatten per dag, varav 15 miljoner liter pumpas till Varberg och 9 miljoner liter pumpas till Falkenberg. De båda kommunerna har sammanlagt 21 vattenverk. VIVAB:s uppgift är att ansvara

för dricksvattenproduktion och distribution, samt att säkerställa att vattnet är av god kvalitet (VIVAB, 2012).

Varberg hämtar majoriteten av sitt dricksvatten ifrån ytvatten som bereds i Kvarnagårdens vattenverk, där det rensas från biologiskt material. Vid Ragnhilds källa blandas ytvatten med grundvatten, där det rinner i en gemensam ledning till ett vattenverk. Vid Kvarnagården processas vattnet måttligt. Vattnets hårdhet, pH och alkalinitet ändras med hjälp av kalk och kolsyra, för att därefter passera ett sandfilter. Efter detta kloreras vattnet med kloramin. Innan distribution till klienterna passerar vattnet ett sista reningssteg, en mikrobiologisk barriär, utgjord av bestrålning av UV-ljus (ibid).

Rening av grundvatten

Grundvattenrening i de respektive verken ser olika ut beroende på grundvattnets egenskaper. Vid VIVAB:s större vattenverk infiltreras ytvatten från Ätran och Vinån. Efter det att vattnet passerat genom marken pumpas det upp ur brunnar. Därefter luftas vattnet för att det skall kunna oxidera, alternativt tillsätts oxidationsmedel, för att järn och mangan i vattnet skall reagera och bilda flockar. Kolsyra avdrivs också i detta skede. Vattnet får därefter passera ett sandfilter för att avskilja flockarna. Vid behov kan därefter jonbytarfilter användas, om vattnet innehåller höga nitrathalter. Efterbehandling av vattnet sker med hjälp av UV-ljus. Dricksvatten från grundvattentäkt kloreras oftast inte, däremot höjs pH i vattnet för att förhindra att ledningar i distributionsnätet rostar (VIVAB, 2012).

Rening av ytvatten

Ytvattnet renas i följande steg: grovrensning, kemikaliedosering, filtrering och desinfektion. Kemikaliedosering sker genom tillsättning av släckt kalk för att höja pH, och buffringsförmågan ökas med koldioxid. Filtrering sker genom ett sandfilter. Desinfektion utförs genom klorering av vattnet. Efter magasinering av vattnet i reservoarer i vattenverket bestrålas vattnet med UV-ljus (VIVAB, 2012).

5.6 Markförhållanden i Varberg

De geologiska förhållandena i Varberg är en kombination av berggrund, olika typer av postglaciala sandsediment samt fyllnadsmassor. I delar av kommunen finns även olika typer av lersediment. För närmre beskrivning av de geologiska förhållandena i Varberg, se bilaga 11 Jordartskarta för Varberg.

6. Studiens genomförande

Kohortstudien är flerdelad; först berörs här upplägg och utförande av telefonintervjuer. Sedan beskrivs arbetet med observationer av läckklagning i de olika studieorterna, samt intervjuförfarandet med lokalanställda hos dricksvattenleverantörerna. Slutgiltig utformning av telefonenkät ses i bilaga 1, och frågeformulär för intervjuer ses i bilagorna 5 – 8.

6.1 Telefonintervjuer

Till en början var tanken att följa konceptet för tidigare års kandidatprojekt och genomföra ett enkätutskick via post för att samla in ett tillförlitligt statistiskt underlag. Postutskicket skulle dessutom kompletteras med en alternativ möjlighet för de berörda att svara via webbenkät för att höja svarsandelen.

Svarsfrekvensen på fjolårets postutskick var ca 30 %. Det visade sig emellertid efter konsultation med statistiker Ulla Blomqvist vid Institutionen för Matematiska Vetenskaper, CTH (muntlig källa 2012-03-07) att en svarsfrekvens på mellan 70- 80 % var önskvärd. Telefonintervjuer har visat sig ha en betydligt högre potential i svarshänseende jämfört med postenkäter, och på grund av detta valdes telefonintervjuer som underlagsskapande metod för vår studie (muntlig källa Ulla Blomqvist 2012-01-24).

Genomförandet av telefonintervjuerna bygger på ett framtaget dokument med förankring till föregående års studie inom ämnet, men med vissa förändringar i frågeställningar och den introduktionsinformation som ges till respondenterna. Dokumentet som används vid telefonundersökningen återfinns som en bilaga till rapporten (bilaga 1).

6.1.1 Studiens upplägg

En enkät har utarbetats av Göteborg Vatten tillsammans med Smittskyddsinstitutet och studenter inblandade i projektet. Enkätsvaren utgör underlag för en så kallad kohortstudie. Då en vattenläcka har skett i de berörda kommunernas distributionsnät, dröjer det tio dagar innan exponerade individer kontaktas via telefon för undersökning. Kontrollgruppen kontaktas likaså. Personal vid respektive kommun kontaktas för uppgifter angående vattenläckans kompliceringsgrad och varaktighet.

6.1.2 Urval av medverkande respondenter

Studien skall behandla en population som varit berörd av en vattenläcka och jämföra sjukdomsbilden hos denna grupp med en kontrollgrupp som ej påverkats av vattenläckan. För att kunna ge en rättvisande bild av sjukdomsfördelningen i de båda grupperna skall områdena vara relativt lika varandra med hänsyn till boendetyp (muntlig källa Annika Malm 2012-01-17). Exempelvis om det berörda området är ett område med villabebyggelse blandat med flerfamiljsboende, så bör också kontrollgruppen bestå av villabebyggelse blandat med flerfamiljsboende. Detta för att hushåll med vissa typer av socialgrupper, hushåll med blandade inkomstkällor, och hushåll med barn skall bli representerade i samma utsträckning i kontrollgruppen som i hushållen berörda av tryckfall på vattenledning. För utvärdering av jämförbarhet mellan exponerade områden och kontrollområden

valdes parametrarna medelålder, boende per hushåll samt könsfördelning i respektive grupp.

För att kunna avgöra till hur stor del som exponerade områden och kontrollområden faktiskt är lika varandra har ett par parametrar valts ut. Dessa indikatorer är medelålder, boende per hushåll, könsfördelning i form av andel kvinnor samt svarsfrekvens. Tanken är att dessa grova parametrar skall ge en inblick i hur pass lika områdena är, och därmed hur tillförlitlig jämförelse som kan göras områdena emellan.

Urvalet är styrt av de områden i staden som berörs av vattenläckor och tryckfall, det kan alltså inte anses vara representativt för hela befolkningen. Det är styrt av geografiska faktorer som en effekt av lokaliseringen för aktuellt ledningsbrott. För att kunna göra en jämförande bild väljs kontrollområdet medvetet ut, vilket gör att även detta urval är styrt.

För att göra datamängden hanterlig, så har ett antal på 15 hushåll satts som krav per vattenläcka för exponerad grupp respektive kontrollgrupp. Detta för att dels få ett tillräckligt stort antal för att utgöra ett tillförlitligt underlag, då minsta antalet medverkande hushåll var 10 enligt statistiker (muntlig källa Ulla Blomqvist 2012-03-07). 15 ansågs vara ett rimligt antal hushåll. Även i kontrollgruppen har gränsen satts vid 15 hushåll, vilket ger det totala antalet 30 undersökta hushåll per vattenläcka. Då någon grupp hört till en gata eller ett område med fler hushåll än 15 har en slumpgenerator fått avgöra vilka hushåll som utvalts till studien. Detta för att få ett slumpmässigt urval av hushåll bland de i studien ingående grupperna.

6.1.3 Genomförande av telefonintervjuer

För att genomföra studien krävdes fasta telefoner samt ostörda utrymmen. Detta underlättades av att undersökningen utfördes på kvällstid och ofta även helger. Handledare Annika Malm såg till att gruppen fick tillgång till arbetsrum och telefoner på institutionen för Bygg-och Miljöteknik.

Telefonenkäten genomfördes via samtal till vattenabonnenter i områden där en vattenläcka förekommit, samt till en kontrollgrupp i samma stadsdel. Under telefonsamtalet gjordes en kort presentation av studiens bakgrund och syfte. Därefter intervjuades respondenterna med frågor enligt frågeformulär, se bilaga 1.

6.1.4 Metod och utförande för bearbetning av enkäter

Efter avslutade samtal fördes resultaten in i en webbenkät som skapats både för detta syfte och för att ge respondenterna en alternativ svarsmöjlighet utöver telefonenkäten. Resultaten fördes också in i en separat Excelfil för att säkerställa bevarandet av resultaten, om något skulle inträffa med webbenkäten.

En sammanställning av all statistik på hushållsnivå samt individnivå gjordes sedan. Därefter bearbetades resultatet för att förtydliga det insamlade materialet. Diagram över resultat utarbetades också (se kapitel 8). Dessa innehåller sjukdomsfördelning i exponerad grupp; sjukdomsfördelning i kontrollområde; hushåll kopplade till förskola och sjukdom i respektive grupp; samt konsumtion av vatten och andel sjuka i de båda grupperna. Denna bearbetning gjordes för varje enskild vattenläcka samt vid presentation av studiens sammanställda resultat.

Den matematiska analysen behandlar det totala antalet individer i respektive grupp utifrån läcklagningens kompliceringsgrad. Den statistiska analysen berör vattenläckor utifrån deras klassificering utifrån ovan nämnt avseende. För förklaring av beräkningsgången, se kapitel 7. Resultatet ges sedan i kapitel 8.

6.1.5 Frågeställningar i enkäten

För att besvara frågeställningen huruvida det finns ett samband mellan vattenläckor och ökad sjukdomsrisk i berörda områden, utarbetades frågor i enkäten som syftar till att undersöka relationen mellan olika riskfaktorer och eventuellt förhöjd sjukdomsrisk. Frågorna är bortsett från ett par omformuleringar identiska med de frågor som ställdes av föregående års kandidatstudie, vilka hade utarbetats tillsammans med smittskyddsinstitutet.

Frågeställningarna berör hur exponerade respektive icke-exponerade abonnenter upplever dricksvattnet i fråga om lukt/smak; färg/grumlighet; upplevda magbesvär; samt mängden vatten de vanligtvis konsumerar. Detta gjordes mellan 10 och 14 dagar efter det att ett rörbrott har skett, där tio dagars väntetid är tänkt att motsvarar inkubationstid efter smittoexponering.

De hushåll som kontaktas tillfrågades huruvida någon hushållsmedlem har drabbats av sjukdom inom de senaste två veckorna innan telefonintervjun ägde rum. Om de tillfrågade rapporterar sjukdom före det inträffade rörbrottet utesluts dessa från beräkningarna. I den sammanställning av statistisk som enkäterna resulterat i, togs hänsyn till ett par riskfaktorer vilka listas nedan. Samtliga individer eller hushåll som kan delas in i riskgrupper presenteras i diagram (kapitel 8) samt analyseras (kapitel 10).

6.1.6 Identifierade riskfaktorer

Följande riskfaktorer identifierades efter litteraturstudie och i samråd med handledare Annika Malm och statistiker Ulla Blomqvist.

1. Medlemmar i hushåll som går/arbetar på förskola

En fråga som är relevant är huruvida medlemmar i kontaktade hushåll arbetar på eller går i förskola, då det finns en förhöjd sjukdomsrisk bland dessa grupper.

Därför skall resultat från denna grupp jämföras enskilt ifrån grupper som inte har anknytning till förskola (NORVAR, 2005, s. 21).

2. Konsumtionsmängd vatten per dag

Mängden kranvatten som dagligen konsumeras påverkar också risken för att drabbas av sjukdom (Karin Nygård, Erik Wahl, Truls Krogh, Odd Atle Tveit, Erik Bøhleng, Aage Tverdal, Preben Aavitsland, 2007, s. 879). En konsumtionsmängd motsvarande minst ett glas om dagen är kopplad till en förhöjd risk i relation till de individer som dricker mindre än en liter dagligen (NORVAR, 2005, s. 28).

3. Varaktighet

En längre varaktighet på trycknedsättning i samband med vattenläcka ökar risken för kontaminering av vattnet (muntlig källa Annika Malm 2012-03-20). Vid avstängning av vattnet används varaktigheten som en parameter för att studera sjukdomsfördelningen bland individer. För denna parameter studeras den generella kopplingen till förhöjd sjuklighet.

4. Kompliceringsgrad

Sjukdomsfrekvensen för det totala antalet individer ingående i studien analyseras med avseende på kompliceringsgraden hos samtliga vattenläckor. För denna parameter studeras den generella kopplingen till förhöjd sjuklighet, det vill säga andelen sjuka av samtliga exponerade individer. Indelningen av läckor gjordes i svåra läcklagningar i form av byte av rördelar, och lätta läcklagningar med insättning av reparationsmuff. Detta gjordes efter samråd med statistiker (muntlig källa Ulla Blomquist 2012-03-20) och handledare (muntlig källa Annika Malm (2012-03-20)).

6.2 Studiebesök

Kontakt togs med respektive vattenoperatör för att försöka ordna tillfälle för studiebesök. Preliminära datum var Varberg 15/3, Trollhättan 21/3 och Borås 25/4 år 2012. Ganska tidigt i studien valde vår kontaktperson i Varberg att avbryta samarbetet, vilket gjorde att studiebesöket där ställdes in.

Inför de två resterande studiebesöken utformades en intervjuguide med frågor rörande en av de läckor som vi gjort telefonintervjuer om i respektive område; generella rutiner avseende läcklagning samt en del frågor kring rörnätet och vattenverken i respektive ort. Dessa ses i bilagorna 5 – 8.

Under respektive studiebesök ställdes frågor till anställda i Trollhättan Energi och Borås Energi i form av informantintervjuer av semistrukturerad karaktär.

I Borås gavs tillfälle att studera lagning av en vattenläcka på en servisledning till ett större bostadsområde. Ledningen var av gjutjärn med diametern 100 mm, och

lagningen pågick från klockan åtta på morgonen fram till tidig kväll. Studiebesöket varade dock endast fram till lunch. Tillfälle gavs att iaktta friläggning och framschaktning av ledningen.

6.3 Litteraturstudie

Litteratur som har använts är tilldelad av handledare och ansvar för läsning fördelades mellan kandidatgruppens medlemmar. Val av material som blivit underlag för rapporten har bedömts och diskuterats gemensamt.

*

7. Statistiska beräkningar över samband mellan exponering och sjukdom

Resultaten från enkätstudien syftar till att statistiskt visa på skillnader i sjukdomsfördelningen mellan de två grupper som utgörs av kontaktade hushåll i kontroll- respektive berört område, enligt lämplig modell. Sjukdomsfördelningen beräknas med avseende på andelen sjuka individer som studien har varit i kontakt med samt andelen sjuka hushåll. Dessa beräkningar har utförts separat.

För varje enskild vattenläcka som studien observerar är 15 hushåll inblandade i kontrollområde respektive berört område. Antalet exponerade respektive icke exponerade individer bland de hushåll studien varit i kontakt med per vattenläcka varierar, men i fler än hälften av fallen är dessa färre än 30 i antal. Det är ett för litet antal för att förutsättningarna till att använda normalapproximation för varje enskild händelse ska vara uppfyllda¹. Sjukdomsfördelningen mellan grupperna studeras enbart för samtliga läckor som behandlas i studien i en första beräkningsmodell α .

Denna ovan nämnda beräkningsmetod används ånyo för att beskriva sjukdomsfördelningen hos de olika grupperna i en andra modell, betecknad β , under antagandet att vattenläckor av samma kompliceringsgrad är jämförbara. I studien fördelas samtliga läckor i en komplicerad eller icke-komplicerad grupp (se bilaga 12). För att möjliggöra beräkningar för vattenläckor ingående i den komplicerade kategorin krävdes fler individer och hushåll än vad studien omfattat. Därför togs ett beslut att använda en vattenläcka som utgör underlag i den identiska och parallellt utförda studien i Göteborgsområdet. Vattenläckan kommer även att användas i senare kapitel där samband mellan sjukdom och varaktigheten för trycknedsättningen kommer att undersökas såväl som sjukdom i relation till kompliceringsgrad.

Skattningen på sjuka individer respektive hushåll i varje grupp är den variabel som används för att vidare beräkna sjukdomens spridning.

¹ Enligt centrala gränsvärdessatsen måste antalet hushåll överstiga 30 för att normalapproximation ska tillämpas (Ulla Blomqvist, 2010, s. 175)

Formeln ges av²:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} x_i}{n} \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{i=m} y_i}{m}$$

där:

n, m = Totala antalet kontaktade individer eller hushåll (sjuka och friska)

x_i = Antalet sjuka individer eller hushåll i berörda områden

y_i = Antalet sjuka individer eller hushåll i kontrollområden

Totalt sett fås³:

$$\bar{z} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{i=1}^{i=m} x_i + y_i}{(n+m)}$$

där:

$\bar{z}$ = skattning över andelen sjuka individer eller hushåll i berört område samt kontrollområde

7.1 Beräkningsmetod (a) – tvåsidigt konfidensintervall

Normalapproximation med ett tvåsidigt 95 %-igt⁴ konfidensintervall, centrerat i väntevärdet noll, för kontroll- och exponerat område utnyttjas enligt beräkningsmetod (a)⁵:

$$\bar{x} - \bar{y} \pm 1.96 \times \sqrt{\frac{\bar{x}(1-\bar{x})}{n} + \frac{\bar{y}(1-\bar{y})}{m}} \quad (a)$$

där

$$\sqrt{\frac{\bar{x}(1-\bar{x})}{n} + \frac{\bar{y}(1-\bar{y})}{m}} = \text{standardavvikelse, anger osäkerhet i skattningen}$$

² (NORVAR, 2005, s. 22)

³ (Cecilia Friis, Hugo Gräsberg, Anna Höglund, Jonas Sjöholm, 2011, s. 21)

⁴ Konfidensintervall 95%; Anger att i 95 av 100 fall är sanningen för skillnader mellan olika svarsfrekvenser representativa för den sanna skillnaden som hade erhållits om alla individer hade varit inräknade i studien, (Ulla Blomqvist, 2010, s. 175)

⁵ (Ulla Blomqvist, 2010, s. 273 & 243)

Beräkningsmetod (a) resulterar i följande möjliga utfall för sjukdomsfördelningen

1) Intervall 1: $[-x_1, 0), (0, x_2]$. Detta innebär att det finns skillnader mellan sjukdomsfördelning i kontrollgrupp och berörd grupp. Se Venndiagram (c2)

2) Intervall 2: $[-x_1, x_2]$. Detta innebär att det saknas skillnader i fördelningen mellan grupperna⁶

Där $x_1 \neq x_2$ och $x_1, x_2 \in \mathbb{R}$

7.2 Beräkningsmetod (b) – ensidigt konfidensintervall

För ett intervall som visar sjukdomsfördelningen för båda grupper respektive ges följande beräkningsmetod⁷:

$$\bar{p} = 1.96 \times \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \quad (b)$$

där

$\bar{p}$ = andelen sjuka över ett ensidigt 95 %-igt konfidensintervall

$\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$ = standardavvikelsen, anger osäkerhet i skattningen

Följande villkor skall då uppfyllas⁸:

$$\bar{p} * n > 10$$

För punkter som inte uppfyller ovanstående villkor sker en justering. Fördelningen ligger då mellan 0 och 100 procent vilket redovisas i konfidensintervall om andelar mellan 0 och 1. Justeringen ger en något sämre uppskattning av fördelningsintervallet än de icke justerade.

Följande beräkningssteg avses för de två olika modellerna α och β .

⁶ Ibid

⁷ (Ulla Blomqvist, 2010, s. 243 & 251)

⁸ (Cecilia Friis, Hugo Gräsberg, Anna Höglund, Jonas Sjöholm, 2011, s. 18)

Beräkningsmetod (b) resulterar i följande möjliga utfall för sjukdomsfördelning över två olika assymmetriska konfidensintervall. Ett för kontrollområde och berört område respektive.

1) Intervall som inte överlappar varandra $I_1 = [-x_1, x_2] \neq I_2 = [-x_3, x_4]$ $x_1 \neq x_2$, $x_3 \neq x_4$
 $x_1, x_2, x_3, x_4 \in \mathbb{R}$

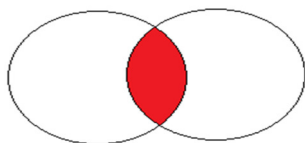
2) Intervall som överlappar varandra. $\exists \{M\} \forall x \in I_1 \cap I_2$ Se också Venn-diagram (c1)⁹

7.3 Händelser som kan inträffa till följd av beräkningsmetod (a) och (b)

Samtliga händelser kan inträffa¹⁰:

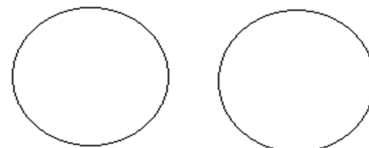
- (a2) och (b2) inträffar samtidigt. Det går det inte att dra några slutsatser om resultatet. Se figur 2.
- Både (a1) och (b1) inträffar. Det finns skillnader mellan kontrollgrupp och berörd grupp, vilket illustreras av figur 3.

1. $A \cap B$



Figur 2. Snitt mellan två mängder.

2. $A \cap B = \emptyset$



Figur 3. Två disjunkta mängder.

Samtliga händelser kan inte inträffa samtidigt¹¹:

- (a1) och (b2)
- (a2) och (b1)

⁹ Ibid

¹⁰ (Cecilia Friis, Hugo Gräsberg, Anna Höglund, Jonas Sjöholm, 2011, s. 19)

¹¹ Ibid

Beräkningsmetod (a) och (b) redovisas i modell β med hänsyn till jämförbarhetsdefinitionen. Denna modell resulterar i två intervall för metod (a) och fyra intervall för beräkningsmetod (b).

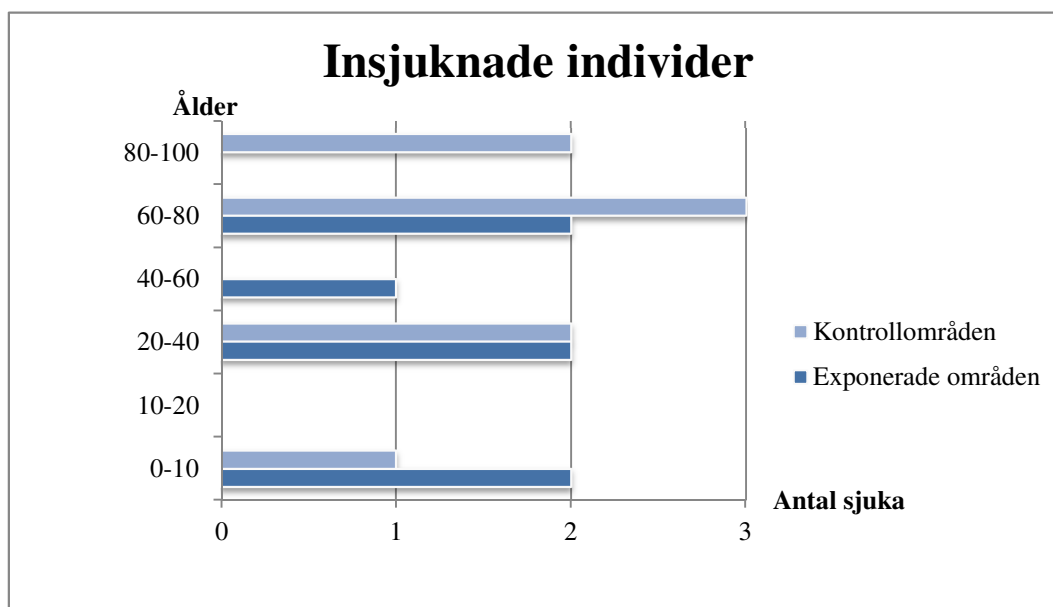
*

8. Resultat från enkäter i de undersökta områdena

I följande kapitel kommer resultaten från studien att visualiseras i form av diagram. Sjukdomsfrekvensen i exponerade områden och kontrollområden kommer att illustreras med hjälp av stapeldiagram; dessutom kommer de potentiella riskfaktorerna som utgörs av hushållens anknytning till förskola och individernas vattenkonsumtion att illustreras på likartat sätt. Att utreda om hushåll med sjukdom har anknytning till förskola är görs för att vidare kunna utvärdera felkällor i undersökningen. Sjukdomsfrekvenser baseras på angivna svar i undersökningen. Att en individ bedöms som sjuk innebär att denna svarat att ja på någon eller båda frågorna huruvida individen i fråga har upplevt symptomen kräkning och diarré.

8.1 Övergripande information gällande de olika läckorna

I studien har 302 individer medverkat, fördelade på 134 hushåll. 151 var kvinnor och 150 var män vilket ger en fördelning på 50,1 % kvinnor och 49,9 % män. Den äldsta medverkande var 92 år och den yngsta var 3 månader. Svarsfrekvensen har varit totalt 79 % i de medverkande exponerade områdena och 70 % i kontrollområdena. I snitt har antalet medverkande hushåll per vattenläcka varit 11,8 i de exponerade grupperna och 10,5 i kontrollgrupperna.



Figur 4. Diagram över antal individer i olika ålderskategorier för både exponerade områden och kontrollområden sett över hela studien.

Totalt medverkade 148 personer i 71 hushåll som blivit utsatta och exponerade för en vattenläcka, medan 153 personer i 63 hushåll medverkat i diverse olika kontrollområden.

Av de 301 individerna har 18 uppgett i telefonintervjuerna att de haft magbesvär i form av kräkning eller diarré, varav 3 varit kroniskt sjuka i någon form av mag-/tarmsjukdom eller uppgett att de lider av återkommande besvär varvid dessa 3 har strukits ur de statistiska beräkningarna. Åldersfördelningen i kontrollområden respektive exponerade områden ses ovan i figur 4.

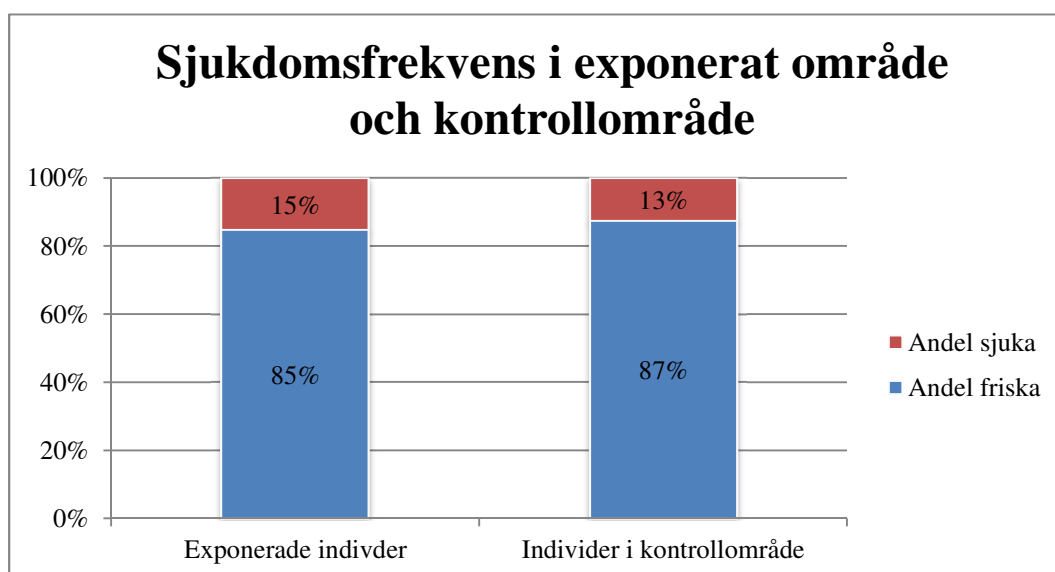
I figuren ses att det är ett större antal i kontrollområdet som varit sjuka jämfört med det exponerade området, 8 jämfört med 7. Medelåldern i de båda grupperna är relativt lika. I den exponerade gruppen är medelåldern 38,9 år medan motsvarande siffra för kontrollområdet är 44,1. Eftersom spridningarna är ganska stora inom grupperna utvärderas även medianvärden för respektive grupp: I den exponerade gruppen är medianvärdet 39 medan kontrollområdet har ett medianvärde på 62,5. Här är alltså skillnaderna grupperna emellan större.

8.1.1 Vattenläcka 2012-02-01, Varberg

Studiens första vattenläcka uppkom 2012-02-01 på Kamelgatan i östra Varberg. Den räknas som en lindrig läcklagning då den reparerades genom utbyte av en koppling (skriftlig källa platschef Niklas Rosell 2012-04-17). Varaktigheten var cirka 14 timmar. Som kontrollområde till det exponerade området valdes närliggande Klångroskatan. Sjukdomsfrekvensen i exponerat område var 15,2 % och i kontrollområde 12,5 % vilket åskådliggörs i figur 5. Övergripande information kring deltagare i studien av vattenläckan ges i tabell 2 nedan.

Tabell 2. Övergripande information rörande medverkande respondenter vid vattenläcka i Varberg 2012-02-01.

	Exponerad grupp	Kontrollområde
Svarsfrekvens	86,67 %	73,33 %
Antal medverkande individer	33	24
Antal medverkande hushåll	13	11
Antal sjuka	5	3
Andel sjuka	15,2 %	12,5 %
Snitt boende per hushåll	2,53	2,18
Medelålder	42,1	41,8
Andel kvinnor	57,6 %	58,3 %

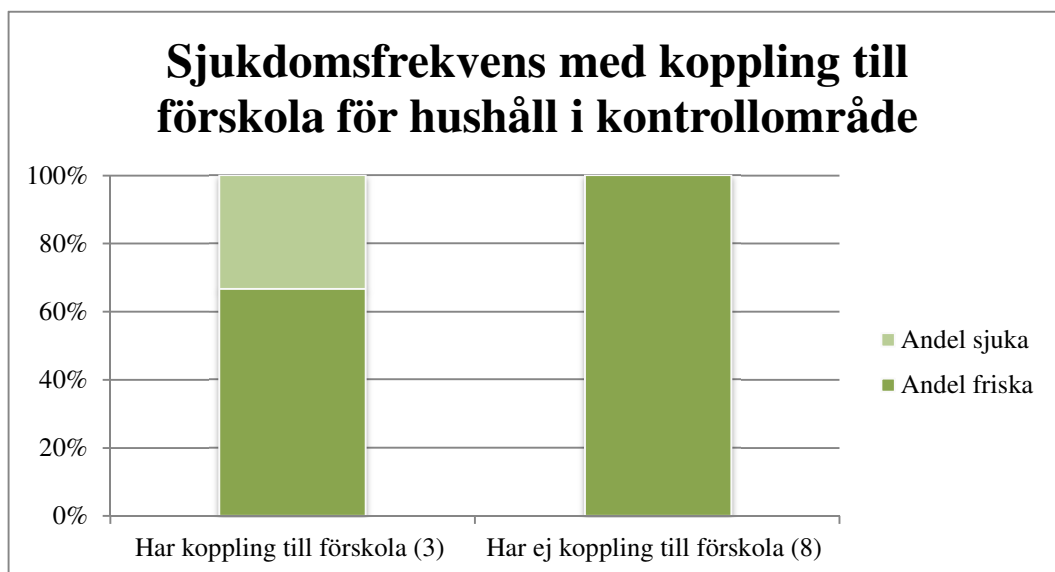


Figur 5. Sjukdomsfrekvens i exponerat område och kontrollområde för vattenläcka i Varberg 2012-02-01.

Följande diagram jämför sjukdomsfrekvens bland hushåll som **har koppling** till förskola med hushåll som **saknar** koppling till förskola. Exponerat område och kontrollområde illustreras i figur 6 respektive 7. Sjukdomsfrekvensen hos hushåll i exponerat område **med** respektive **utan koppling** till förskola var 50 % och 9 %. För kontrollområdet var motsvarande andelar 33 % och 0 %. Notera att antalet hushåll **utan koppling** till förskola är fler än de **med koppling** både för exponerad grupp och kontrollgrupp.

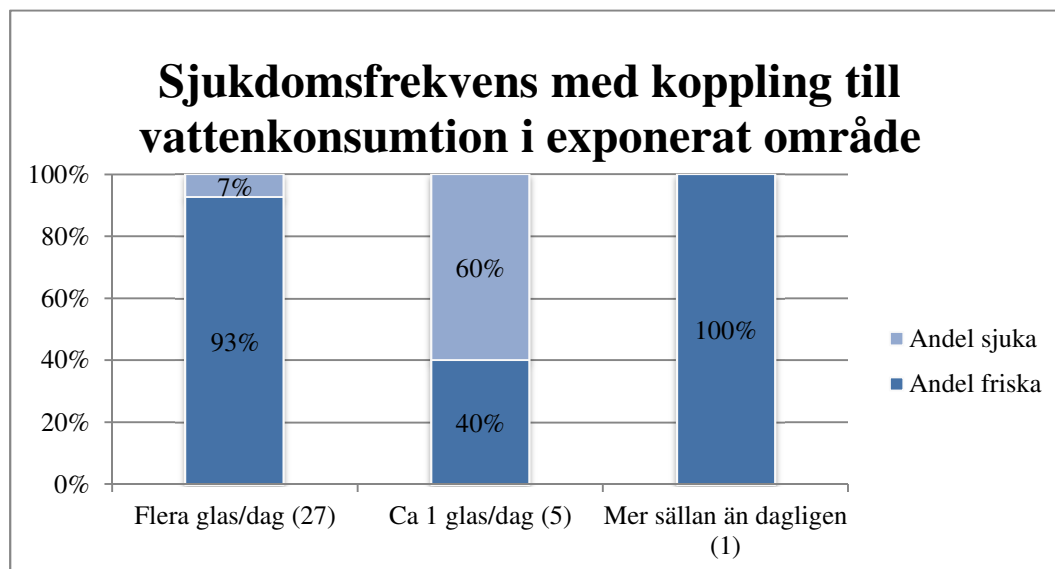


Figur 6. Sjukdomsfrekvens i exponerat område för hushåll med respektive utan koppling till förskola för vattenläcka i Varberg 2012-02-01. Antalet hushåll visas inom parentes.

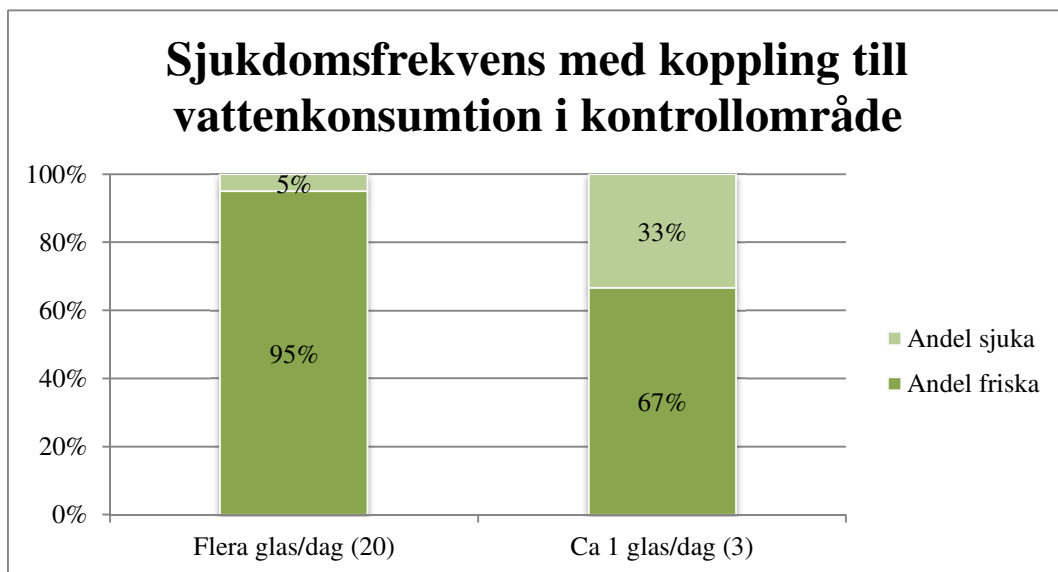


Figur 7. Sjukdomsfrekvens i kontrollområde för hushåll med respektive utan koppling till förskola för vattenläcka i Varberg 2012-02-01. Antalet hushåll visas inom parantes.

Vattenkonsumtionen för individer i exponerat område respektive kontrollområde finns redovisat i följande diagram. Ur dessa kan utläsas att sjukdomsfrekvensen var 7 % för de som drack flera glas vatten dagligen; 60 % för de som drack cirka ett glas vatten per dag och 0 % för de som drack vatten i hemmet mer sällan än dagligen. I kontrollområdet var andelen sjuka 5 % för de som konsumerade flera glas per dag och 33 % för de som hade en konsumtion motsvarande cirka 1 glas per dag. Resultaten finns även redovisade i diagrammen i figur 8 och 9 nedanför.



Figur 8. Sjukdomsfrekvens för individer i exponerat område i relation till deras vattenkonsumtion för vattenläcka i Varberg 2012-02-01. Antalet individer visas inom parantes.



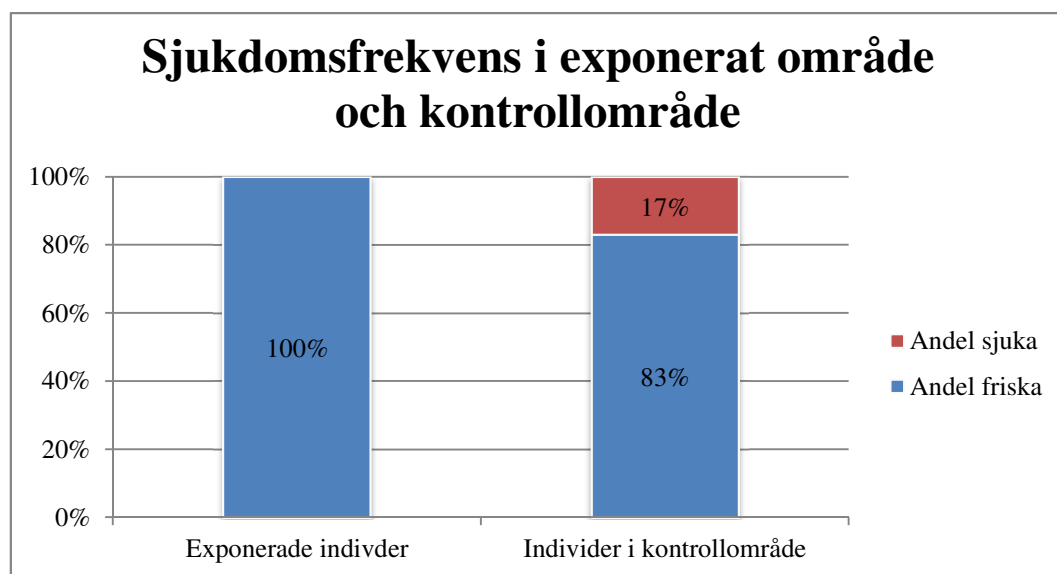
Figur 9. Sjukdomsfrekvens för individer i kontrollområde i relation till deras vattenkonsumtion för vattenläcka i Varberg 2012-02-01. Antalet individer visas inom parantes.

8.1.2 Vattenläcka 2012-02-17, Varberg

Studiens andra vattenläcka var också lokaliserad i Varberg och inträffade 2012-02-17 på de centralt liggande gatorna Snidaregatan och Sveagatan. Som kontrollområde valdes närliggande gatorna Freds- och Malmgatan. Vattenläckan ansågs vara lindrig och varaktigheten var cirka 5 timmar (skriftlig källa platschef Niklas Rosell 2012-04-17). Sjukdomsfrekvensen i exponerat område respektive kontrollområde uppgick till 0 % och 17 % (se figur 10). Övergripande information kring deltagare i studien av vattenläckan ges i tabell 3 nedan.

Tabell 3. Övergripande information rörande medverkande respondenter vid vattenläcka i Varberg 2012-02-17.

	Exponerad grupp	Kontrollområde
Svarsfrekvens	53,33 %	66,67 %
Antal medverkande individer	12	18
Antal medverkande hushåll	8	10
Antal sjuka	–	3
Andel sjuka	0	17 %
Snitt boende per hushåll	1,50	1,80
Medelålder	53,8	63,1
Andel kvinnor	58,3 %	61,1 %

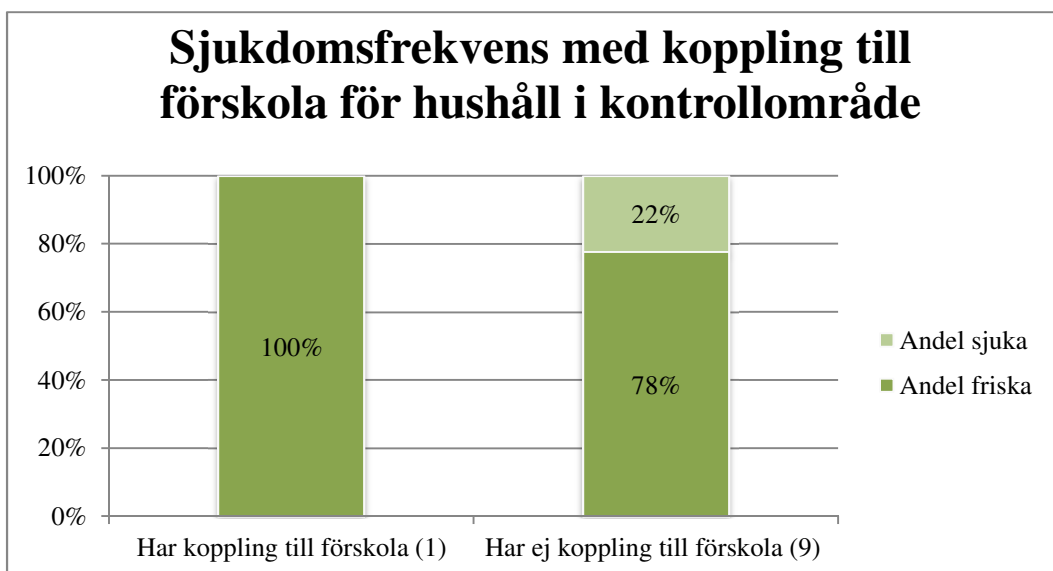


Figur 10. Sjukdomsfrekvens i exponerat område och kontrollområde för vattenläcka i Varberg 2012-02-17.

I undersökningen av sjukdomsfrekvens i relation till hushållens koppling till förskola visade det sig att det i den exponerade gruppen saknades hushåll med koppling till förskola. I hushållen med koppling till förskola var andelen sjuka 0 %. För kontrollgruppen var motsvarande sjukdomsfrekvens 0 % för hushållen *med anknytning* till förskola och 22 % för dem som *saknade anknytning*. Resultaten är redovisade i efterföljande diagram i figur 11 och 12.

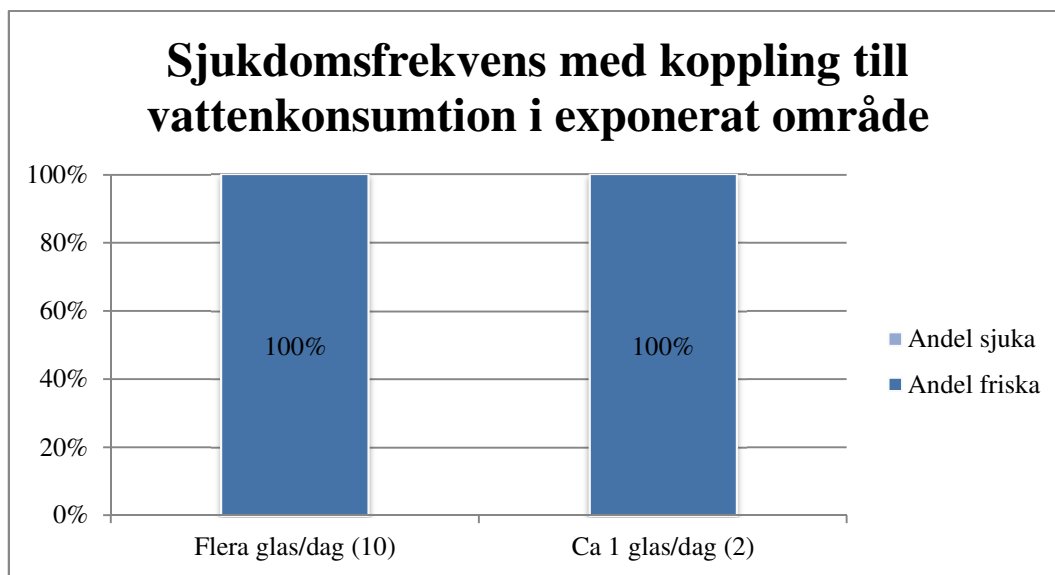


Figur 11. Sjukdomsfrekvens i exponerat område för hushåll med respektive utan koppling till förskola för vattenläcka i Varberg 2012-02-17. Antalet hushåll visas inom parantes.

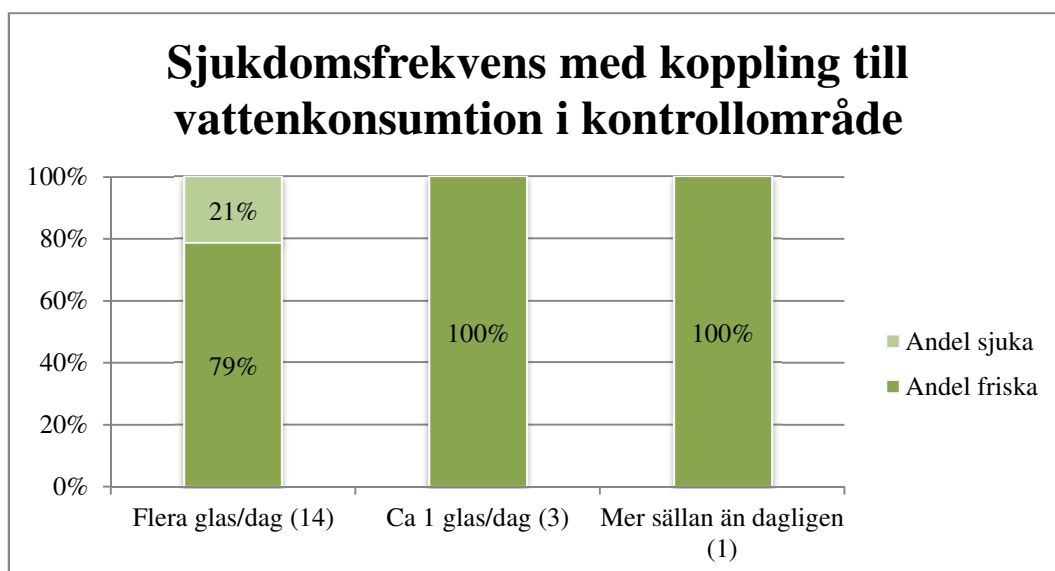


Figur 12. Sjukdomsfrekvens i kontrollområde för hushåll med respektive utan koppling till förskola för vattenläcka i Varberg 2012-02-17. Antalet hushåll visas inom parantes.

När samband mellan sjukdom och vattenkonsumtion undersöktes utföll resultatet för den exponerade gruppen enligt följande: av de som konsumerade flera glas dagligen och de som drack cirka ett glas per dag var 0 % sjuka. För kontrollgruppen var förekomsten av sjukdom 21 % för de individer som konsumerade mer än ett glas vatten per dag och 0 % för de som konsumerade cirka ett glas vatten per dag eller mer sällan än dagligen. Resultaten från respektive grupp visas även i figur 13 och 14.



Figur 13. Sjukdomsfrekvens för individer i exponerat område i relation till deras vattenkonsumtion för vattenläcka i Varberg 2012-02-17. Antalet individer visas inom parantes.



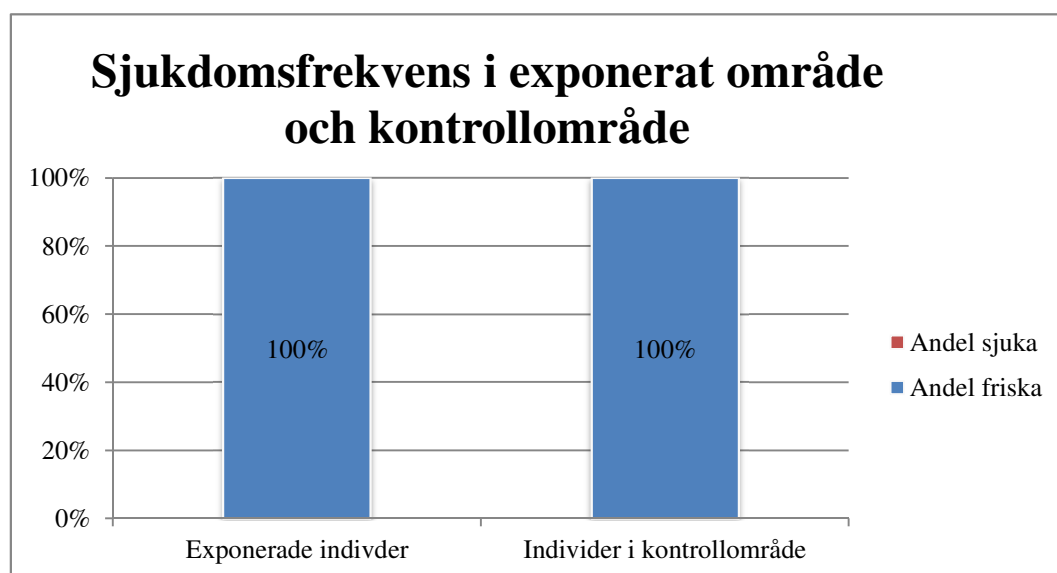
Figur 14. Sjukdomsfrekvens för individer i kontrollområde i relation till deras vattenkonsumtion för vattenläcka i Varberg 2012-02-17. Antalet individer visas inom parantes.

8.1.3 Vattenläcka 2012-02-25, Trollhättan

Den tredje vattenläckan som studien behandlar uppkom 2012-02-25 på Kungsgatan/Elfshögsgatan i centrala Trollhättan. Som kontrollområde valdes Drottninggatan och Repslagaregatan med flera. Vattenläckan definieras som svår eftersom den lagades genom inpassning av ett nytt ledningssegment. Varaktigheten på vattenläckan uppskattades till cirka 4 timmar (muntlig källa driftchef Jörgen Aronsson 2012-03-21). Sjukdomsfrekvensen för exponerade individer var 5 % och för individer i kontrollområde 0 % vilket framgår av figur 15. Övergripande information kring deltagare i studien av vattenläckan ges i tabell 4 nedan.

Tabell 4. Övergripande information rörande medverkande respondenter vid vattenläcka i Trollhättan 2012-02-25.

	Exponerad grupp	Kontrollområde
Svarsfrekvens	80,00 %	60,00 %
Antal medverkande individer	20	16
Antal medverkande hushåll	12	9
Snitt boende per hushåll	1,67	1,78
Antal sjuka	1	–
Andel sjuka	5 %	0
Medelålder	40,3	44,8
Andel kvinnor	52,6 %	50 %

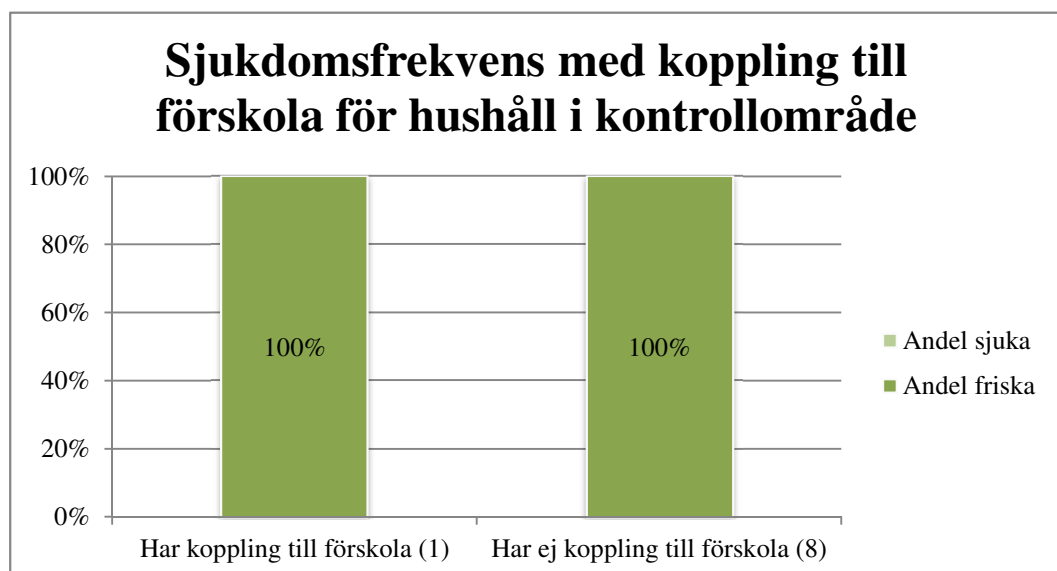


Figur 15. Sjukdomsfrekvens i exponerat område och kontrollområde för vattenläcka i Trollhättan 2012-02-25.

Undersökning av sjukdomsfrekvens i relation till hushållens koppling till förskola visade att andelen sjuka både med och utan koppling till förskola uppgick till 0 % i de exponerade hushållen och i kontrollområdet. Figur 16 och 17 visar det beskrivna resultatet.

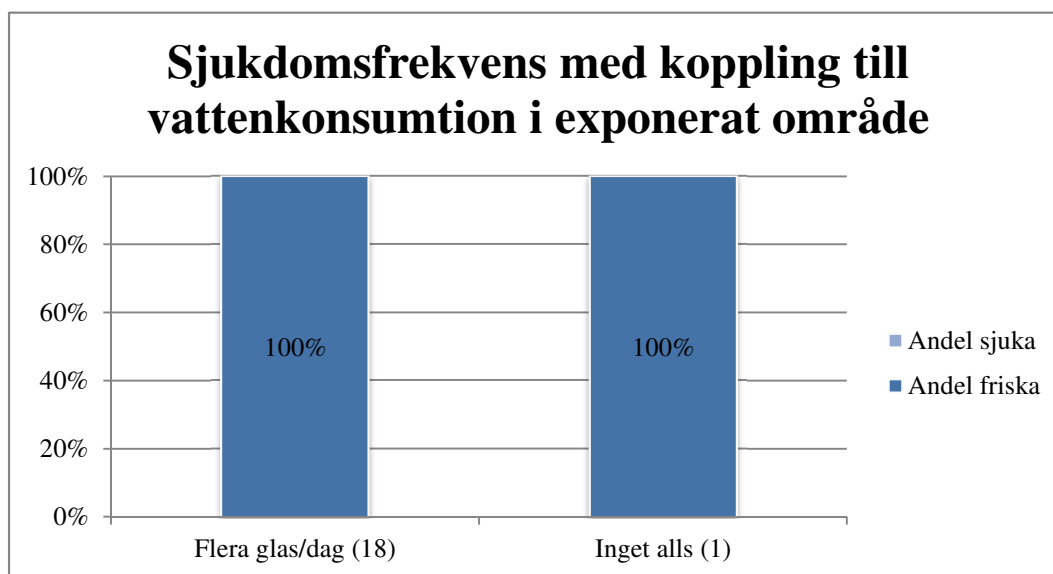


Figur 16. Sjukdomsfrekvens i exponerat område för hushåll med respektive utan koppling till förskola för vattenläcka i Trollhättan 2012-02-25. Antalet hushåll visas inom parantes.

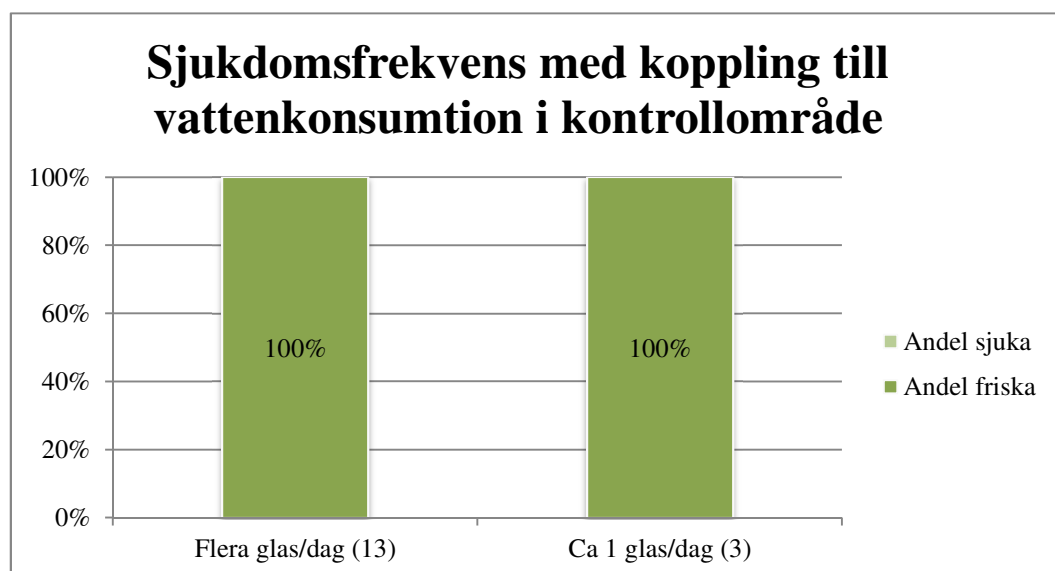


Figur 17. Sjukdomsfrekvens i kontrollområde för hushåll med respektive utan koppling till förskola för vattenläcka i Trollhättan 2012-02-25. Antalet hushåll visas inom parantes.

Vid undersökning av sjukdomsförekomst i relation till vattenkonsumtion för exponerade gruppens individer fick undersökningen resultatet att både de som konsumerade flera glas dagligen och de som inte konsumerade något vatten alls hade en sjukdomsfrekvens på 0 %. Kontrollgruppen uppvisade ett identiskt resultat där det i båda kategorierna flera glas vatten per dag och cirka ett vatten per dag var en sjukdomsfrekvens på 0 %. Resultaten illustreras i nedanstående diagram i figur 18 och 19.



Figur 18. Sjukdomsfrekvens för individer i exponerat område i relation till deras vattenkonsumtion för vattenläcka i Trollhättan 2012-02-25. Antalet individer visas inom parantes.



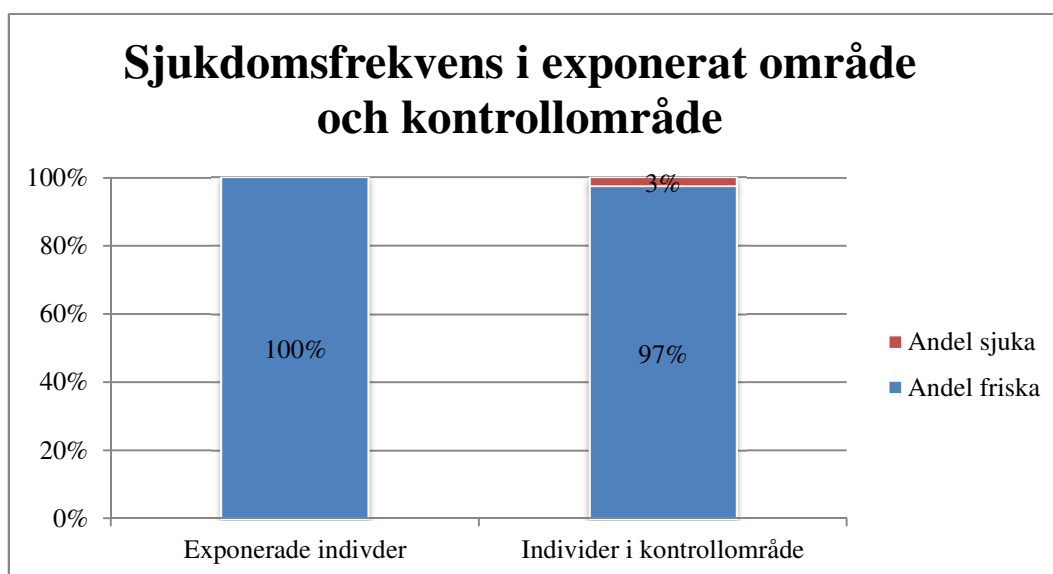
Figur 19. Sjukdomsfrekvens för individer i kontrollområde i relation till deras vattenkonsumtion för vattenläcka i Trollhättan 2012-02-25. Antalet individer visas inom parantes.

8.1.4 Vattenläcka 2012-02-28, Borås

Den fjärde vattenläckan inträffade 2012-02-28 i Sparsör utanför Borås i närheten av Kilsvägen/Plogvägen och som kontrollområde valdes närområdet kring Ekgatan/Bokgatan. Vattenläckan var lindrig och hade en varaktighet på cirka 6 timmar (skriftlig källa driftchef Evy Gabrieli 2012-03-07). Som figur 20 nedan visar uppgick sjukdomsfrekvensen i detta fall till 0 % för exponerade individer och till 3 % för individer i kontrollområdet. Övergripande information kring deltagare i studien av vattenläckan ges i tabell 5 nedan.

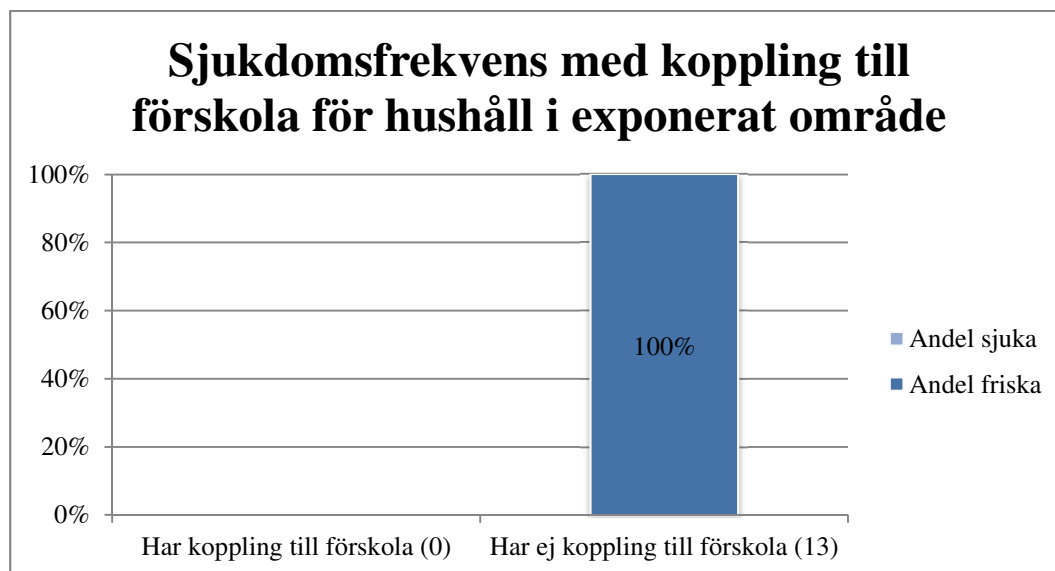
Tabell 5. Övergripande information rörande medverkande respondenter vid vattenläcka i Borås 2012-02-28.

	Exponerad grupp	Kontrollområde
Svarsfrekvens	86,67 %	93,33 %
Antal medverkande individer	33	37
Antal medverkande hushåll	13	14
Antal sjuka	–	1
Andel sjuka	0 %	3 %
Snitt boende per hushåll	2,54	2,64
Medelålder	50,6	43,8
Andel kvinnor	51,5 %	54,5 %



Figur 20. Sjukdomsfrekvens i exponerat område och kontrollområde för vattenläcka i Borås 2012-02-28.

Bland de exponerade hushållen saknades hushåll med koppling till förskola och bland de som **hade koppling** uppgick sjukdomsfrekvensen till 0 %. För hushåll i kontrollområdet var motsvarande procenttal 0 % för både hushåll med och utan koppling till förskola. Nämnade resultat beskrivs i figur 21 och 22.

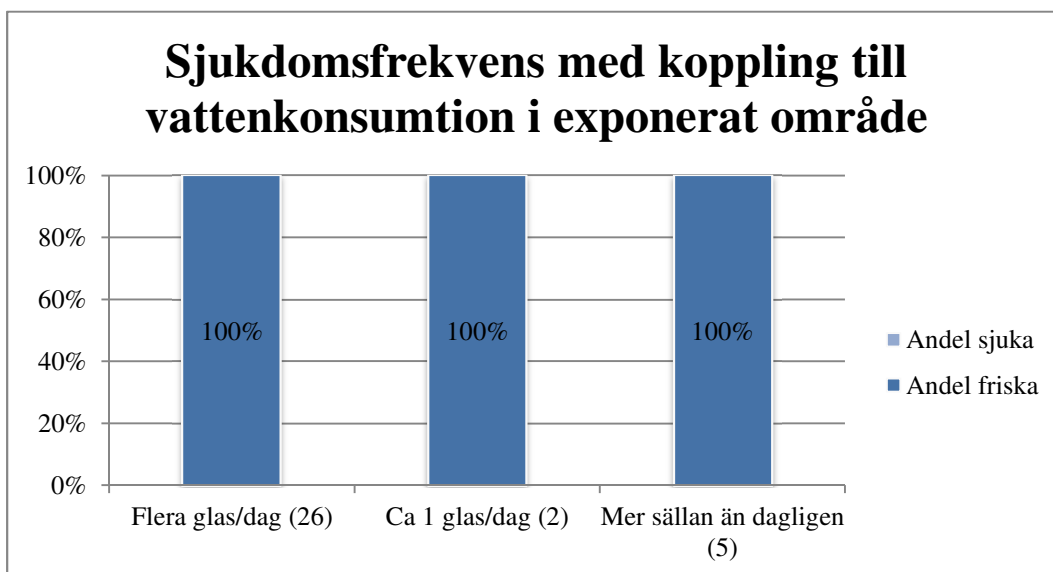


Figur 21. Sjukdomsfrekvens i exponerat område för hushåll med respektive utan koppling till förskola för vattenläcka i Borås 2012-02-28. Antalet hushåll visas inom parantes.

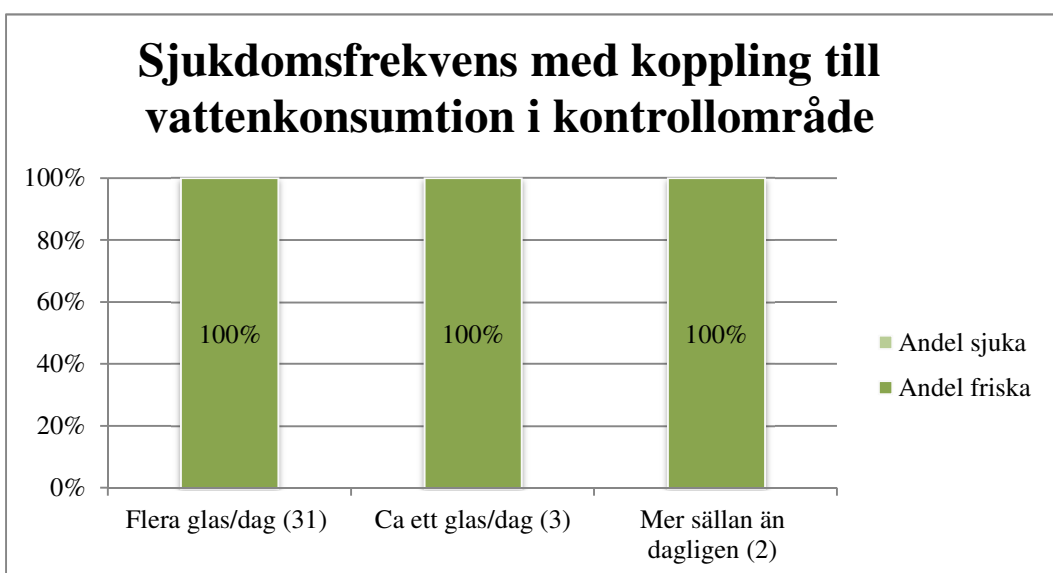


Figur 22. Sjukdomsfrekvens i kontrollområde för hushåll med respektive utan koppling till förskola för vattenläcka i Borås 2012-02-28. Antalet hushåll visas inom parantes.

Sjukdomsfrekvensen för exponerade individer var 0 % för samtliga redovisade kategorier; flera glas vatten per dag, cirka ett glas vatten per dag och mer sällan än dagligen. Analoga kategorier var representerade i kontrollområdet och där var motsvarande sjukdomsfrekvenser likaså 0 % för alla kategorier. Resultaten återfinns i figurerna 23 och 24 nedanför.



Figur 23. Sjukdomsfrekvens för individer i exponerat område i relation till deras vattenkonsumtion för vattenläcka i Borås 2012-02-28. Antalet individer visas inom parantes



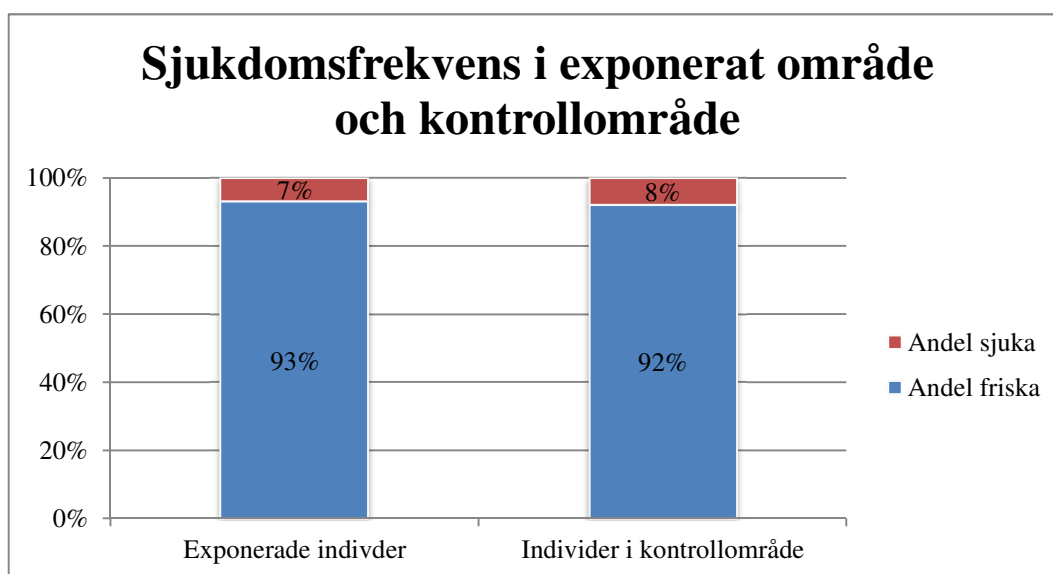
Figur 24. Sjukdomsfrekvens för individer i kontrollområde i relation till deras vattenkonsumtion för vattenläcka i Borås 2012-02-28. Antalet individer visas inom parantes.

8.1.5 Vattenläcka 2012-03-07, Borås

Den femte vattenläckan inträffade vid Mollagatan i norra Borås 2012-03-07 och var en lindrig vattenläcka med en varaktighet på cirka 3,5 timmar (skriftlig källa driftchef Evy Gabriell 2012-03-08). I detta fall valdes Järbyvägen/Järbyliden med omnejd som kontrollområde. Som framgår av figur 25 nedan uppgick sjukdomsfrekvensen till 7 % bland exponerade individer och 8 % för kontrollgruppen. Övergripande information kring deltagare i studien av vattenläckan ges i tabell 6 nedan.

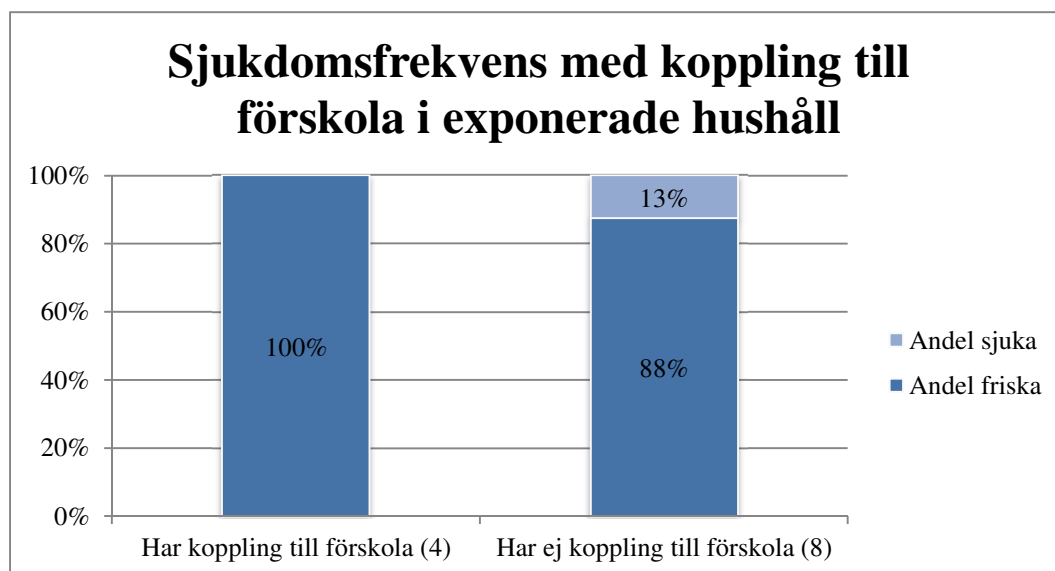
Tabell 6. Övergripande information rörande medverkande respondenter vid vattenläcka i Borås 2012-03-07.

	Exponerad grupp	Kontrollområde
Svarsfrekvens	80,00 %	80,00 %
Antal medverkande individer	29	37
Antal medverkande hushåll	12	12
Antal sjuka	2	3
Andel sjuka	7 %	8 %
Snitt boende per hushåll	2,42	3,08
Medelålder	47,6	43,8
Andel kvinnor	40,6 %	43,2 %

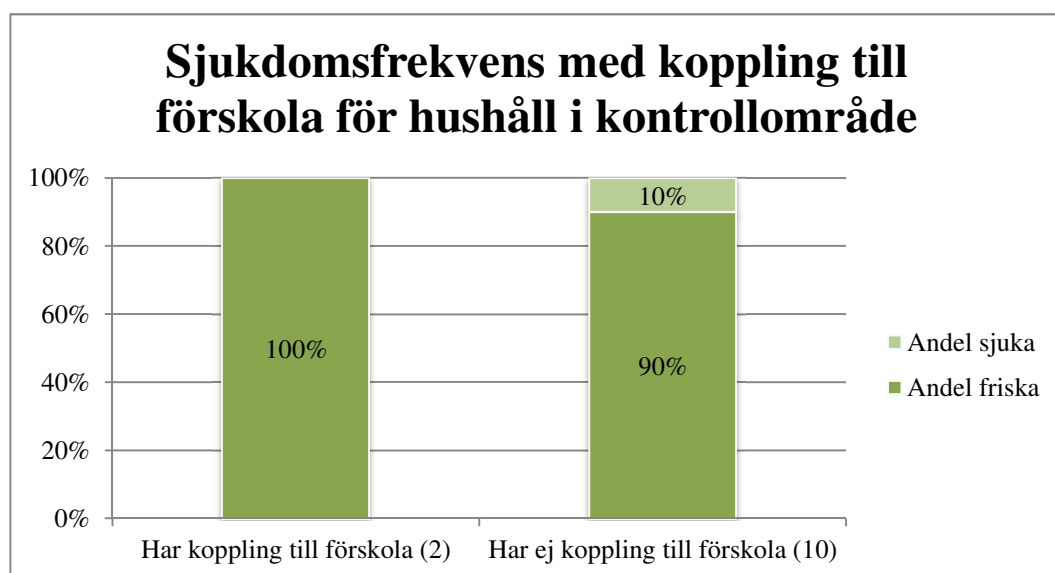


Figur 25. Sjukdomsfrekvens i exponerat område och kontrollområde för vattenläcka i Borås 2012-03-07.

De exponerade hushåll som **hade koppling** till förskola hade en sjukdomsfrekvens på 0 % och hos de hushåll som **saknade koppling** uppgick den till 13 %. Motsvarande andelar för kontrollområdet var 0 % respektive 10 %. Detta överensstämmer med ovan angivna resultat. Sjukdomsfrekvenser med koppling till förskola finns illustrerade i figur 26 och 27 nedan.



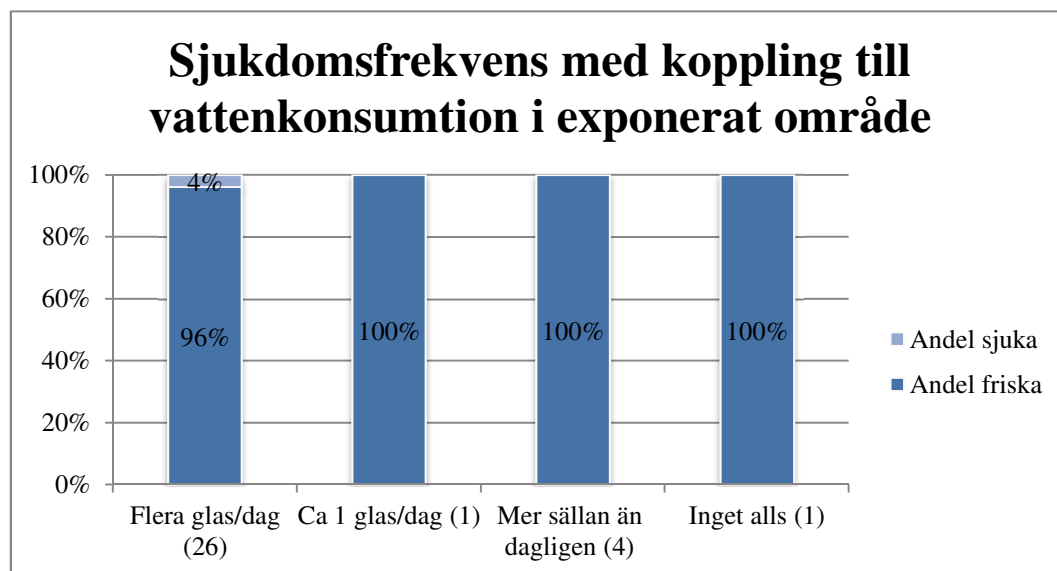
Figur 26. Sjukdomsfrekvens i kontrollområde för hushåll med respektive utan koppling till förskola för vattenläcka i Borås 2012-03-07. Antalet hushåll visas inom parantes.



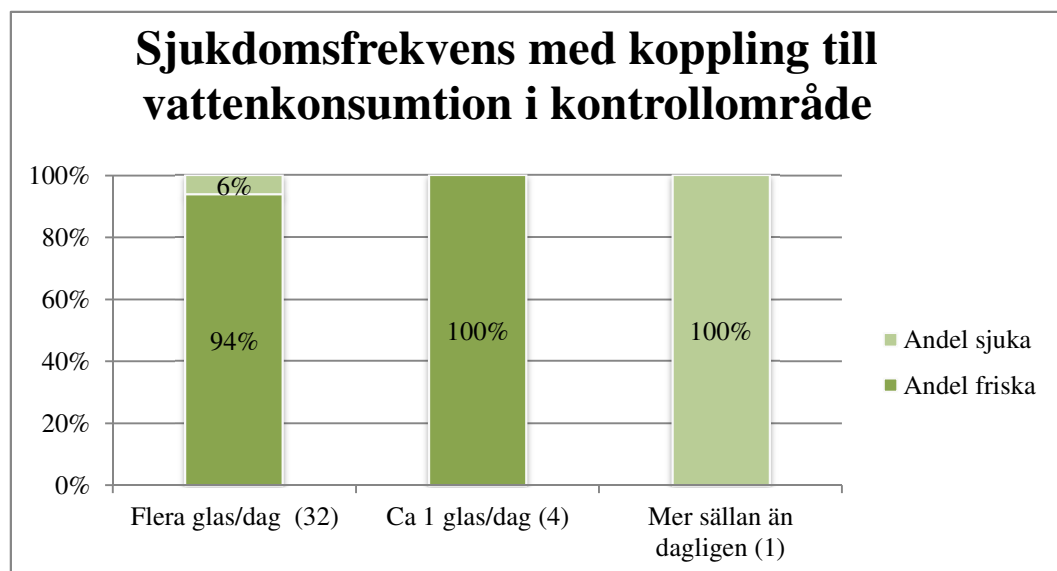
Figur 27. Sjukdomsfrekvens i exponerat område för hushåll med respektive utan koppling till förskola för vattenläcka i Borås 2012-03-07. Antalet hushåll visas inom parantes.

Analys av vattenkonsumtion på individnivå visade att för individer i exponerat område var sjukdomsandelarna i respektive kategori följande: 4 % för de som

konsumerade flera glas dagligen och 0 % för de övriga representerade kategorierna cirka ett glas per dag mer sällan än dagligen och inget alls. För kontrollområdet var sjukdomsfrekvenserna 6 % för de som konsumerade flera glas dagligen och 0 % för de som konsumerade cirka ett glas per dag samt mer sällan än dagligen. Resultaten åskådliggörs i figur 28 och 29 nedan.



Figur 28. Sjukdomsfrekvens för individer i exponerat område i relation till deras vattenkonsumtion för vattenläcka i Borås 2012-03-07. Antalet individer visas inom parantes.



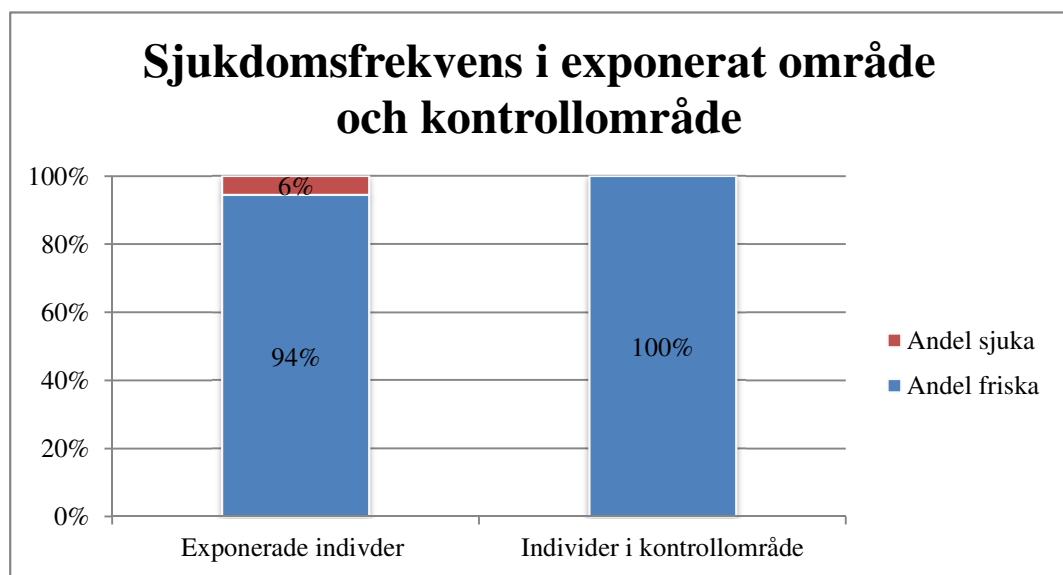
Figur 29. Sjukdomsfrekvens för individer i kontrollområde i relation till deras vattenkonsumtion för vattenläcka i Borås 2012-03-07. Antalet individer visas inom parantes.

8.1.6 Vattenläcka 2012-04-24, Borås

Den sjätte vattenläckan uppkom 2012-04-24 i Borås på Lars Kaggsgatan i södra delen av staden, och som kontrollområde valdes det närliggande området kring Kapplandsgatan. Vattenläckan var av det, per definition, lindriga slaget och dess varaktighet uppgick till cirka 10 timmar (muntlig källa rörnätskontrollant Lars Fred 2012-04-25). Vidare var sjukdomsfrekvensen på individnivå 6 % i exponerat område och 0 % i kontrollområdet, vilket illustreras i figur 30 nedan. Övergripande information ges i tabell 7 nedan.

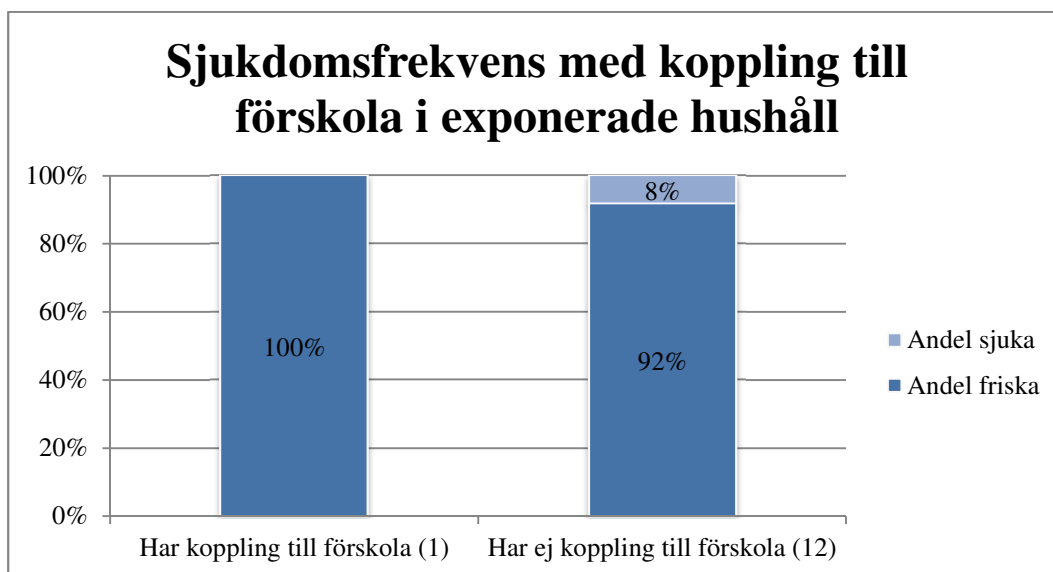
Tabell 7. Övergripande information rörande medverkande respondenter vid vattenläcka i Borås 2012-04-24.

	Exponerad grupp	Kontrollområde
Svarsfrekvens	86,70 %	46,70 %
Antal medverkande individer	18	21
Antal medverkande hushåll	13	7
Snitt boende per hushåll	1,38	3
Medelålder	63,4	33,6
Andel kvinnor	55,56 %	38,10 %

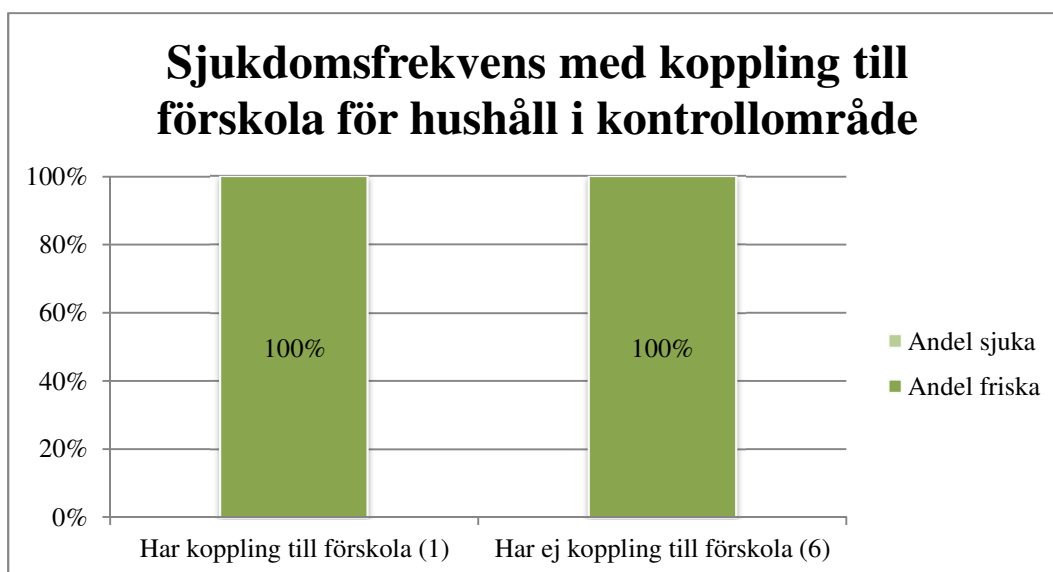


Figur 30. Sjukdomsfrekvens i exponerat område och kontrollområde för vattenläcka i Borås 2012-04-24.

Vid undersökande av de exponerade hushållens sjukdomsfrekvens i relation till deras koppling till förskola uppgick andelen sjuka *med* koppling till förskola till 0 % och motsvarande andel var 8 % för hushåll *utan* koppling. För hushåll i kontrollområdet visade undersökningen att motsvarande andelar låg på 0 % både för hushåll med och utan förbindelse med förskoleverksamhet. Ovan beskrivna resultat redovisas i figur 31 och 32 nedan.

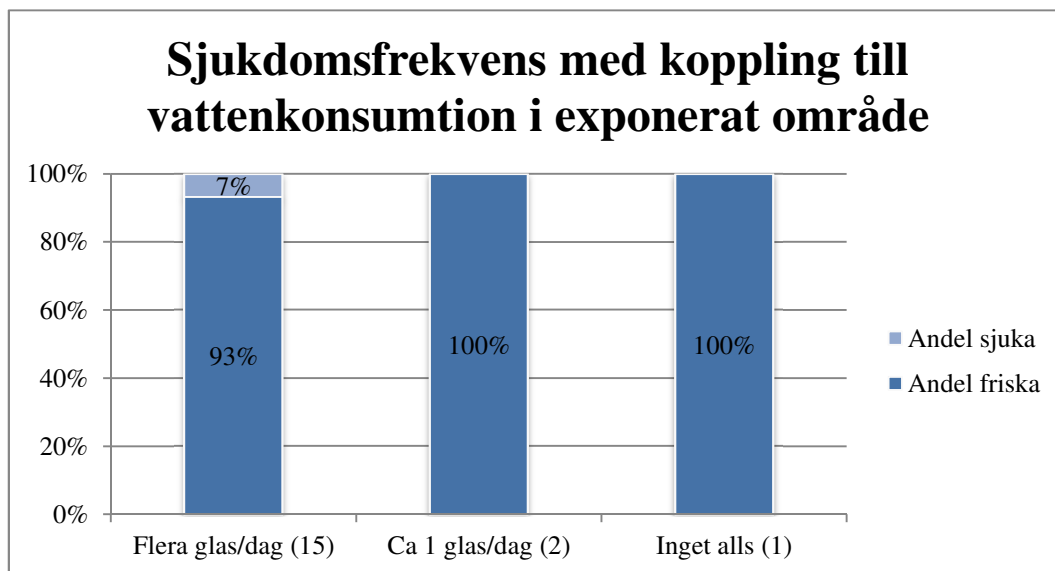


Figur 31. Sjukdomsfrekvens i exponerat område för hushåll med respektive utan koppling till förskola för vattenläcka i Borås 2012-04-24. Antalet hushåll visas inom parantes.

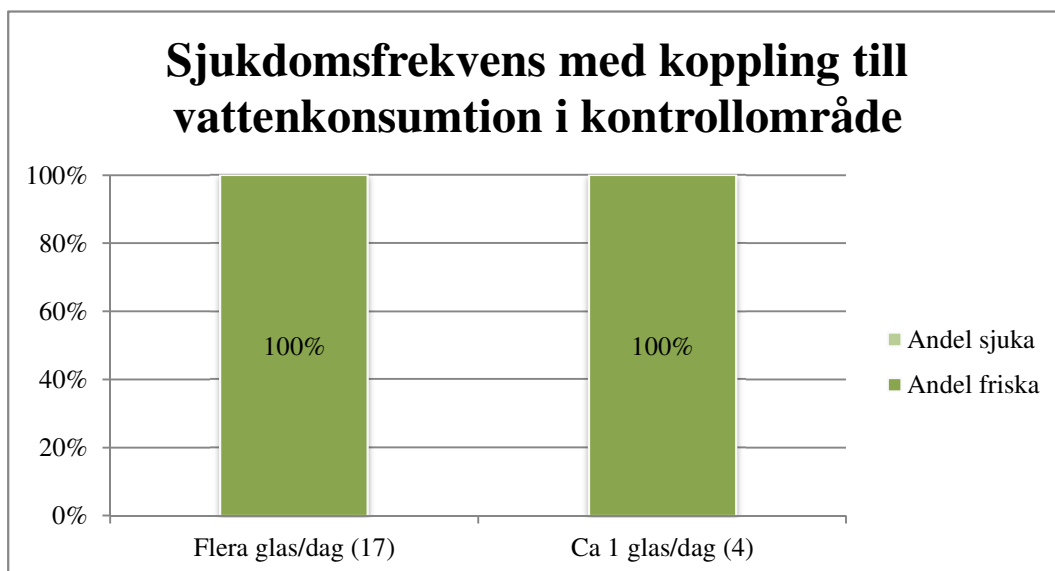


Figur 32. Sjukdomsfrekvens i kontrollområde för hushåll med respektive utan koppling till förskola för vattenläcka i Borås 2012-04-24. Antalet hushåll visas inom parantes.

När konsumtionsmängder för individer i exponerat område sattes i relation till sjukdomsfrekvens framgick det att: av de individer som konsumerade flera glas dagligen var 7 % sjuka, medan de som konsumerade cirka ett glas per dag eller inget alls hade 0 % i sjukdomsfrekvens. För individer i kontrollområdet var motsvarande frekvenser 0 % för både de som konsumerade flera glas dagligen och de som drack cirka ett glas per dag. Figur 33 och 34 illustrerar resultaten i diagramform.



Figur 33. Sjukdomsfrekvens för individer i exponerat område i relation till deras vattenkonsumtion för vattenläcka i Borås 2012-04-24. Antalet individer visas inom parantes.



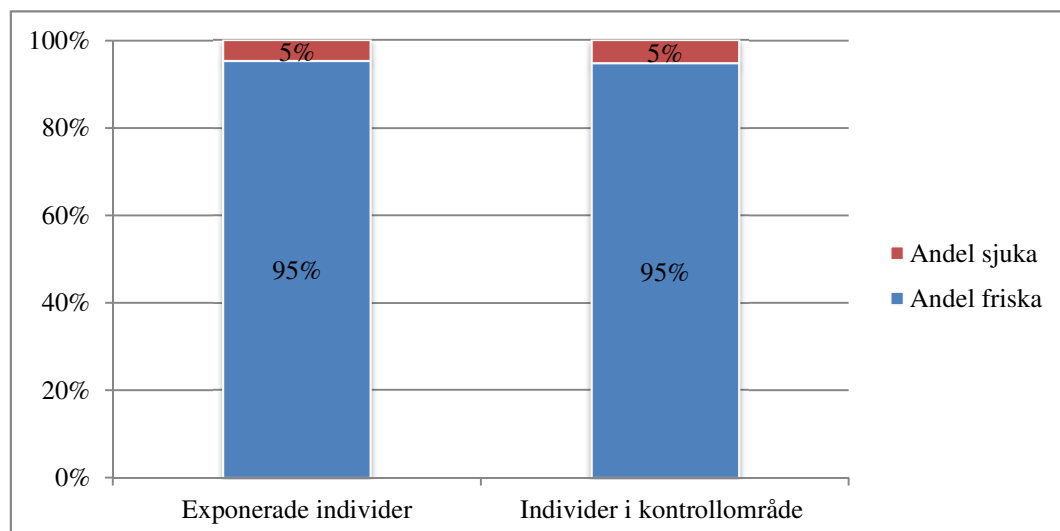
Figur 34. Sjukdomsfrekvens för individer i kontrollområde i relation till deras vattenkonsumtion för vattenläcka i Borås 2012-04-24. Antalet individer visas inom parantes.

8.2 Sammanställning av sjukdomsfrekvens

Efter sammanställning av statistik från samtliga läckor presenteras i följande kapitel totala sjukdomsfrekvenser för alla medverkande individer i exponerade områden såväl som i kontrollområden. Alla studerade individers sjukdomsfrekvens i relation till deras vattenkonsumtion klargörs och en sammanställning av data för de medverkande hushållens koppling till förskola redovisas. I efterföljande delkapitel kommer inte hänsyn tas till respektive vattenläckas kompliceringsgrad och varaktighet, sålunda anses samtliga läckor vara jämförbara.

8.2.1 Total sjuklighet hos medverkande individer i studien

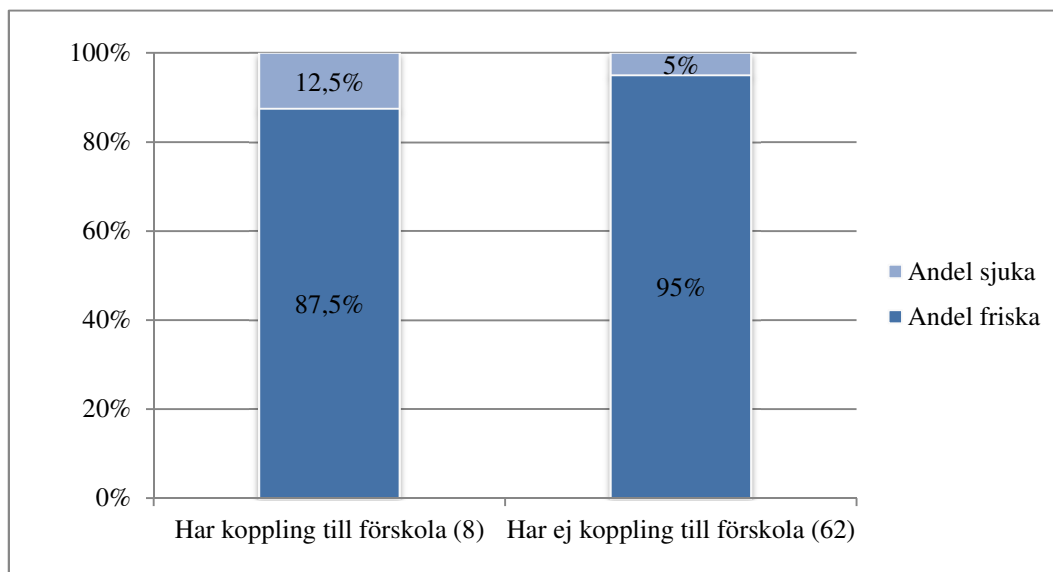
Vid sammanställningen av den totala sjukdomsfrekvensen för individer i exponerat område respektive kontrollområde uppgick denna till 5 % för båda områdena, vilket illustreras i figur 35 nedan.



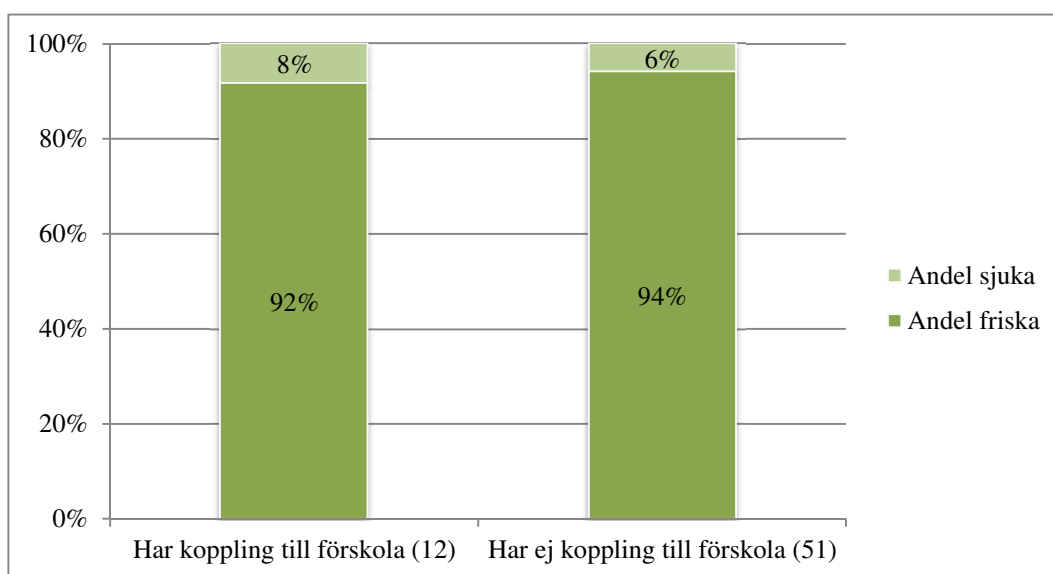
Figur 35. Sammantagen sjukdomsfrekvens för samtliga deltagande individer i studien för exponerade områden respektive kontrollområden

8.2.2 Koppling mellan förskola och sjukdom hos hushåll medverkande i studien

Efter sammanställning av data från samtliga läckor kunde relationen mellan sjukdomsfrekvenser och koppling till förskola undersökas för samtliga hushåll tillhörande exponerade områden såväl som kontrollområden. För exponerade hushåll var sjukdomsfrekvensen 13 % för hushåll **med koppling** till förskola och 5 % för hushåll **utan koppling** (se figur 36). Motsvarande andelar var 8 % och 6 % för hushåll i kontrollområden, se figur 37.



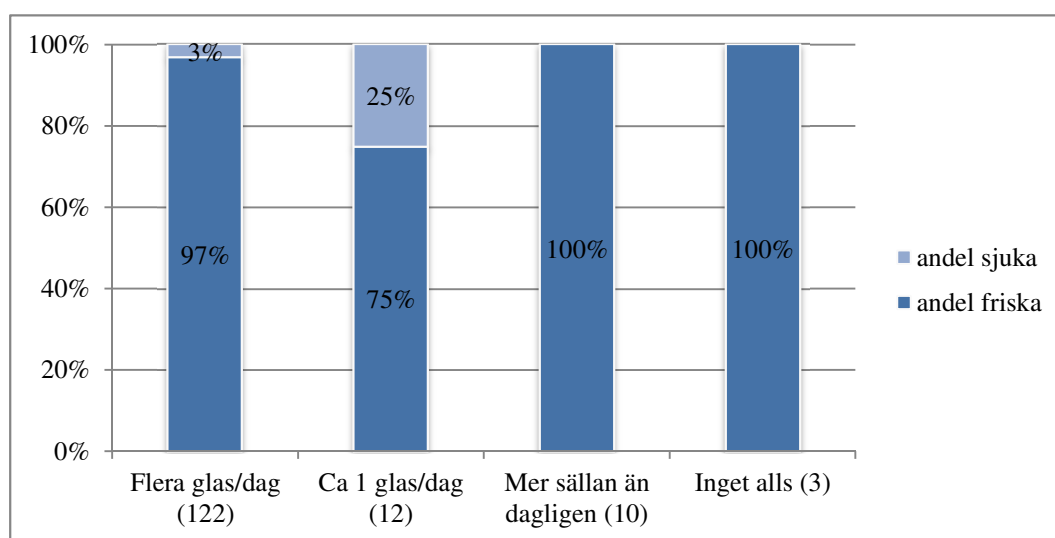
Figur 36. Sammantagen sjukdomsfrekvens för samtliga exponerade hushåll med respektive utan koppling till förskola. Antalet hushåll visas inom parantes.



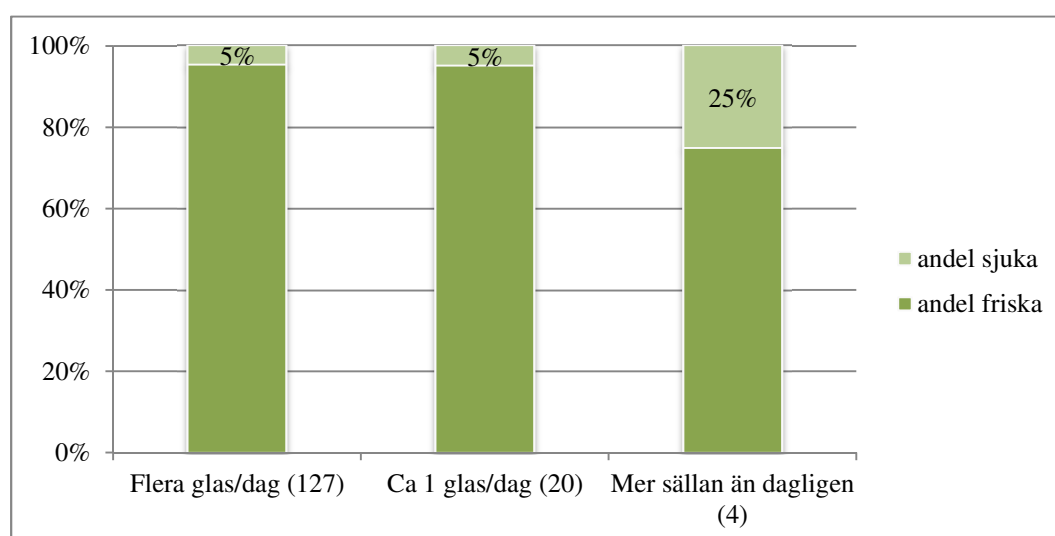
Figur 37. Sammantagen sjukdomsfrekvens för samtliga kontrollområden avseende hushåll med respektive utan koppling till förskola. Antalet hushåll visas inom parantes.

8.2.3 Koppling mellan konsumtionsmängd vatten och sjukdom hos individer i exponerade områden och kontrollområden

Sjukdomsfrekvensen i relation till konsumtionsmängden för alla studerade individer visade att bland de som konsumerade flera glas dagligen var 3 % sjuka. Motsvarande andelar var 25 % för de som drack cirka ett glas per dag och 0 % för de som drack vatten från hushållet mer sällan än dagligen eller aldrig. Resultaten finns illustrerade i figur 38. För hushåll i kontrollområden var sjukdomsfrekvenserna 5 % för individer som konsumerade flera glas dagligen, 5 % för de som drack cirka ett glas per dag och 25 % för de som drack vatten mer sällan än dagligen. Resultaten för kontrollområdet visas nedan i figur 39.



Figur 38. Sammantagen sjukdomsfrekvens i relation till vattenkonsumtion för samtliga exponerade individer i studien.



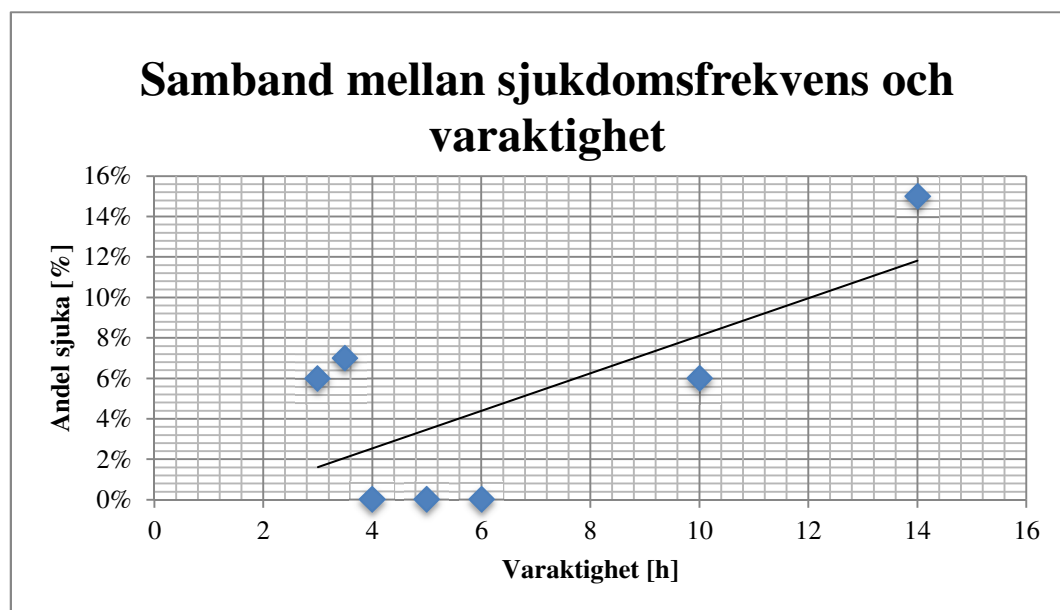
Figur 39. Sjukdomsfrekvens i relation till vattenkonsumtion för samtliga individer i studiens kontrollområden.

8.3 Samband mellan sjukdom och faktorerna varaktighet och kompliceringsgrad vid vattenläcka

En sammanställning av sjukdomsfrekvensen för samtliga individer som studien behandlat, oavsett grupp, undersöks med avseende på de riskfaktorer som identifierats i avsnitt 1.6.

8.3.1 Andelen sjuka med avseende på varaktigheten hos trycklöst nät

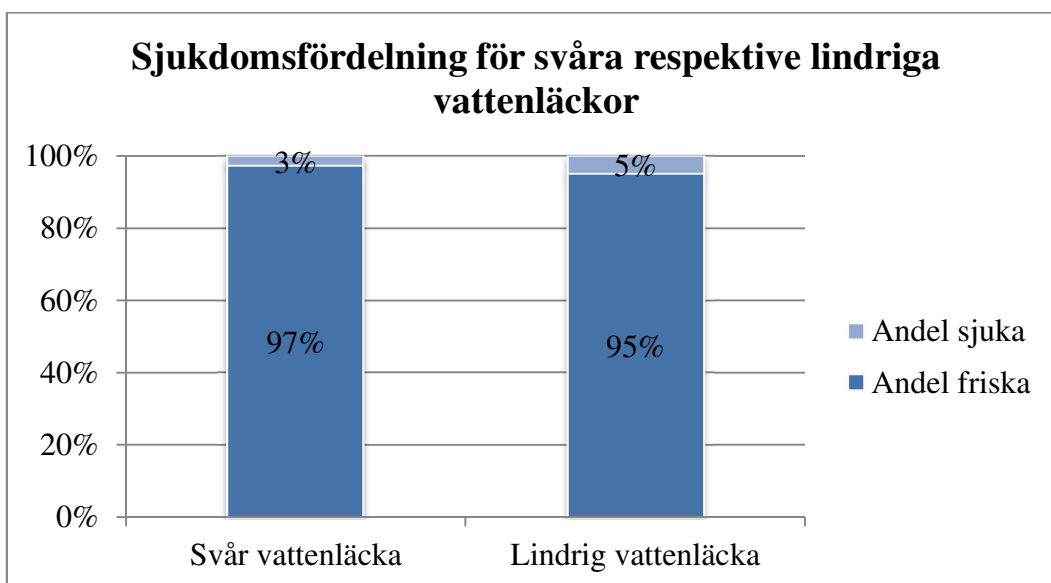
Baserat på inkomna svar från enkätundersökningen redovisas nedan en plottnings i figur 40 som åskådliggör förhållandet mellan sjukdomsfrekvens och varaktighet för varje enskild vattenläcka. Figuren grundar sig på sjukdomsfrekvenser på individnivå för exponerade områden. I figuren är en trendlinje inritad för att om möjligt förtydliga potentiella samband mellan faktorerna. Värt att notera är att i denna figur inkluderas värden från den vattenläcka som tillhandahållits från den likartade studien utförd i Göteborgsområdet 2012. Totalt visas relationen sjukdomsfrekvens-varaktighet för 7 vattenläckor.



Figur 40. Plottnings av sjukdomsfrekvens i relation till varje enskild vattenläckas varaktighet De blå markeringarna motsvarar vattenläckor. Figuren baseras på sjukdomsfrekvenser på individnivå för de exponerade områdena.

8.3.2 Andelen sjuka med avseende på kompliceringsgraden hos vattenläckan

En sammanställning som visar den totala sjukdomsfrekvensen för individer exponerade för svåra respektive lindriga vattenläckor visas i figur 41 nedan. Det framgår att andelen sjuka individer som varit exponerade för lindriga vattenläckor var 5 %, och att denna andel varit något större än för dem som varit exponerade för svåra vattenläckor där motsvarande andel var 3 %. Även i denna figur finns data från vattenläckan i Göteborg representerad och antalet undersökta vattenläckor i sammanställningen är 7 stycken. Av dessa var två stycken svåra medan resterande var lindriga.



Figur 41. Diagram över sjukdomsfrekvens för respektive kategori: svår vattenläcka och lindrig vattenläcka.

8.4 Statistiska resultat över sjukdomsfördelningen för samtliga kontroll- och exponerade områden

I följande kapitel redogörs för de beräkningar över sjukdomsfördelningen för kontrollgrupper och exponerade grupper enligt de metoder som redovisas i kapitel 7. För fullständiga beräkningar se bilaga 2.

8.4.1 Sjukdomsfördelningen bland individer för samtliga vattenläckor i studien

Område	Totala antalet individer	Totala antalet sjuka individer
Kontroll	180	12
Exponerat	158	8

Skattning sjuka kontroll [%]	6,67
Skattning sjuka exponerat [%]	5,06

Metod (a)

Konfidensintervall	-0,439	0,408
--------------------	--------	-------

∴ Händelse (a2) har inträffat (se kapitel 7.1 för förtydligande).

Metod (b)

Konfidensintervall kontrollområde	0,030	0,103
Konfidensintervall exponerat område	0,016	0,085

∴ Intervallen överlappar varandra enligt metod (b2). Händelser (a2) och (b2) har skett samtidigt (se kapitel 7.1 och 7.3 för förtydligande).

8.4.2 Sjukdomsfördelningen bland hushåll för samtliga läckor

Område	Totalt antal deltagande hushåll	Antal sjuka hushåll
Kontroll	79	8
Berört	80	5

Skattning sjuka kontroll [%]	10,1
Skattning sjuka exponerat [%]	6,3

Metod (a)

Konfidensintervall	-0,1239	0,0463
--------------------	---------	--------

∴ Detta intervall stämmer in på händelse (a2) (se kapitel 7.1 för förtydligande).

Metod (b)

Konfidensintervall kontroll	0,035	0,168
Konfidensintervall berört	0,009	0,116

∴ Intervallen överlappar varandra enligt metod (b2). Händelser (a2) och (b2) har skett samtidigt (se kapitel 7.1 och 7.3 för förtydligande).

8.4.3 Sjukdomsfördelning hos individer för jämförbara läckor

Antal individer	Lindrig läcka kontrollområde	Lindrig läcka berört område	Svår läcka kontrollområde	Svår läcka berört område
Sjuka	10	7	2	1
Totalt	138	125	42	33
Andel sjuka [%]	7,246	5,6	4,76	3,030

Metod (a)

Konfidensintervall lindrig	-0,251	0,218
Konfidensintervall svår	-0,465	0,430

∴ Detta intervall stämmer in på händelse (a2).

Metod (b)

Konfidensintervall svår kontroll	0	0,343
Konfidensintervall svår berörd	0	0,366

(Observera justering för svår och lindrig vattenläcka)

Konfidensintervall lindrig kontroll	0	0,233
Konfidensintervall lindrig berörd	0	0,226

∴ Intervallen överlappar varandra enligt metod (b2), Händelser (a2) och (b2) har skett samtidigt (se kapitel 7.1 och 7.3 för förtydligande).

8.4.4 Sjukdomsfördelningen hos hushåll för jämförbara läckor

Antal individer	Lindrig läcka kontrollområde	Lindrig läcka berört område	Svår läcka kontrollområde	Svår läcka berört område
Sjuka	6	4	2	1
Totalt	54	59	25	21
Andel sjuka[%]	11,1	6,8	8,0	4,8

Metod (a)

Konfidensintervall lindrig	-0,149	0,062
Konfidensintervall svår	-0,172	0,108

∴ Detta intervall stämmer in på händelse (a2).

Metod (b)

Konfidensintervall svår kontroll	0	0,154
Konfidensintervall svår exponerad	0	0,139

(Observera justering för svår vattenläcka)

Konfidensintervall lindrig kontroll	0,027	0,195
Konfidensintervall lindrig berörd	0,004	0,132

∴ Intervallen överlappar varandra enligt metod (b2) (se kapitel 7.1 och 7.3 för förtydligande).

8.4.5 Beräkning av bortfall

Område	Antal bortfallna hushåll	Totalt antal kontaktade hushåll
Kontroll	31	110
Berört	30	110

Bortfall	Antagande om sjukdom	Antagande ej sjukdom
Skattning kontroll [%]	28,2	71,8
Skattning berört [%]	27,3	72,7

Metod (a)

Konfidensintervall sjuka	-0,069	0,07
--------------------------	--------	------

∴ Stämmer överens med händelse (a2).

Metod (b)

Konfidensintervall berört sjuka	0,189	0,355
Konfidensintervall kontroll sjuka	0,197	0,366
Konfidensintervall berört ej sjuka	0,644	0,810
Konfidensintervall kontroll ej sjuka	0,634	0,802

∴ Intervallen överlappar varandra enligt metod (b2) (se kapitel 7.1 och 7.3 för förtydligande).

*

9. Jämförande undersökning av behandling av vattenläckor

En jämförelse mellan de olika städerna med avseende på behandling och rutiner av och vid vattenläckor görs för att kunna identifiera eventuella likheter och skillnader i de båda kommunerna. Detta gjordes med hjälp av studiebesök hos Trollhättan Energi 2012-03-21 och Borås Energi och Miljö 2012-04-25.

Ett intervjuformulär utarbetades efter en mall med frågor som använts i en tidigare studie tillsammans med handledare (Annika Malm 2012-03-20). Frågeformulären kompletterades med frågor som tagits fram efter genomgången litteraturstudie. Dessa formulär återfinns i bilaga 5, 6, 7 och 8. Intervjuerna utfördes i samband med studiebesök på orterna Trollhättan och Borås. Utöver svar på de utformade frågeformulären fick undertecknade även en större inblick i den dagliga verksamheten och de rutiner som är praxis på respektive ort. Intervjuerna utfördes som informantintervjuer. Deltagande vid intervju med Trollhättan Energi var rörnätschef Jörgen Aronsson, driftchef vid vattenverket Lars Sandblom med flera. Vid intervjun med Borås Energi och Miljö deltog Lars Fred med befattningen kontrollant av rörnät. Även i detta fall var ett flertal anställda behjälpliga med information.

9.1 Studiebesök i Trollhättan

De allmänna reparationsrutinerna för Trollhättan Energi utgörs av följande steg: omedelbar avstängning av ventiler; schaktning; friläggning av ledning; samt kontaktande av berörda hushåll (Jörgen Aronsson & Lars Sandblom med flera 2012-03-21). Desinficering är inte obligatorisk utan genomförs vid behov. Friläggning sker normalt ner till en halv meter under berörd ledning. Generellt sett används krossgrus som återfyllnadsmaterial, eftersom det urschaktade materialet efter uppvätning är svårt att återfylla med. Ur ekonomisk aspekt är det ofta fördelaktigt att använda det material som tidigare urschaktats som återfyllnadsmaterial, då risk för sättningar därmed minimeras. Trollhättan Energi påpekade vikten av att upprätthålla säkerhetsrutiner och en allmän varsamhet vid schaktarbeten på grund av skredrisk. Exempelvis kan sponter uppföras vid svårare schaktarbeten samt vid arbeten i lågpermeabla jordmaterial såsom lera. Till förebyggande underhållsarbeten nämndes tillsyn av ventiler och kontinuerlig läcksökning, där så kallad loggning är en vanligt förekommande metod. Spolning var tidigare en vanlig underhållsmetod, men användningen har reducerats till följd av att metoden medför risk för ojämn vattenkvalitet i distributionsnätet; detta eftersom avlagringar inuti ledningarna släpper från rörväggen och följer med vattnet till tappkran (se figur 41). I början och slutet av tjälsäsong kan i vissa fall en uppgång i antal rörbrott observeras. Under vintern 2011/2012 hade färre rörbrott än tidigare år registrerats. En möjlig förklaring skulle kunna vara det milda vädret och högre temperaturer än normalt under gången vinter (ibid).

Den vattenläcka som inträffade den 2012-02-25 var relativt omfattande och krävde fullständigt utbyte av en rörsektion och ses därför som en avancerad vattenläcka enligt studiens definition. Varaktigheten uppskattades till omkring 4 timmar (Jörgen Aronsson & Lars Sandblom med flera 2012-03-21).



Figur 41. Exempel på utbytt rörsektion där avlagringar tydligt framgår. Foto: Johan Emanuelsson.

9.2 Studiebesök i Borås

Borås Energi och Miljö uppgav att ledningsnätet, med spillvattenledningar inkluderat, uppgår till omkring 160 mil (Lars Fred med flera 2012-04-25). Det finns inte något uttalat mål för föryngringstakten på ledningssystemet, dock tros takten vara likvärdig med många andra svenska kommuner. Distributionsnätet är i huvudsak utformat som cirkulationsnät.

I Borås domineras centrala områden av sandmaterial, varför sponter sällan behöver slås ned vid schaktarbeten för att säkerställa god stabilitet i schakten. Informanten Lars Fred ansåg inte att vinterns väder och temperatur har någon större inverkan på frekvensen av vattenläckor. För att på ett effektivt sätt lokalisera vattenläckor används i Borås en typ av sändare kallad *Aqualogger*. Ett flertal av dessa placeras ut i ett område där förekomst av vattenläckor önskas undersökas. Sändaren placeras så att den står i kontakt med vattenledningssystemet och därefter skickar sändaren via signal ut uppfattade flödesljud från den aktuella platsen. Med hjälp av instrument försedda med signalmottagare kan onormala flödesljud upptäckas och eventuella vattenläckor kan därefter lokaliseras.

Vid lagning av vattenläckor har Borås Energi och Miljö som praxis att frilägga berörd vattenledning. Klorering efter reparation sker endast då det anses nödvändigt och är sålunda inte en fastslagen rutin för varje läcklagning. För att säkerställa en god kvalitet på dricksvattnet tas alltid vattenprover då vattenläckan är lokaliserad på en huvudledning distributionsnätet. Proverna skickas vidare till en separat laboratorieavdelning där de analyseras med avseende på deras mikrobiella egenskaper. Detta sker med hjälp av odlingsförsök.

Vid studiebesöket den 2012-04-25 gavs möjlighet att observera schaktningsarbetet vid en vattenläcka som inträffat föregående dag (figurerna 42 och 43). Under schaktningsarbetet användes dräneringspump för att föra bort utläckande vatten. Informanterna vid Borås Energi och Miljö menar att det ofta är svårt att använda de mycket uppvätta, urschaktade materialet som återfyllnadsmaterial. Därför bortforslas schaktmassorna för att i efterhand sorteras och återanvändas vid uppkommet behov. Så var också fallet vid det observerade schaktningsarbetet, där urschaktat material lastades direkt på lastbil. Tillfälle gavs också att se den tappkran för dricksvatten som placerades i närheten av de berörda hushållen (se figur 44) (Lars Fred med flera 2012-04-25).



*Figur 42. Schaktområde med uppträngande vatten från vattenläckan.
Foto: Johan Emanuelsson*



Figur 43. Bild på schaktgropen. Betongröret som syns är en dagvattenledning. Foto: Johan Emanuelsson



Figur 44. Den temporära tappkranen tillgänglig för boende i området. Foto: Johan Emanuelsson.

10. Analys av resultat

I detta kapitel kommer tidigare beräkningsresultat att analyseras för att identifiera eventuella samband kring hälsomässiga risker relaterade till tryckfall på distributionsnätet. Reflektioner görs huruvida exponerade områden och kontrollområden är jämförbara. Dessutom reflekteras det över om de valda riskfaktorerna: kompliceringsgrad och varaktighet är rimliga parametrar för särskiljning av vattenläckor.

10.1 Analys av sjuklighet rörande de olika riskfaktorerna

I följande kapitel analyseras resultaten från kapitel 8. I slutändan skall analys av varje delresultat mynna ut i svaret på frågan om det går att påvisa ett samband mellan tryckfall i ledningsnätet och en försämring avseende vattenkonsumenterers fysiska hälsa.

10.1.1 Analys av sjukdom hos den undersökta populationen

När den totala sjukligheten för samtliga respondenter i studien beräknades blev resultatet att individer i de exponerade områdena hade en lika hög sjukdomsfrekvens som individer i kontrollområdena, nämligen 5 %. Denna jämförelse tyder på avsaknad av ett uttryckligt samband mellan trycksänkningar vid reparationsarbeten på ledningsnätet och ökat antal sjukdomsfall bland vattenkonsumenter.

Det kan anses som anmärkningsvärt att nästintill identisk fördelning av sjukdomsfall uppmätts i båda grupperna. Tilläggas kan att även om skillnader hade påträffats, föreligger ändå risken att slutsatserna inte blivit helt tillförlitliga då det studerade individerna till antalet varit relativt få.

10.1.2 Kontakt med förskola

Vid undersökandet av huruvida hushållens koppling till förskola påverkade deras sjukdomsfrekvens, observerades bland både exponerade och icke exponerade hushåll att det var en större andel sjuka i de fall då koppling förekom. För exponerade hushåll i studien *med koppling* till förskola var sjukdomsfrekvensen cirka 8 procentenheter högre jämfört med de som *saknade koppling*. Motsvarande skillnad för hushåll i kontrollområden var 2 procentenheter. Detta kan indikera att hushåll *med koppling* till förskola löper större risk att insjukna än övriga hushåll. I studien är antalet undersökta hushåll *med koppling* till förskola relativt lågt, endast 8 stycken i exponerade områden och 12 stycken i kontrollområdena, vilket ger det eventuella sambandet en lägre tillförlitlighet.

10.1.3 Konsumtionsmängd vatten per dag

Undersökningen av vattenkonsumtionsmängden bland deltagare i studien visade att det inte går att dra några säkra slutsatser angående samband mellan konsumtionsmönster och sjuklighet, varken för individer i exponerade områden

eller i kontrollområden. Den vanligaste konsumtionsmängden vatten var flera glas dagligen. Både bland hushåll i exponerade områden och i kontrollområden fanns det kategorier med lägre vattenkonsumtion än ovannämnt som uppvisade en högre sjuklighet. Detta kan tyda på att en hög vattenkonsumtion efter reparation av vattenläcka inte har samband med förhöjd sjukdomsrisk. Även i detta fall finns det osäkerheter i resultatet, eftersom de individer som hade en annan daglig konsumtion än flera glas vatten, var få till antalet.

10.2 Kan ett samband mellan sjukdom och tryckfall på vattenledningsnät påvisas?

Enligt resultat från kapitel 8.4 fås ett resultat som är genomgående för samtliga modeller:

Det går inte att dra några slutsatser om eventuella skillnader i sjukdomsfördelning mellan kontrollområden och exponerade områden, mot bakgrund av de utfall som valda beräkningsmetoder för studien resulterat i (se kapitel 7.3). Det går sålunda inte att göra en bedömning av huruvida exponerade grupper har en högre andel sjuka hushåll/ individer i förhållande till icke-exponerade grupper. Konstateras kan därmed att nödvändig information saknas för att göra en total riskbedömning av eventuella samband mellan trycksänkning och en förhöjd risk för sjukdom. Förutsatt att det finns en skillnad mellan grupperna, så saknas kännedom om dess storlek och randvillkor.

Bortfallsberäkningarna syftar till att ge en överblick över hur det statistiska resultatet skulle kunnat bli, förutsatt att samtliga hushåll som inte deltog i studien hade varit uteslutande friska eller uteslutande sjuka. Dessa beräkningar resulterade i samma utfall som för de hushåll vilka faktiskt deltog i studien. Det innebär att om samtliga hushåll hade deltagit i studien, skulle slutsatser ändå inte kunna dras gällande sambandet mellan sjukdom och tryckfall i distributionsnätet.

10.2.1 Varaktighet

En plottning utfördes, där sjukdomsfrekvens i relation till varaktighet för varje enskild vattenläcka som behandlats i studien redovisades. Resultatet som framgår av denna plottning är svårt att analysera eftersom spridningen för de sju punkterna i figuren är stor (se figur 40). Trendlinjen indikerar ett samband mellan längre varaktighet och ökad sjuklighet bland exponerade individerna. Det fanns emellertid tre vattenläckor som inte uppvisade någon sjukdom bland exponerade individer, och som kraftigt avviker från trendlinjen i figuren. Detta innebär att resultatets tillförlitlighet minskar.

10.2.1 Svårighetsgrad

I kapitel 8.3 illustrerades andelen sjuka individer som varit exponerade för svår respektive lindrig vattenläcka i stapeldiagram. Resultatet var att 3 % av de

individer som varit exponerade för svår vattenläcka blev sjuka, medan motsvarande andel var 5 % för de som istället varit exponerade för lindrig vattenläcka. Detta visar att det utifrån ovannämnda resultat inte går att fastslå ett tydligt samband mellan använd reparationsåtgärd och andelen sjuka vattenkonsumenter, eftersom det vore ett rimligt antagande att fler individer insjuknar då mer omfattande reparationsåtgärder krävs.

Antalet vattenläckor som observerades var 5 stycken lindriga och 2 stycken svåra. För att få en större säkerhet i resultatet hade ett större antal studerade vattenläckor av varje slag varit nödvändigt. Detta eftersom slumpens inverkan på ett litet urval kan bli stor.

10.3 Kort jämförelse mellan rutiner vid läcklagning i Trollhättan och Borås

Efter utförda studiebesök var det möjligt att sammanställa jämförbara rutiner för reparationsarbeten vid vattenläckor samt förebyggande underhållsarbeten för Trollhättan Energi och Borås Energi och Miljö (se tabell 8). Det framgick att det finns likheter i rutinerna; båda företagen klorerade efter vattenläcka berörd ledning när behov föreföll, men utförde inte klorering som standardåtgärd. Likaså utförde båda kommunerna provtagning av vattnet efter utfört reparationsarbete när detta ansågs nödvändigt. Informanten Lars Fred påpekade emellertid att Borås Energi och Miljö alltid tar vattenprover när vattenläckan berör huvudledning. Att frilägga vattenledningar drabbade av rörbrott var en praxis som båda företagen använde. Vid schaktarbete angav båda företagen att de oftast använde andra återfyllnadsmassor än de urschaktade massorna, eftersom urschaktat material ofta är mycket fuktigt och svårarbetat. De läcksökningsmetoder som främst tillämpas är för Trollhättan Energi ventillysning och loggning samt för Borås Energi och Miljö likaså loggning. Nedanstående tabell sammanfattar dessa rutiner och hur de hanteras på respektive företag.

Påpekas kan att risken för tjälskador skiljer sig åt i de båda kommunerna bland annat på grund av de geologiska förhållandena som råder. Borås jordlagerföljd bestod till stora delar av sand och berg, medan motsvarande jordmaterial i Trollhättan till stora delar bestod av mer finkorniga material såsom silt och ler. Detta innebär en större risk för förflyttning av vattenledning, och därmed skada, till följd av bland annat tjällyftning och tjällossning i Trollhättans kommun.

Tabell 8. Tabell över rutiner rörande reparationsarbeten och underhåll av vattenledningsnätet för Trollhättan Energi och Borås Energi och Miljö.

RUTINER	TROLLHÄTTAN ENERGI	BORÅS ENERGI OCH MILJÖ
Klorering efter reparation	Endast vid behov, ej fastställd rutin	Endast vid behov, ej fastställd rutin
Friläggning av vattenledning	Är rutin vid reparationsarbete	Är rutin vid reparationsarbete
Provtagning av vatten	Utförs vid behov	Utförs vid vattenläcka på huvudledning
Läcksökningsmetoder	Kontroll av ventiler, loggning.	Loggning
Schaktmassor	Annat än urschaktat material.	Annat än urschaktat material.

10.4 Jämförbarhet rörande respektive vattenläcka och grupp gällande studiens deltagare

För att kunna jämföra resultaten från telefonintervjuerna är det rimligt att resonera kring överensstämmelserna mellan den exponerade populationen och kontrollgruppen. Nedan analyseras kring jämbördighet grupperna emellan enligt de valda kriterierna medelålder, boende per hushåll, samt könsfördelning i form av andel kvinnor. Dessutom resoneras kring svarsfrekvensen i respektive område.

10.4.1 Vattenläcka 2012-02-01, Varberg

Medelåldern skiljer sig åt med **0.3** år då medelåldern i den exponerade gruppen var 42.1 respektive 41.8 i kontrollgruppen. Antal boende per hushåll var 2.53 i den exponerade gruppen och 2.18 i kontrollgruppen vilket ger en skillnad på **0.35** boende per hushåll. Andelen kvinnor i den exponerade gruppen är 57.6 % respektive 58.3 % i kontrollgruppen, vilket ger en skillnad på **0.7** procentenheter. Svarsfrekvensen är 86.7 % i den exponerade gruppen respektive 73.3% i kontrollgruppen, alltså **13.4** procentenheter (se tabell 2).

Med hänsyn taget till parametrarna medelålder och könsfördelning är dessa två grupper jämförbara eftersom skillnaderna dem emellan är små. Skillnaden sett till antal boende per lägenhet är medelstor. Eftersom en svarsfrekvens högre än 70 % eftersträvades är exponerad grupp och kontrollgrupp jämförbara med motiveringen att båda grupperna hade en svarsfrekvens som överskred detta gränsvärde, trots att skillnaden dem emellan är relativt stor.

10.4.2 Vattenläcka 2012-02-17, Varberg

Medelåldern i det exponerade området är 53.8 medan den i kontrollgruppen är 63.1. Detta innebär en skillnad i medelålder på **9.3** år. Antal boende per hushåll

skiljer sig åt med **0.3** personer, då snittet boende per hushåll är 1.5 i exponerat område respektive 1.8 i kontrollgruppen. Andelen kvinnor i den exponerade gruppen är 58.3 % vilket är **2.8** procentenheter mindre än kontrollgruppens 61.1 %. Svarsfrekvensen i den exponerade gruppen är 53.3 respektive 66.7 % i den exponerade gruppen, vilket ger att skillnaden är **13.4** procentenheter (se tabell 3).

Skillnaden i medelåldern är här nästan tio år, vilket gör att grupperna i detta avseende kanske inte är helt jämförbara. Sett till antal boende per hushåll är skillnaden 0.3 personer, vilket gör att grupperna kan anses något mer likvärdiga ur detta hänseende. Att könsfördelningen de båda grupperna emellan är 2.8 procentenheter kan anses falla under en felmarginal. Svarsfrekvensen var ganska låg i båda grupperna, vilket ger att resultatet från den här vattenläckan får lägre tillförlitlighet. Skillnaden är även här 13.4 procentenheter grupperna emellan, vilket kan anses vara en tillräcklig överensstämmelse.

10.4.3 Vattenläcka 2012-02-25, Trollhättan

Medelåldern i den exponerade gruppen var 40.3 år respektive 44.8 år i kontrollgruppen, vilket ger en skillnad på **4.5** år. Skillnaden gällande boende per hushåll var **0.11** då snittsiffran i exponerad grupp var 1.67 respektive 1.78 i kontrollgruppen. Andelen kvinnor i kontrollgruppen var 52.6 % vilket är **2.6** procentenheter mer än i kontrollgruppen, där andelen var 50 %. Svarsfrekvens var 80 % i den exponerade gruppen respektive 60 % i kontrollområdet, alltså en skillnad på **20** procentenheter (se tabell 4).

Med hänsyn till parametrarna boende per hushåll och könsfördelning är grupperna relativt lika, medan medelåldern har en sämre överensstämmelse. Svarsfrekvensen var god i den exponerade gruppen men sämre i kontrollgruppen. Tillförlitligheten för resultaten av undersökningen i detta fall kan därmed anses vara större för den exponerade gruppen än för kontrollgruppen, eftersom skillnaden i svarsfrekvens är relativt stor.

10.4.5 Vattenläcka 2012-02-28, Borås

Medelålder i exponerad grupp var 50.6 år respektive 43.8 år i kontrollgruppen. Detta innebär en skillnad i medelålder på **6.8** år. Antal boende per hushåll i den exponerade gruppen var 2.54, medan motsvarande siffra för kontrollgruppen var 2.64, vilket ger en skillnad på **0.10** personer. Andelen kvinnor i den exponerade gruppen var 51.5 % respektive 54.5 % i kontrollgruppen. Skillnaden grupperna emellan är **3** procentenheter. Svarsfrekvensen var 86.7 % i den exponerade gruppen jämfört med 93.3% i kontrollgruppen, vilket ger skillnaden **6.6** procentenheter (se tabell 5).

Medelåldern i de båda grupperna skilde sig åt med 6.8 år vilket kan anses vara en relativt stor skillnad. Sett till antalet boende per lägenhet är överensstämmelsen

grupperna emellan relativt god då skillnaden är 0.1 individer per hushåll. När det gäller könsfördelningen är skillnaderna mellan grupperna 3 %, vilket också kan anses vara acceptabelt. Svarsfrekvensen var hög i båda grupperna, vilket indikerar att resultatet har hög tillförlitlighet.

10.4.4 Vattenläcka 2012-03-07, Borås

Medelåldern i den exponerade gruppen var 47.6 år respektive 43.8 år i den kontrollgruppen, vilket ger en skillnad på **3.8** år. Genomsnitt boende per hushåll i den exponerade gruppen är 2.42 medan motsvarande siffra för kontrollgruppen är 3.08, vilket ger en skillnad på **0.66**. Andelen kvinnor i den exponerade gruppen är 40.6 % vilket är **2.6** procentenheter mer än i kontrollgruppen. Svarsfrekvensen var 80 % i båda grupperna (se tabell 6).

Skillnaden i medelålder är medelstor. Skillnaden i antal boende per hushåll är relativt stor, vilket gör att grupperna ur detta hänseende är mindre jämförbara. Sett till könsfördelning är skillnaden relativt liten, vilket indikerar en god överensstämmelse ur denna aspekt. Svarsfrekvensen var 80 % i båda grupperna vilket ger en hög tillförlitlighet till resultaten av undersökningen, samt studiens mest rättvisande bild sett till fördelningen av svar i de båda grupperna.

10.4.6 Vattenläcka 2012-04-24, Borås

Medelåldern i den exponerade gruppen var 63.4 år respektive 33.6 år i kontrollgruppen, vilket ger en skillnad på **29.8** år. Skillnaden gällande boende per hushåll var **1.62** då snittsiffran i exponerad grupp var 1.38 respektive 3.0 i kontrollgruppen. Andelen kvinnor i den exponerade gruppen är 55.6 % vilket är **17.5** procentenheter mer än i kontrollgruppen, där andelen är 38.1 %. Svarsfrekvens var 86.7 % i den exponerade gruppen respektive 46.7 % i kontrollområdet vilket ger en skillnad i svarsfrekvens på **40** procentenheter (se tabell 7).

Denna sista behandlade vattenläcka ger studiens sämsta resultat sett till tillförlitlighet eftersom svarsfrekvensen var väldigt låg i kontrollgruppen, med hela 40 procentenheters skillnad. Svarsfrekvensen var god i det exponerade området på 86.7 %, medan den endast var 46.7 % i kontrollområdet. Skillnaden i boende per hushåll var stor med 1.62 personer per hushåll, vilket stämmer överens med det faktum att fler individer medverkade i kontrollgruppen än i den exponerade gruppen. Skillnaderna ur det här hänseendet är därmed stora. Andelen kvinnor var mycket större i kontrollgruppen än i den exponerade gruppen, 17.5 procentenheter. Skillnaderna i medelålder är också väldigt stora med nästan 30 år. Dessa två indikatorer påvisar de överlägset största skillnaderna grupperna emellan sett över hela studien. Detta kan orsakas av det faktum att relativt små förändringar inom grupperna får stora genomslag i resultatet då andelen

respondenter är få. Jämbördigheten de båda grupperna emellan är därmed låg. Detta får självklart följder för resultatets tillförlitlighet, som blir avsevärt lägre.

10.4.7 Sammanställning gällande områdenas jämförbarhet

1. Medelålder

Den genomsnittsliga skillnaden i medelålder är 9.1 år, sett till alla behandlade vattenläckor. Om däremot den sista vattenläckan utesluts eftersom den hade den överlägset största skillnaden i medelålder blir resultatet 4.94 år, vilket ger en nästan dubbelt så hög överensstämmelse. Den sista vattenläckan (Borås 2012-04-24) gör alltså resultatet för hela studien missvisande ur denna aspekt. Vattenläcka 1 (Varberg 2012-02-01) hade den överlägset största jämförbarheten för denna indikator med 0.4 års skillnad mellan grupperna.

2. Boende per hushåll

Skillnaden i antal boende per hushåll blir i genomsnitt 0.41 sett till alla vattenläckorna. Även här drar den sista vattenläckan (Borås 2012-04-24) ner noggrannheten, då skillnaden sett till de första fem vattenläckorna var 0.3 boende per hushåll. Vattenläcka 4 (Borås 2012-02-28) hade den minsta skillnaden med 0.1 boende per hushåll, medan vattenläcka 3 (Trollhättan 2012-02-25) hade skillnaden 0.11 boende per hushåll. Skillnaden dem emellan är så liten så att de båda kan anses vara nästan identiska.

3. Könsfördelning

Återigen påverkar den sjätte vattenläckan noggrannheten i överensstämmelse negativt. Den genomsnittsliga skillnaden i könstillhörighet för de första fem vattenläckorna är 2.34 procentenheter, medan den genomsnittsliga skillnaden för hela studien är 4.86 procentenheter. De flesta vattenläckorna har en relativt jämn fördelning mellan könen i kontrollgrupper och exponerade grupper. Vattenläcka 1 (Varberg 2012-02-01) hade återigen den bästa överensstämmelsen med en skillnad i andel kvinnor på endast 0.7 procentenheter. Totalt sett i studien var andelen kvinnor 50.16 %, vilket kan anses vara en jämn fördelning mellan könen.

4. Svarsfrekvens

Vattenläckorna 1 (Varberg 2012-02-01); 4 (Borås 2012-02-28); och 5 (2012-03-07) hade alla en svarsfrekvens som översteg gränsvärdet 70 % i både exponerat område och kontrollområde.

Vattenläckorna 3 (Trollhättan 2012-02-25), 2 (Varberg 2012-02-17) och 6 (Borås 2012-04-24) hade alla minst ett område som understeg 70 % i svarsfrekvens. Därför blir tillförlitligheten för uppmätta resultat mindre. De områden som hade absolut sämst tillförlitlighet är kontrollområdet i Borås på 46.7 %, exponerat

område i Varberg med 53.3%, kontrollområdet i Trollhättan med 60 % samt kontrollområdet i Varberg med 66.7 %.

10.4. 8 Övriga kommentarer kring jämförlighet

Eftersom antalet medverkande överlag är lågt, både till antal hushåll och individer per vattenläcka, är det svårt att kunna dra några riktiga slutsatser eftersom underlaget till studien är begränsat. Även med ovanstående indikatorer i beaktande är det svårt att avgöra huruvida grupperna är jämförbara. Detta eftersom även små skillnader grupperna emellan får stora genomslag på indikatorerna, till exempel rörande andelen kvinnor i respektive grupp. Överensstämmelser grupperna emellan hade varit mer tillförlitliga med fler medverkande.

10.5 Jämbördighet av vattenläckor gällande varaktighet och typ

Den valda uppdelningen inför analyserna var som tidigare poängterats varaktighet samt kompliceringsgrad. Valet gjordes att dels beräkna statistiskt hur individer drabbats av sjukdom med avseende på kompliceringsgrad, dels att synliggöra i diagram hur sjuklighet hos individer och hushåll sett ut vid antagandet att alla läckor är jämförbara gällande varaktighet och typ.

10.5.1 Varaktighet

Eftersom varaktighet är en glidande skala (intervallskala) där den ingående parametern är tid, så är vattenläckor endast strikt jämförbara om tryckfallet varat exakt lika lång tid. Visualisering i diagram har gjorts på så sätt att varaktigheten hos vattenläckorna har satts i relation till andelen sjuka (se figur 40), vilket gör att samtliga vattenläckor kan anses jämförbara ur ett varaktighetsperspektiv.

10.5.2 Typ av vattenläcka

Fem av sex vattenläckor har varit av ett lindrigt slag; den enda vattenläckan i undersökningen som varit svår var den i Trollhättan (2012-02-25). För att möjliggöra beräkningar har även en svår vattenläcka från motsvarande kandidatarbete *'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'* använts som underlag för beräkning. Då denna typ av data (nominaldata) utgör en klassificering, anses alla lindriga läckor vara jämförbara, samt att de båda svåra vattenläckorna kan anses vara jämförbara med varandra. Därefter har beräkningar kunnat utföras.

Det är möjligt att resonera kring uppdelning i lätta och svåra vattenläckor, då alla fall av trycksänkning i distributionssystemet utgör en risk för intrusion och därmed kontaminering. Det är möjligt att alla läckor skulle kunna vara jämförbara, men eftersom inga garantier finns för detta valdes denna uppdelning.

Ett eventuell missvisande resultat kan därmed undvikas, förutsatt att det finns en faktisk skillnad i andelen sjuka individer emellan de båda typerna av läckor.

*

11. Diskussion

I diskussionen kommer utförandet av studien och resultatet av densamma att jämföras och återkopplas till det ursprungliga syftet och de metoder som valts. I detta avsnitt skall det sålunda slås fast hur väl projektet syfte överensstämmer med de faktiska resultat som uppnått. Likväl redogörs för de begränsningar som utgjort hinder eller försvårande för olika delar av projektet att specificeras. Felkällor av vikt diskuteras och utvärderas och anledningar till dessa skall påvisas. Den avslutande delen i diskussionskapitlet kommer att bestå av rekommendationer inför vidare studier inom samma område. Dessa råd skall baseras på reflektioner över de olika momenten i projektet samt de resultat som uppnått och de resultat som av olika anledningar blivit bristfälliga i något avseende.

11.1 Begränsningar

I projektet har underlaget för undersökningen till stor del varit beroende av de läckor som rapporterats från de medverkande kommunerna Varberg, Trollhättan och Borås. Av målet som sattes på nio stycken vattenläckor fördelat på de tre orterna uppnåddes endast sex. Att underlaget reducerats påverkar undersökningens validitet eftersom det medför större osäkerheter i de slutsatser som kan dras. Slumpens inverkan i urvalet blir med stor sannolikhet mindre om urvalet är större. Rimligtvis hade det ur analysynpunkt varit bättre att ha ett ännu högre antal vattenläckor än vad som föreslagits i denna rapport. Det studiebesök som gjordes vid Trollhättan Energi samt Borås Energi och Miljö gav svar på frågor samt en inblick i de vardagliga rutinerna som omger reparationsarbeten vid vattenläckor. Det var emellertid från början planerat att göra liknande besök på VIVAB som ansvarar för områdena Varberg. Anledningen till att studiebesöket i Varberg uteblev berodde som tidigare nämnts på att vår huvudkontakt i Varberg valde att avbryta samarbetet. Det uteblivna studiebesöket gav en försämrad möjlighet till analys av likheter och skillnader mellan de medverkande kommunerna.

I en av de statistiska beräkningarna avgränsades studien av sjukdomsfördelning till vattenläckor som kunde betraktas som jämförbara, vilket gjordes under antagandet att samtliga läckor i kommunerna inte kunde förutsättas vara lika. Med hjälp av tidigare studiers riskbedömning valdes svårighetsgraden på reparationsarbetet som bestämmande faktor. Jämförbarheten hade kunnat bestämmas utefter andra parametrar såsom exempelvis skillnad i höjdläge och närhet till vattenverk vilka diskuterades som möjliga parametrar i ett tidigt skede i studien. Sannolikt hade andra parametrar resulterat i en annan sjukdomsfördelning. Mot denna bakgrund kan det ifrågasättas huruvida det är av betydelse att göra en uppdelning enligt vald definition. En studie som hade sträckt sig över en längre tid och som kan beräkna sjukdomsfördelningen efter

vattenläckor med avseende på fler riskfaktor hade varit intressant. Dessutom hade det varit utav intresse att genomföra beräkningar över sjukdomsfördelning för varje enskild vattenläcka. På så vis möjliggörs en jämförelse av resultat för enskilda vattenläckor med resultat för en sammanställning av samtliga vattenläckor.

11.2 Felkällor samt diskussion kring reliabilitet, begrepps- och resultatvaliditet

I ett projekt av den här omfattningen finns många möjliga felkällor. Viktiga begrepp vid diskussion av felkällor är begreppsvaliditet, resultatvaliditet och reliabilitet. Detta behandlas i diskussionen nedan, men också de möjliga felkällor som kan ha uppstått under studiens gång.

Tillförlitlighet

Vattenläckan i Göteborg 2012-02-06 hade en svarsfrekvens på 45 % för de exponerade hushållen, vilket är den lägsta svarsfrekvensen som finns representerad i studien. En lägre svarsfrekvens ger en lägre statistisk säkerhet i resultaten vilket bör poängteras då denna vattenläcka användes vid statistiska beräkningar i kapitel 8.4. Vattenläckan 2012-04-24 i Borås hade också en låg svarsandel på 48 % för kontrollgruppen. Även den användes vid statistiska beräkningar och illustrerades i diagram i kapitel 8.1, vilket av samma anledning som tidigare bör iaktas.

Urval

Det största problemet vid ett selektivt urval kan tänkas vara val av kontrollområde, vilka har gjorts med avsikten att det skall vara så likt det exponerade området som möjligt. I vissa fall har vi blivit rekommenderade ett kontrollområde av inblandade verksamheter på orten, medan vi i 2 fall fått välja kontrollområde efter egen förmåga och med handledares godkännande. Något som då eftersträvat har varit en liknande bebyggelse, med tanken att sammansättningen av populationen också bör vara liknande. Med hjälp av kartor och satellitbilder avgjordes huruvida dessa områden sett till bebyggelse kunde överensstämma med referensområdet. Detta urval har skett visuellt med hjälp av karttjänsterna Eniro och Google Maps, eftersom ingen möjlighet funnits att besöka alla platserna där vattenläckor skett då avstånden till orterna varit stora. För att kunna bedöma om områdena varit lika varandra har utvärdering skett efter kriterier nämnda i kapitel 6 och 10, där även resonemang kring områdenas kongruens skett. Ingen hänsyn har tagits till faktorer såsom inkomst och åldersfördelning vid val av kontrollområden. Att hitta sådana uppgifter ansåg vi var för krävande i relation till den tid som stått till förfogande, men det kan tänkas ha påverkat resultatet. Befolkningsfördelningen med avseende på antal, ålder,

kön, socialgrupp med mera kan ha blivit missvisande även vid slumpgenerering av hushåll som skulle ingå i studien.

Genomförande av telefonintervjuer

Vid genomföranden av telefonintervjuerna finns en rad möjliga felkällor samt anledningar till att individer inte ville delta i studien. Somliga individer vi var i kontakt med under telefonintervjuerna var äldre och vissa av dessa avböjde deltagande på grund av nedsatt hörsel, eller att budskapet om studiens syfte inte lyckades förmedlas rätt. Missförstånd och eventuella felsägningar är även dessa faktorer som kan ha påverkat resultatet.

Studiebesök

De två studiebesöken som genomfördes tyckte vi var mycket givande och intressanta. Det var lärodomsrikt att få en inblick i de faktiska verksamheter som pågår i de olika orterna, och särskilt intressant var det att få se en lagning av en vattenläcka i Borås.

Vid och efter studiebesöken lyckades inte samtliga frågor som finns bifogade i intervjuformulären besvaras. Informanternas respons var lite olika, men alla hade för avsikt att besvara våra frågor så gott de kunde.

Att Varberg valde att lämna studien i ett relativt tidigt skede var en besvikelse. Detta orsakade dels en förlust av potentiella läckor att inkludera i studien, och dels att studiebesöket i Varberg fick ställas in med relativt kort varsel. En jämförelse av rutiner för läcklagning var därför inte möjlig att genomföra för alla tre orterna, utan fick göras endast med rutiner från Trollhättan Energi samt Borås Energi och Miljö (se kapitel 10.3).

Antaganden i studien

Det gjordes i studien en bedömning av läckornas kompliceringsgrad baserat på vilken reparationsmetod som använts. Reparationsmetoden är en faktor som kan användas för denna klassificering, men är förmodligen inte den enda. Ett bättre mått att observera kan då vara vattenläckans varaktighet som är entydigt bestämd.

Antaganden gjorda rörande till exempel de mått som använts som utvärderingsindikatorer för kontrollområdenas och de exponerade områdenas kongruens som lämpliga faktorer för just utvärdering kan diskuteras. Är det rimligt att säga att två områden är relativt homogena beroende på överensstämmelse gällande faktorerna medelålder, boende per lägenhet samt könsfördelning? Eftersom vi inte hade tillgång till annan information om respondenternas bakgrund, så tyckte vi att dessa indikatorer var de bästa som fanns att tillgå.

Reliabilitet, begrepps- och resultatvaliditet

Vad gäller reliabilitet (frånvaro av slumpmässiga eller osystematiska fel) kan en del nämnas. Faktorer som kan påverka en god reliabilitet är till exempel missförstånd vid telefonintervjuer, misstag gjorda vid överförandet av skriftliga anteckningar under telefonsamtalet till enkäten på datorn, misstag vid behandling av data i Excel samt beräkningsmisstag.

Begreppsvaliditet innebär en frånvaro av systematiska fel, alltså att det man med sitt val av operationaliseringar mäter det man utger sig för att mäta. Operationaliseringen innebär en 'översättning' av teoretiska termer till operationella indikatorer, alltså något som faktiskt går att mäta. En viktig frågeställning vid utvärdering av en studie är 'har verkligen det som skall mätas mätts?' Vid en studie av sjukdomssamband vid exponering för vattenläcka, är det rimligt att ställa de frågor som utvalts? Åsikten som vi har är att det är rimliga frågor som har ställts, men att det självklart finns utrymme för förbättringar. Bland annat hade ytterligare en riskfaktor varit önskvärd att beakta vilket vi märkt under studiens gång, och det är 'utlandsresa'. Vi har haft en eller två respondenter som blivit sjuka vid utlandsresa, och då hade en sådan riskfaktor varit önskvärd att beakta. Mätenheten dricksglas är också något diffus och har vållat frågor hos respondenter; hur mycket menas egentligen med ett dricksglas? Hur stort är ett sådant? Flertalet av de individer vi intervjuade angav mer ospecifikt att de drack "flera" glas dagligen snarare än att ange ett antal.

Resultatvaliditet innebär en sammanvägning av begreppsvaliditet och en god reliabilitet, vilket i praktiken betyder att genom användandet av ett fullgott mätinstrument (begreppsvaliditet) och genom att använda det så noggrant som möjligt (reliabilitet) får ett resultat med hög tillförlitlighet. Vi anser att även om studien dras med vissa mindre problem, särskilt gällande reliabilitet (precis som de flesta genomförda studier), så är resultatvaliditeten ändå god.

11.4 Rekommendationer inför vidare studier

En rekommendation är att utöka studien tidsmässigt samt i omfattning. En längre studie inom detta område hade varit önskvärd.

På grund av kommunikationssvårigheter med medverkande vattendistribuenten är en annan rekommendation att inför eventuellt framtida studier att se till att alla parter är införstådda med studiens upplägg och den tidsåtgång som faktiskt krävs av alla inblandade. Ett genuint intresse för studiens resultat är därmed av vikt.

Att genomföra intervjuerna över telefon upplevdes som en bra metod av studiens samtliga deltagare och rekommenderas även för framtida projekt.

Vi upplevde att studiebesöken uppfyllde sitt syfte och var mycket givande. De gav en matnyttig inblick i VA- branschens arbete och en ökad kännedom om de praktiska rutinerna vid reparationsarbeten, varför vi anser studiebesök vara viktiga även för framtida studier.



12. Slutsatser

1. Kan ett samband mellan vattenläckor och sjukdom påvisas?

Enligt studiens beräkningar och analys så kan inga slutsatser dras rörande eventuella samband mellan vattenläckor och ökad risk för sjukdom. Ur tidsaspekt längre studier rekommenderas för att kunna finna eventuella samband, under förutsättningen att fler vattenläckor då behandlas.

2. Finns det ett samband mellan identifierade riskfaktorer och en förhöjd sjukdomsfrekvens?

Sjukfrekvensen med avseende på olika riskfaktorer är så pass liten att det inte anses möjligt att identifiera samband dessa emellan. Underlaget anses för litet för att en adekvat bedömning ska kunna göras. En tendens till ökad sjuklighet kan ses i hushåll med koppling till förskola.

3. Hur skiljer sig rutiner gällande reparationer vid vattenläckor respektive underhåll åt i de olika kommunerna?

Likheterna överväger skillnaderna. I både Trollhättan och Borås är friläggning av vattenledning standard; klorering utförs vid behov; schaktmassor återanvänds; båda orterna använder loggning som läcksökningsmetod; och bakterieprover tas vid behov.

*

13. Litteraturförteckning

- Kompendium VA- ledningsteknik.* (1995). Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.
- Ann Aschengrau, George R Seage II. (2008). *Essentials of Epidemiology in Public Health.* Mississauga: Jones and Bartlett Publishers.
- Annika Malm & Gilbert Svensson. (2011). *Material och åldersfördelning för Sveriges VA-nät och framtida förnyelsebehov (Rapport 2011-13).* Svenskt Vatten Utveckling.
- Annika Malm, Anders Horstmak, Göran Larsson, Jenny Uusijärvi, André Meyer & Elin Jansson. (2011). *Rörmaterial i svenska VA-ledningar - egenskaper och livslängd (Rapport 2011-14).* Svenskt Vatten Utveckling .
- Annika Malm, Thomas Petterson & Olof Bergstedt. (2010). *Hälsomässiga kvalitetsstörningar i svenska vattenledningsnät.* Göteborg.
- Annika Malm, handledare vid Vatten Miljö Teknik, CTH. Muntlig källa 2012-01-17, 2012-02-09 & 2012-03-20.
- Borås Energi och Miljö. (den 13 02 2012). *Borås dricksvatten.* Hämtat från borasem.se:
http://www.borasem.se/vanstermeny/privat/vattenochavlopp/dricksvattneti_boras.4.3361805b12cab9ac8fe8000897.html
- Borås Stad. (den 13 02 2012). *Kommunalt vatten.* Hämtat från boras.se:
<http://www.boras.se/forvaltningar/miljokontoret/miljokontoret/boende/dricksvatten/kommunaltvatten.4.82f0a312665003f0d800026543.html>
- Cecilia Friis, Hugo Gräsberg, Anna Höglund, Jonas Sjöholm. (2011). *Hälsomässiga risker på vattenledningsnät - En studie av sambandet mellan trycklöst ledningsnät vid reparation av rörbrott och magbesvär hos konsument.* Göteborg: Institutionen för Bygg- och miljöteknik, CTH.
- Evy Gabriell, driftchef Borås Energi och Miljö. Skriftlig källa 2012-03-07 & 2012-03-08.
- Gunther F Craun & Rebecca L Calderon. (2001). Waterborne disease outbreaks caused by distribution system deficiencies. *American Water Works Association.*
- Jörgen Aronsson, rörnätschef Trollhättan Energi. Muntlig källa 2012-03-21

- Karin Nygård, Erik Wahl, Truls Krogh, Odd Atle Tveit, Erik Bøhleng, Aage Tverdal, Preben Aavitsland. (2007). Breaks and maintainance work in the water distribution systems and gastrointestinal illness: a cohort study. *International Journal of Epidemiology*.
- Lars Fred, kontrollant rörnät. Muntlig källa 2012-04-25.
- Lars Sandblom, chef Vattenverket Trollhättan Energi. Muntlig källa 2012-03-21, skriftlig källa 2012-05-04.
- Livsmedelsverket. (den 15 02 2001). *SLVFS 2001:30*. Livsmedelsverket.
- Marie-Claude Besner, Michèle Prévost, Stig Regli. (2010). Assessing the public health risk of microbial intrusion events in distribution systems: Conceptual model, available data, and challenges. *Water Research*.
- Nationalemcyklopedin (Tore Stenström). (den 24 02 2012). *Vattenledning*. Hämtat från ne.se: <http://www.ne.se/lang/vattenledning>
- Nationalencyklopedin (Allan Rodhe). (den 07 02 2012). *Grundvatten*. Hämtat från ne.se: <http://www.ne.se/lang/grundvatten>
- Nationalencyklopedin (Anders Nordström). (den 07 02 2012). *Vattenförsörjning*. Hämtat från ne.se: <http://www.ne.se/lang/vattenförsörjning>
- Nationalencyklopedin (Jörgen Malmquist). (den 07 02 2012). *Dricksvatten*. Hämtat från ne.se: <http://www.ne.se/lang/dricksvatten>
- Nationalencyklopedin (Lars Janzon). (den 24 02 2012). *Epidemiologi*. Hämtat från ne.se: <http://www.ne.se/lang/epidemiologi>
- Nationalencyklopedin (Ragnhild Eklund, Allan Rodhe). (den 07 02 2012). *Grundvatten*. Hämtat från ne.se: <http://www.ne.se/lang/grundvatten>
- Nationalencyklopedin (Torsten Hedberg, Tore Stenström). (den 13 02 2012). *Vattenverk*. Hämtat från ne.se: <http://www.ne.se/lang/vattenverk>
- Nationalencyklopedin. (den 13 02 2012). *Campylobacter*. Hämtat från Ne.se: <http://www.ne.se/lang/campylobacter>
- Nationalencyklopedin. (den 07 02 2012). *Råvatten*. Hämtat från ne.se: <http://www.ne.se/lang/råvatten>
- Nationalencyklopedin. (den 07 02 2012). *Ytvatten*. Hämtat från ne.se: <http://www.ne.se/lang/ytvatten/349245>
- Niklas Rosell, platschef Distribution VIVAB. Skriftlig källa 2012-04-17.

NORVAR. (2005). *Kartlegging av mulig helserisiko for abonnenter berørt av trykkløs vannledning ved arbeid på ledningsnettet*. AL Norsk vann og avløp BA.

Richard Lucasz, driftchef Produktion Vatten Borås Energi och Miljö, skriftlig källa 2012-05-15.

Smittskyddsinstitutet. (den 30 12 2010). *Campylobacterinfektion*. Hämtat från Smittskyddsinstitutet.se:
<http://www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/campylobacterinfektion/>
den 13 02 2012

Smittskyddsinstitutet. (den 30 12 2010). *Giardiainfektion*. Hämtat från Smittskyddsinstitutet.se:
<http://www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/giardiainfektion/> den 13 02 2012

Smittskyddsinstitutet. (den 30 12 2012). *Calicivirus (noro- och sapovirus)*. Hämtat från Smittskyddsinstitutet.se:
<http://www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/calicivirus-noro-och-sapovirus/> den 13 02 2012

Svenskt Vatten. (2008). *Allmänna VA-ledningar - grundutbildning för rörnätspersonal (Publikation U5)*. Svenskt Vatten.

Svenskt Vatten. (den 07 02 2012). *Lagar och föreskrifter*. Hämtat från svensktvatten.se:
<http://www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Dricksvatten/Lagar-och-foreskrifter/> den 07 02 2012

Svenskt Vatten. (den 07 02 2012). *Lagar och föreskrifter/Livsmedelsverket*. Hämtat från svensktvatten.se:
<http://www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Dricksvatten/Lagar-och-foreskrifter/Livsmedelsverket/>

Thor Axel Stenström & Ulrich Szewzyk. (2004). *Mikrobiell tillväxt från råvatten till kran i dricksvattensystem (VA - Forsk rapport Nr 2004-07)*. VA - Forsk.

Torbjörn Lindberg & Roland Lindqvist. (2005). *Riskprofil: Dricksvatten och mikrobiologiska risker (Rapport 28 - 2005)*. Livsmedelsverket.

Trollhättan Energi. (den 07 02 2012). *Så funkar det - vattenverket*. Hämtat från trollhattanenergi.se: <http://www.trollhattanenergi.se/Page.asp?PageId=87>

Ulla Blomqvist. (2010). *Matematisk statistik*. Göteborg: HB Matematiklitteratur.

Ulla Blomqvist, statistiker, CTH. Muntlig källa 2012-01-24, 2012-03-07 & 2012-03-20.

VIVAB. (den 07 02 2012). *Dricksvatten*. Hämtat från vivab.se:
<http://www.vivab.info/vatten/dricksvatten>

VIVAB. (den 13 02 2012). *Dricksvatten från grundvatten*. Hämtat från vivab.se:
<http://www.vivab.info/vatten/dricksvatten/dricksvatten-fran-grundvatten>

VIVAB. (den 13 02 2012). *Dricksvatten från ytvatten*. Hämtat från vivab.se:
<http://www.vivab.info/vatten-avlopp/dricksvatten/dricksvatten-fran-ytvatten>

Bilaga 1. Formulär för telefonintervjuer



**Göteborgs
Stad**

CHALMERS



Hej! Jag heter och ringer angående en forskningsstudie som Chalmers Tekniska Högskola genomför tillsammans med Göteborg Vatten.

Syftet är att undersöka om det finns ett samband mellan arbeten på vattenledningsnätet och eventuell förhöjd sjuklighet. Ditt hushåll har blivit utvalt att delta i undersökningen och det skulle vara jättebra om du kunde svara på ett par frågor. Det tar ca 5 minuter.

Om nej:

Det är viktigt att så många som möjligt svarar för att kunna behålla en hög säkerhet på dricksvattnet inte bara i Göteborg utan även på andra platser. Dina svar är betydelsefulla.

Kan jag återkomma senare ikväll, eller imorgon?

Vill du hellre svara på frågorna på en webenkät? LÄNK+KOD Länk: bit.ly/gbgvatten

Har jag kommit till ... adress... ?

Analysen visar att dricksvattnet i Göteborg är bra och för Göteborg Vatten är det viktigt att behålla en hög säkerhet på dricksvattenkvaliteten. Det har nyligen avslutats ett arbete på vattenledningsnätet i din stadsdel och med anledning av det vill vi ställa några frågor. Dina svar behandlas självklart strikt konfidentiellt.

1. Hur många personer bor i hushållet? _____

med boende menas stadigvarande boende under minst en vecka under de senaste tre veckorna

2. Har ni känt någon ovanlig lukt/smak på vattnet de senaste *tre* veckorna?

☐ Ja ☐ Nej ☐ Minns ej

Om ja, ungefär när _____

3. Har ni i sett någon ovanlig färg/grumlighet på vattnet de senaste *tre* veckorna?

☐ Ja ☐ Nej ☐ Minns ej

Om ja, ungefär när _____

4. Har någon i familjen haft magbesvär såsom kräkning eller diarré de senaste *två* veckorna?

☐ Ja ☐ Nej ☐ Minns ej

Med diarré menas minst 3 lösa avföringar per dygn

5. Finns det barn i hushållet som går på förskola (dags)?

☐ Ja ☐ Nej

6. Finns det vuxna i hushållet som arbetar på förskola (dags)?

☐ Ja ☐ Nej

7. Har ni märkt om arbetet som förekommit i stadsdel har berört just ert hushåll de senaste tre veckorna?

☐ Ja ☐ Nej ☐ Vet ej

8. Har hushållet, så långt ni känner till, mottagit någon information från Göteborg Vatten de senaste *tre* veckorna?

☐ Ja ☐ Nej ☐ Vet ej

Följande frågor gäller både sjuka och friska i Ert hushåll (fyll i en ruta per person, föräldrar fyller i för barn, fler på baksidan, gäller senaste två veckorna)

Person 1	Ålder _____	Kvinna ☐ Man ☐
	Hur mycket kranvatten dricker du hemma? ☐ Flera glas dagligen ☐ Ca ett glas per dag ☐ Mer sällan än dagligen ☐ Inget	Kräkningar och/eller diarré? Kräkning Ja ☐ Nej ☐ Minns ej ☐ Diarré Ja ☐ Nej ☐ Minns ej ☐ Hade du övriga symptom? Ont i magen Ja ☐ Nej ☐ Minns ej ☐ Muskelvärk Ja ☐ Nej ☐ Minns ej ☐ Feber Ja ☐ Nej ☐ Minns ej ☐
	Magbesvär (kräkningar och/eller diarré) Ja ☐ Nej ☐ Minns ej ☐ Första dag med magbesvär ____-____-____ ____ år mån dag Antal dagar med symptom ____ Antal dagar hemma från jobb/skola ____ ____	Lider du av återkommande diarréer eller någon typ av kronisk magtarmsjukdom? Ja ☐ Nej ☐

Har du några övriga frågor eller kommentarer får du gärna kontakta projektledare Annika Malm på Chalmers.

031-772 2129

annika.malm@chalmers.se

Tack för din medverkan!

Bilaga 2. Statistiska beräkningar

Individer

Metod a: Ett konfidensintervall. Visar på eventuell skillnad i sjukdomsfördelning mellan grupperna

Alfa: samtliga läckor ingår, ingen urskiljning

Läcka	Andel sjuka individer [%]	
	Kontrollområde	Berört område
Varberg 2012-02-01	12,5	15,152
Varberg 2012-02-17	16,7	0
Trollhättan 2012-02-25	0	0
Borås 2012-03-07	7,895	3,448
Borås 2012-03-28	2,703	0
Göteborg 2012-02-06	8,696	5,882
Borås 2012-04-24	0	5,556

Område	Tot # individer	#sjuka individer
Kontroll	180	12
Berort	158	8

Skattning sjuka kontroll	0,067
Skattning sjuka exponerat	0,075
Skattning berört-kontroll	0,008
(1-skattning berört)	0,925
(1-skattning kontroll)	0,933
(1-skattning berört)/#berört	0,006
(1-skattning kontroll)/#kontroll	0,005
standardavvikelse	0,216

Konfidensintervall	-0,43963808	0,40757057
---------------------------	-------------	------------

Teckenförklaringar

= Antal individer

(#berört = antal individer i berört områder)

Skattning sjuka berört= $\bar{x}$

Skattning sjuka kontroll = $\bar{y}$

$$\text{standardavvikelse} = \sqrt{\frac{\bar{x}(1-\bar{x})}{n} + \frac{\bar{y}(1-\bar{y})}{m}}$$

$$\text{konfidensintervall} = \bar{x} - \bar{y} \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{\bar{x}(1-\bar{x})}{n} + \frac{\bar{y}(1-\bar{y})}{m}}$$

Individer		
Metod b: Två olika intervall, visar på gruppernas respektive sjukdomsfördelning		
Alfa: Samtliga läckor, ingen urskiljning		

Läcka	Svarsfrekvens kontroll [%]	Svarsfrekvens berört [%]
Varberg 2012-02-01	12,5	15,152
Varberg 2012-02-17	16,667	0
Trollhättan 2012-02-25	0	0
Borås 2012-03-07	7,895	3,448
Borås 2012-03-28	2,703	0
Göteborg 2012-02-06	8,696	5,882
Borås 2012-04-24	0	5,556

Område	Tot # individer	#sjuka individer
Kontroll	180	12
Berört	158	8

Skattning kontroll	0,067
Skattning berört	0,051
(1-skattning berört)	0,949
(1-skattning kontroll)	0,933
(1-skattning berört)/# berört	0,006
(1-skattning kontroll)/# kontroll	0,005
standardavvikelse kontroll	0,019
standardavvikelse berört	0,017

Teckenförklaringar

= Antal individer
 (#berört = antal individer i berört område o.s.v)
 Skattning berört= $\bar{x}$
 Skattning kontroll = $\bar{y}$

$$\text{"standardavvikelse berört"} = \sqrt{\frac{\bar{x}(1-\bar{x})}{n}}$$

$$\text{konfidensintervall berört} = \bar{x} \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{\bar{x}(1-\bar{x})}{n}}$$

$$\text{"standardavvikelse kontroll"} = \sqrt{\frac{\bar{y}(1-\bar{y})}{m}}$$

$$\text{konfidensintervall kontroll} = \bar{y} \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{\bar{y}(1-\bar{y})}{m}}$$

Individer

Metod a: Ett konfidensintervall för jämförbara läckor. Visar eventuell skillnad i sjukdomsfördelning mellan kontroll respektive berört område

Beta: Urskiljning mellan svåra och lindriga läckor

Lindrig Läcka	Svarsfrekvens kontroll [%]	Svarsfrekvens berört område [%]
Varberg 2012-02-01	12,5	15,152
Varberg 2012-02-17	16,667	0
Borås 2012-03-28	7,895	3,448
Borås 2012-03-07	2,703	0
Borås 2012-04-24	0	5,556
Svår läcka		
Trollhättan 2012-02-25	0	0
Göteborg 2012-02-06	8,696	5,882

Antal	Lindrig kontroll	Lindrig berörd	Svår kontroll	Svår berörd
#sjuka	10	7	2	1
#totalt	138	125	42	33
#sjuka/#totalt	0,072463768	0,056	0,047619048	0,03030303
(1-skattning)	0,927536232	0,944	0,952380952	0,96969697
(1-skattning)/#totalt	0,092753623	0,134857143	0,476190476	0,96969697

standardavvikelse lindrig	0,119470821
standardavvikelse svår	0,228167687

	Lindrig läcka	Svår läcka
Skattning (berörd - kontroll)	-0,016	-0,017
Konfidensintervall lindrig	-0,251	0,218
Konfidensintervall svår	-0,465	0,430

Teckenförklaringar

= Antal hushåll

#sjuka/#totalt = skattning sjuka hushåll

Skattning lindrig berört = $\bar{x}_1$

Skattning lindrig svårt = $\bar{x}_2$

Skattning lindrig kontroll = $\bar{y}_1$

Skattning svår kontroll = $\bar{y}_2$

Skattning (berörd - kontroll) = $\bar{x} - \bar{y}$

$$\text{standardavvikelse lindrig} = \sqrt{\frac{\bar{y}_1 (1 - \bar{y}_1)}{m} + \frac{\bar{x}_1 (1 - \bar{x}_1)}{n}}$$

$$\text{standardavvikelse svår} = \sqrt{\frac{\bar{y}_2 (1 - \bar{y}_2)}{m} + \frac{\bar{x}_2 (1 - \bar{x}_2)}{n}}$$

$$\text{Konfidensintervall lindrig} = \bar{x}_1 - \bar{y}_1 \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{\bar{y}_1(1-\bar{y}_1)}{m} + \frac{\bar{x}_1(1-\bar{x}_1)}{n}}$$

$$\text{Konfidensintervall svår} = \bar{x}_2 - \bar{y}_2 \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{\bar{y}_2(1-\bar{y}_2)}{m} + \frac{\bar{x}_2(1-\bar{x}_2)}{n}}$$

Individer		
Metod b: Fyra olika intervall, visar på gruppernas respektive sjukdomsfördelning		
Beta: Urskiljning mellan svåra och lindriga läckor samt kontroll och berört område		

Läcka	Svarsfrekvens kontroll [%]	Svarsfrekvens berört område [%]
Varberg 2012-02-01	12,5	15,152
Varberg 2012-02-17	16,667	0
Borås 2012-03-28	7,895	3,448
Borås 2012-03-07	2,703	0
Borås 2012-04-24	0	5,556
Svår läcka		
Trollhättan 2012-02-25	0	0
Göteborg 2012-02-06	8,696	5,882

Antal	Lindrig kontroll	Lindrig berörd	Svår kontroll	Svår berörd
#sjuka	10	7	2	1
#totalt	138	125	42	33
#sjuka/#totalt	0,072463768	0,056	0,047619048	0,03030303
(1-skattning)	0,927536232	0,944	0,952380952	0,96969697
(1-skattning)/#totalt	0,092753623	0,134857143	0,476190476	0,96969697
standardavvikelsen	0,081983395	0,086902244	0,15058465	0,171419826

Konfidensintervall svår kontroll	-0,248	0,343
Konfidensintervall svår berörd	-0,306	0,366
Konfidensintervall lindrig kontroll	-0,0882	0,2332
Konfidensintervall lindrig berörd	-0,1143	0,2263
Justering konfidensintervall		
Konfidensintervall svår kontroll	0	0,3428
Konfidensintervall svår berörd	0	0,366
Konfidensintervall lindrig kontroll	0	0,233
Konfidensintervall lindrig berörd	0	0,226

Teckenförklaringar

= Antal

#sjuka/#totalt = skattning sjuka hushåll

standardavvikelsen = $\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

konfidensintervall = $\bar{p} \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

Deltagande hushåll

Hushåll					
Metod a: Ett konfidensintervall som visar på eventuell skillnad i sjukdomsfördelning mellan grupperna					
Alfa: samtliga läckor ingår					

Läcka	Kontrollområde [%]	Berört område [%]
Varberg 2012-02-01	18,182	15,385
Varberg 2012-02-17	20	0
Trollhättan 2012-02-25	0	0
Borås 2012-03-07	16,667	8,333
Borås 2012-02-28	0	0
Göteborg 2012-02-06	12,5	11,111
Borås 2012-04-24	0	7,692

Område	Tot. # deltagande hushåll	#sjuka hushåll
Kontroll	79	8
Berört	80	5

Skattning sjuka kontroll	0,101
Skattning sjuka exponerat	0,063
Skattning berört-kontroll	-0,039
(1-skattning berört)	0,938
(1-skattning kontroll)	0,899
(1-skattning kontroll)/#kontroll	0,011
(1-skattning berört)/#berört	0,012
standardavvikelse	0,043

Teckenförklaringar

= Antal

Skattning sjuka berört = $\bar{x}$

Skattning sjuka kontroll = $\bar{y}$

$$\text{standardavvikelse} = \sqrt{\frac{\bar{x}(1-\bar{x})}{n} + \frac{\bar{y}(1-\bar{y})}{m}}$$

$$\text{konfidensintervall} = \bar{x} - \bar{y} \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{\bar{x}(1-\bar{x})}{n} + \frac{\bar{y}(1-\bar{y})}{m}}$$

Hushåll		
Metod b: Två konfidensintervall. Visar på gruppernas respektive sjukdomsfördelning		
Alfa: samtliga läckor ingår		

Sjukfrekvens deltagande hushåll		
Läcka	Kontrollområde [%]	Berört område [%]
Varberg 2012-02-01	18,182	15,385
Varberg 2012-02-17	20	0
Trollhättan 2012-02-25	0	0
Borås 2012-03-07	16,667	8,333
Borås 2012-03-28	0	0
Göteborg 2012-02-06	12,5	11,111
Borås 2012-04-24	0	7,692

Område	Tot. # deltagande hushåll	#sjuka hushåll
Kontroll	79	8
Berört	80	5

Skattning kontroll	0,101
Skattning berört	0,063
(1-skattning berört)	0,938
(1-skattning kontroll)	0,899
(1-skattning berört)/# berört	0,012
(1-skattning kontroll) /# kontroll	0,011
standardavvikelse kontroll	0,034
standardavvikelse berört	0,027

Teckenförklaringar

= Antal

Skattning berört= $\bar{x}$

Skattning kontroll = $\bar{y}$

"funktion berört" = $\sqrt{\frac{\bar{x}(1-\bar{x})}{n}}$

konfidensintervall berört = $\bar{x} \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{\bar{x}(1-\bar{x})}{n}}$

"funktion kontroll" = $\sqrt{\frac{\bar{y}(1-\bar{y})}{m}}$

konfidensintervall kontroll"= $\bar{y} \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{\bar{y}(1-\bar{y})}{m}}$

Metod a: Ett konfidensintervall för jämförbara läckor. Visar på eventuell skillnad i sjukdomsfördelning mellan grupper

Beta: Urskiljning mellan svåra och lätta läckor

Sjukfrekvens deltagande hushåll		
Lindrig Läck	Kontrollområde [%]	Berört område [%]
Varberg 2012-02-01	18,182	15,385
Varberg 2012-02-17	20	0
Borås 2012-03-07	16,667	8,333
Borås 2012-03-28	0	0
Borås 2012-04-24	0	7,692

Svår Läck		
Trollhättan 2012-02-25	0	0
Göteborg 2012-02-06	12,5	11,111

Antal	Lindrig kontroll	Lindrig berörd	Svår kontroll	Svår berörd
#sjuka	6	4	2	1
#totalt	54	59	25	21
#sjuka/#totalt	0,111	0,068	0,08	0,048
(1-skattning sjuka)	0,889	0,932	0,92	0,952
(1-skattning sjuka)/#tot	0,0165	0,0158	0,037	0,045

standardavvikelse lindrig	0,053853318
standardavvikelse svår	0,071439443

	Lindrig läcka	Svår läcka
Skattning (berörd -kontroll)	-0,043	-0,032
Konfidensintervall lindrig	-0,149	0,062
Konfidensintervall svår	-0,172	0,108

Teckenförklaringar

= Antal hushåll

#sjuka/#totalt = skattning sjuka hushåll

Skattning lindrig berört = $\bar{x}_1$

Skattning lindrig svårt = $\bar{x}_2$

Skattning lindrig kontroll = $\bar{y}_1$

Skattning svår kontroll = $\bar{y}_2$

Skattning (berörd - kontroll) = $\bar{x} - \bar{y}$

standardavvikelse lindrig = $\sqrt{\frac{\bar{y}_1(1-\bar{y}_1)}{m} + \frac{\bar{x}_1(1-\bar{x}_1)}{n}}$

$$\text{standardavvikelse svår} = \sqrt{\frac{\bar{y}_2(1-\bar{y}_2)}{m} + \frac{\bar{x}_2(1-\bar{x}_2)}{n}}$$

$$\text{Konfidensintervall lindrig} = \bar{x}_1 - \bar{y}_1 \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{\bar{y}_1(1-\bar{y}_1)}{m} + \frac{\bar{x}_1(1-\bar{x}_1)}{n}}$$

$$\text{Konfidensintervall svår} = \bar{x}_2 - \bar{y}_2 \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{\bar{y}_2(1-\bar{y}_2)}{m} + \frac{\bar{x}_2(1-\bar{x}_2)}{n}}$$

Hushåll		
Metod b: Fyra olika konfidensintervall. Visar gruppernas respektive sjukdomsfördelning		
Beta: Urskiljning mellan svåra och lindriga läckor		

Sjukfrekvens deltagande hushåll		
Lindrig Läckage	Kontrollområde [%]	Berört område [%]
Varberg 2012-02-01	18,182	15,385
Varberg 2012-02-17	20	0
Borås 2012-03-07	16,667	8,333
Borås 2012-03-28	0	0
Borås 2012-04-24	0	7,692

Svår Läckage		
Trollhättan 2012-02-25	0	0
Göteborg 2012-02-06	12,5	11,111

Antal	Lindrig kontroll	Lindrig berörd	Svår kontroll	Svår berörd
#sjuka	6	4	2	1
#totalt	54	59	25	21
#sjuka/#totalt	0,111	0,068	0,080	0,048
(1-skattning)	0,889	0,932	0,920	0,952
(1-skattning)/#totalt	0,016	0,016	0,037	0,045
standardavvikelse	0,043	0,033	0,054	0,046

Konfidensintervall svår kontroll	-0,026	0,154
Konfidensintervall svår berörd	-0,043	0,139
Konfidensintervall lindrig kontroll	0,027	0,195
Konfidensintervall lindrig berörd	0,004	0,132

Justering konfidensintervall för svåra vattenläckor

Konfidensintervall svår kontroll	0,000	0,154
Konfidensintervall svår exponerad	0,000	0,139

Teckenförklaringar

= Antal

#sjuka/#totalt = skattning sjuka hushåll

$$\text{standardavvikelse} = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$\text{Konfidensintervall} = \bar{p} \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Bortfallsanalys

Enligt beräkningsmetod (a)

Område	# Bortfall hushåll	Total # kontaktade husåll
Kontrl	31	1
Brört	30	110

Bortfall	Antagande om sjukdom	Antagande ej sjukdom
Skattning kontroll	0,282	0,71818
Skttning berört	0,273	0,72727
(1-skattning berört)	0,727	0,27273
(1-skattning kontroll)	0,718	0,28182
(1-skattning berört)/# berört	0,007	0,00248
(1-skattning kontroll) /# kontroll	0,007	0,00256
Skattning(berörd - kontroll)	-0,009	0,00909
Standardavvikelse	0,060358	0,060358

Konfidensintervall sjuka	-0,069	0,06945
--------------------------	--------	---------

Teckenförklaringar

= Antal

Skattning sjuka berört= $\bar{x}$

Skattning sjuka kontroll = $\bar{y}$

$$\text{Standardavvikelse} = \sqrt{\frac{\bar{x}(1-\bar{x})}{n} + \frac{\bar{y}(1-\bar{y})}{m}}$$

$$\text{Konfidensintervall sjuka} = \bar{x} - \bar{y} \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{\bar{x}(1-\bar{x})}{n} + \frac{\bar{y}(1-\bar{y})}{m}}$$

Bortfallsanalys

Enligt beräkningsmetod (b)

Område	# Bortfall hushåll	Total # kontaktade hushåll
Kontroll	31	110
Berört	30	110

Bortfall	Antagande om sjukdom	Antagande ej sjukdom
Skattning kontroll	0,282	0,718
Skattning berört	0,273	0,727
(1-skattning berört)	0,727	0,273
(1-skattning kontroll)	0,718	0,282
(1-skattning berört)/# berört	0,007	0,002
(1-skattning kontroll) /# kontroll	0,007	0,003
Skattning(berörd -kontroll)	-0,009	0,009
Standardavvikelse berört	0,042	0,042
Standardavvikelse kontroll	0,043	0,043

Konfidensintervall berört sjuka	0,189	0,356
Konfidensintervall berört ej sjuka	0,644	0,811

Konfidensintervall kontroll sjuka	0,198	0,366
Konfidensintervall kontroll ej sjuka	0,634	0,802

Konfidensintervall berört sjuka	0,189498658	0,355955887
Konfidensintervall kontroll sjuka	0,197744235	0,365892129

Konfidensintervall berört ej sjuka	0,644044113	0,810501342
Konfidensintervall kontroll ej sjuka	0,634107871	0,802255765

Teckenförklaringar

= Antal hushåll

#sjuka/#totalt = skattning sjuka/ickes sjuka hushåll

$$\text{Standardavvikelse} = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$\text{Konfidensintervall} = \bar{p} \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Bilaga 3. Medverkande hushåll

1. Hushållets unika numrering i undersökningen där **E** motsvarar exponerade områden och **K** motsvarar kontrollområden, och den första siffran indikerar vilken vattenläcka som behandlas.
2. Hur många individer är stadigvarande boende på adressen?
3. Har boende känt någon ovanlig lukt eller smak på vattnet de senaste 3 veckorna? Om ja, i så fall när?
4. Har boende sett någon ovanlig färg eller grumlighet på vattnet de senaste 3 veckorna? Om ja, i så fall när?
5. Har någon i familjen haft magbesvär såsom kräkning (**K**) *eller* diarré (**D**) de senaste 2 veckorna? Om ja, i så fall när?
6. Finns det barn eller vuxna som har kontakt med förskola?
7. Om boende märkt ifall arbetet som förekommit i närområdet har berört hushållet de senaste 3 veckorna
8. Om hushållet mottagit någon information från lokal vattendistributör de senaste 3 veckorna
9. Övriga kommentarer

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. E01	–	–	–	–	–	–	–	Ville ej delta, ej intresserad
1. E02	2	Nej	Nej	Ja (ca 1/2)	Nej	Ja	Ja	Information via internet
1. E03	4	Nej	Nej	Ja (1/2)	Barn	Ja	Nej	
1. E04	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
1. E05	2	Nej	Nej	Nej	Vuxen	Nej	Nej	
1. E06	6	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
1. E07	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
1. E08	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Fått information men ej läst
1. E09	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	Information via internet
1. E10	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
1. E11	–	–	–	–	–	–	–	Ville ej delta, ej intresserad
1. E12	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
1. E13	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
1. E14	4	Nej	Ja (1/2)	Nej	Nej	Ja	Nej	Ovanlig färg/grumlighet efter avstängning
1. E15	3	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
1. K01	3	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
1. K02	–	–	–	–	–	–	–	Ville ej delta, skulle precis iväg
1. K03	–	–	–	–	–	–	–	Ville ej delta, ej intresserad
1. K04	3	Nej	Nej	Ja (5/2)	Barn & vuxen	Nej	Nej	
1. K05	3	Nej	Nej	Nej	Barn	Nej	Nej	
1. K06	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	
1. K07	4	Nej	Ja (10/2)	Ja (10/2)	Nej	Nej	Nej	
1. K08	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
1. K09	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
1. K10	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
1. K11	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
1. K12	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
1. K13	4	Nej	Nej	Nej	Barn	Nej	Nej	
1. K14	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
1. K15	–	–	–	–	–	–	–	Ville ej delta, förstod ej frågorna

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2. E01	–	–	–	–	–	–	–	Ville ej delta, skulle precis iväg
2. E02	1	Nej	Ja (15/2)	Nej	Nej	Nej	Nej	Vattnet avstängt
2. E03	–	–	–	–	–	–	–	Ej representativ för undersökningen p.g.a utlandsresa
2. E04	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	Vattnet avstängt
2. E05	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
2. E06	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
2. E07	–	–	–	–	–	–	–	Ej representativ för undersökningen p.g.a ej stadigvarande boende på adressen
2. E08	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
2. E09	4	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
2. E10	1	Nej	Ja (17/2)	Nej	Nej	Ja	Nej	
2. E11	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
2. E12	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
2. E13	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	Vattnet avstängt
2. E14	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	Vatten avstängt
2. E15	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
2. K01	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
2. K02	2	Nej	Nej	Nej	Vuxen	Nej	Nej	
2. K03	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
2. K04	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Vet ej	Boende lite osäkra på om de fått information med posten
2. K05	–	–	–	–	–	–	–	Ej representativ för undersökningen p.g.a ej stadigvarande boende på adressen
2. K06	–	–	–	–	–	–	–	Ville ej medverka
2. K07	2	Nej	Nej	Ja (19/2)	Nej	Ja	Nej	
2. K08	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
2. K09	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2. K10	–	–	–	–	Nej	–	–	Ej kontakt
2. K11	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
2. K12	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
2. K13	2	Nej	Ja (25/2)	Ja (ca 25/2)	Nej	Nej	Nej	Båda personerna i hushållet hade känt sig hängiga
2. K14	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
2. K15	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
3. E01	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	Vattnet avstängt
3. E02	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
3. E03	3	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
3. E04	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
3. E05	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	Vattnet avstängt
3. E06	1	Ja (28/2)	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
3. E07	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
3. E08	4	Nej	Ja (minns ej när)	Nej	Nej	Ja	Nej	
3. E09	1	Nej	Nej	Nej	Vuxen	Nej	Nej	
3. E10	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
3. E11	–	–	–	–	–	–	–	Ville ej medverka
3. E12	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
3. E13	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
3. E14	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
3. E15	1	Ja (25/2)	Ja (25/2)	Nej	Nej	Nej	Nej	
3. K01	–	–	–	–	–	–	–	
3. K02	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
3. K03	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
3. K04	–	–	–	–	–	–	–	Ville ej medverka
3. K05	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
3. K06	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
3. K07	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
3. K08	–	–	–	–	–	–	–	Ville ej medverka
3. K09	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
3. K10	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
3. K11	3	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	
3. K12	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	
3. K13	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
3. K14	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3. K15	3	Nej	Nej	Nej	Barn	Ja	Ja	
4. E01	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. E02	2	Ja (7/3)	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	Vattnet avstängt
4. E03	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. E04	–	–	–	–	–	–	–	Ville ej medverka, har redan varit med i många studier
4. E05	4	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	Hushållet hade sett arbetet utföras i gatan utanför
4. E06	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. E07	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
4. E08	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	Vattnet avstängt
4. E09	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	Vattnet avstängt
4. E10	3	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
4. E11	4	Nej	Ja (3/1)	Nej	Nej	Vet ej	Nej	
4. E12	2	Ja (3/3)	Ja (3/3)	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. E13	5	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. E14	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. E15	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. K01	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. K02	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. K03	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. K04	3	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. K05	4	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. K06	3	Nej	Nej	Nej	Vuxen	Nej	Nej	
4. K07	4	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. K08	5	Nej	Ja (ca 26/2)	Nej	Barn	Nej	Nej	
4. K09	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. K10	4	Nej	Nej	Nej	Barn	Nej	Nej	
4. K11	2	Nej	Nej	Nej	Vuxen	Nej	Nej	
4. K12	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. K13	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
4. K14	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
4. K15	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
5. E01	3	Nej	Ja (3/1)	Nej	Nej	Ja	Nej	
5. E02	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
5. E03	4	Nej	Nej	Nej	Barn	Nej	Nej	
5. E04	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5. E05	–	–	–	–	–	–	–	
5. E06	2	Nej	Ja (7/3)	Ja (16/3)	Nej	Ja	Ja	
5. E07	–	–	–	–	–	–	–	
5. E08	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
5. E09	6	Nej	Nej	Nej	Barn	Ja	Nej	
5. E10	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
5. E11	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
5. E12	3	Nej	Ja (minns ej när)	Nej	Vuxen	Ja	Nej	
5. E13	3	Nej	Nej	Nej	Barn	Nej	Nej	
5. E14	–	–	–	–	–	–	–	
5. E15	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
5. K01	–	–	–	–	–	–	–	
5. K02	6	Ja (minns ej när)	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
5. K03	–	–	–	–	–	–	–	
5. K04	2	Nej	Nej	Ja (5/3)	Nej	Nej	Nej	
5. K05	3	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
5. K06	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
5. K07	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
5. K08	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
5. K09	3	Nej	Nej	Ja (5/3)	Barn	Nej	Nej	
5. K10	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
5. K11	4	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
5. K12	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
5. K13	5	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
5. K14	4	Nej	Nej	Nej	Barn	Nej	Nej	
5. K15	4	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
6. E01	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	
6. E02	2	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	
6. E03	2	Nej	Ja (24/4)	Nej	Vuxen	Ja	Ja	Information sattes upp i trapphus
6. E04	2	Nej	Ja (24/4)	Nej	Nej	Ja	Nej	Såg inslag av sand/jord i vattnet
6. E05	–	–	–	–	–	–	–	Ej kontakt
6. E06	2	Nej	Ja (minns ej när)	Nej	Nej	Ja	Nej	
6. E07	1	Ja	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	
6. E08	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	
6. E09	1	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	

[illegible]

Bilaga 4. Medverkande individer

1. Individens unika numrering i undersökningen där **E** motsvarar exponerade områden och **K** motsvarar kontrollområden, och den första siffran indikerar vilken vattenläcka som behandlas
2. Individens ålder
3. Individens kön: kvinna (**K**) eller man (**M**)
4. Konsumtion ej upphettat kranvatten i hemmet dagligen: Flera glas dagligen (**Flera**), cirka ett glas dagligen (**Ca ett**), mer sällan än dagligen (**Sällan**) eller inget alls (**Inget**)
5. Magbesvär de senaste två veckorna. Om ja, när?
6. Antal dagar med symptom
7. Antal dagar hemma från jobb, skola eller förskola
8. Kräkningar (**K**) eller diarré (**D**)
9. Övriga symptom: magont (**O**), muskelvärk (**M**) eller feber (**F**)
10. Har återkommande diarréer eller kronisk mag- tarmsjukdom

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. E01	52	M	Sällan	Nej	–	–	–	–	–
1. E02	53	K	Flera	Ja (2/2)	1	0	D	Nej	Nej
1. E03	38	K	Flera	Ja (5/2)	4	0	K & D	O & M	Nej
1. E04	39	M	Ca ett	Ja (8/2)	2	0	K	O & F	Nej
1. E05	4	K	Ca ett	Ja (6/2)	2	2	K	O	Nej
1. E06	2	K	Ca ett	Ja (2/2)	5	6	K & D	O	Nej
1. E07	63	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E08	63	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E09	61	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E10	66	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E11	40	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E12	45	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E13	12	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E14	17	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E15	10	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E16	9	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E17	60	M	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
1. E18	59	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E19	64	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E20	63	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E21	63	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E22	70	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E23	65	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E24	72	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E25	61	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E26	62	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E27	42	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E28	49	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E29	13	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E30	15	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E31	30	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E32	28	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. E33	9 mån.	M	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
1. K01	50	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K02	32	M	Flera	Ja (5/2)	9	0	D	O	Nej
1. K03	30	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K04	4	K	Ca ett	Ja (12/2)	2	1	D	O	Nej
1. K05	37	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K06	14	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K07	4	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K08	88	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K09	43	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. K10	42	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K11	19	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K12	16	M	Flera	Ja (10/2)	2	1	D	O	Ja
1. K13	71	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K14	77	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K15	71	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K16	74	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K17	60	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K18	62	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K19	37	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K20	36	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K21	6	K	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
1. K22	2	M	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
1. K23	64	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1. K24	64	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. E01	34	M	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
2. E02	85	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. E03	63	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. E04	45	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. E05	46	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. E06	18	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. E07	15	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. E08	81	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. E09	55	K	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
2. E10	59	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. E11	80	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. E12	65	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. K01	72	M	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
2. K02	67	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. K03	57	K	Sällan	Nej	–	–	–	–	–
2. K04	21	K	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
2. K05	80	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. K06	51	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. K07	49	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. K08	69	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. K09	74	M	Flera	Ja (19/2)	5	0	D	Nej	Nej
2. K10	60	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. K11	59	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. K12	81	M	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
2. K13	78	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. K14	68	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
2. K15	72	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. K16	64	M	Flera	Ja (25/2)	3 hittills	0	D	Nej	Nej
2. K17	61	K	Flera	Ja (26/2)	2	0	D	Nej	Nej
2. K18	53	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E01	68	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E02	37	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E03	43	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E04	11 mån.	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E05	31	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E06	28	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E07	37	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E08	45	K	Flera	Ja (hela tiden)	Länge	0	D	O	Ja
3. E09	19	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E10	20	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E11	50	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E12	25	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E13	62	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E14	62	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E15	73	M	Inget	Nej	–	–	–	–	–
3. E16	23	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E17	46	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E18	50	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E19	50	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. E20	37	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. K01	21	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. K02	75	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. K03	57	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. K04	63	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. K05	30	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. K06	33	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. K07	48	M	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
3. K08	22	M	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
3. K09	44	K	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
3. K10	68	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. K11	65	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. K12	63	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. K13	63	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. K14	34	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. K15	30	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
3. K16	2	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4. E01	70	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E02	69	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–

4. E03	63	K	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
4. E04	61	M	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
4. E05	79	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E06	70	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E07	57	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E08	47	K	Sällan	Nej	–	–	–	–	–
4. E09	19	K	Sällan	Nej	–	–	–	–	–
4. E10	14	M	Sällan	Nej	–	–	–	–	–
4. E11	66	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E12	58	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E13	67	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E14	61	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E15	66	K	Sällan	Nej	–	–	–	–	–
4. E16	71	M	Sällan	Nej	–	–	–	–	–
4. E17	50	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E18	52	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E19	21	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E20	48	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E21	48	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E22	13	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E23	13	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E24	74	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E25	70	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E26	16	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E27	22	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E28	20	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E29	45	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E30	32	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E31	72	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E32	72	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. E33	66	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K01	75	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K02	78	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K03	84	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K04	81	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K05	49	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K06	50	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K07	49	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K08	47	M	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
4. K09	19	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K10	45	K	Sällan	Nej	–	–	–	–	–
4. K11	47	M	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
4. K12	19	M	Sällan	Nej	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4. K13	16	K	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
4. K14	54	K	Sällan	Ja (ca 4/3)	3	0	D	O & M	Ja
4. K15	55	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K16	21	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K17	12	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K18	11	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K19	37	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K20	37	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K21	36	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K22	4	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K23	2	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K24	2	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K25	37	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K26	74	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K27	87	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K28	39	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K29	6	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K30	8	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K31	43	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K32	57	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K33	57	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K34	76	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K35	68	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K36	73	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
4. K37	67	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E01	39	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E02	11	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E03	9	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E04	77	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E05	69	K	Inget	Nej	–	–	–	–	–
5. E06	37	K	Sällan	Nej	–	–	–	–	–
5. E07	40	M	Sällan	Nej	–	–	–	–	–
5. E08	9	M	Sällan	Nej	–	–	–	–	–
5. E09	5	M	Sällan	Nej	–	–	–	–	–
5. E10	65	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E11	62	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E12	71	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E13	71	K	Flera	Ja (16/3)	1	0	Nej	O	Nej
5. E14	82	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E15	82	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E16	18	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E17	38	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. E18	43	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E19	4	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E20	12	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E21	14	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E22	67	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E23	65	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E24	70	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E25	77	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E26	51	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E27	51	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E28	25	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E29	34	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E30	29	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. E31	3 mån.	K	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
5. E32	54	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K01	17	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K02	19	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K03	20	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K04	22	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K05	52	M	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
5. K06	48	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K07	81	M	Flera	Ja (7/3)	12	0	D	M	Nej
5. K08	82	K	Flera	Ja (7/3)	4	0	K & D	M	Nej
5. K09	47	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K10	20	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K11	20	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K12	92	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K13	82	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K14	71	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K15	76	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K16	38	M	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
5. K17	37	K	Sällan	Ja (ca 8/3)	7	0	D	O	Nej
5. K18	4	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K19	16	K	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
5. K20	47	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K21	41	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K22	16	K	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
5. K23	81	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K24	79	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K25	25	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K26	22	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K27	21	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. K28	49	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K29	49	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K30	38	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K31	38	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K32	6	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K33	7	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K34	54	K	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K35	53	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K36	19	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
5. K37	14	M	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. E01	78	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. E02	75	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. E03	72	Kvinna	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. E04	24	Kvinna	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. E05	27	Man	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
6. E06	82	Kvinna	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. E07	87	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. E08	61	Man	Inget	Nej	–	–	–	–	–
6. E09	60	Kvinna	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. E10	63	Kvinna	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. E11	65	Kvinna	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. E12	74	Kvinna	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. E13	68	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. E14	69	Kvinna	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. E15	65	Kvinna	Flera	Ja (1/5)	2	0	D	M & F	Nej
6. E16	65	Man	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
6. E17	70	Kvinna	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. E18	37	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K01	75	Kvinna	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K02	37	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K03	25	Kvinna	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
6. K04	2	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K05	8 mån.	Kvinna	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
6. K06	22	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K07	60	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K08	60	Kvinna	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K09	23	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K10	25	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K11	22	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K12	44	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K13	46	Kvinna	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K14	17	Kvinna	Flera	Nej	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6. K15	16	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K16	78	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K17	75	Kvinna	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K18	33	Man	Flera	Nej	–	–	–	–	–
6. K19	10	Man	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
6. K20	8	Man	Ca ett	Nej	–	–	–	–	–
6. K21	27	Kvinna	Flera	Nej	–	–	–	–	–

Bilaga 5. Intervjufrågor till arbetsledare rörande läcklagning

1. Vad för typ av vattenläcka?
2. Vilken typ av ledning?
3. Vad var ledningen gjord av?
4. Vad var det för material i schakten?
5. Frilades ledningen? Om ja, hur djupt under?
6. Hur schaktade man?
7. När stängs ventilerna? Innan schakt eller när man schaktat och frilagt?
8. Användes dräneringspump?
9. Vart gjorde man av schaktmassorna?
10. Hur såg vattenläckan ut? Korrosion, rörbrott?
11. Vad reparerades vattenläckan med?
12. Vad var det för typ av lagning som gjordes?
13. Hur gick man till väga när ventilerna öppnades igen?
14. Vad återfyllde man med för material?
15. Hur återfyllde man?
16. Lagade man vattenläckan under tryck?
17. Klorerade man efteråt?
18. Spolade man?
19. Togs vattenprover för vidare analys?
20. Pratade man något om vikten av att undvika kontaminering? Hygien?
21. Är det sannolikt att kontaminering förekom?
22. Hur länge var vattnet avstängt?
23. Övriga upplysningar – var det något särskilt vid lagningen av just denna vattenläcka?

Bilaga 6. Intervjufrågor kring allmänna rutiner

1. Vad för olika typer av läcksökning har ni?
2. Vanligast förekommande reparationsmetoder av rörtyper
3. Sker provtagningar mellan jämna mellanrum i kommunen?
4. Hur är vattenomsättningen?
5. Spolnings/desinfektionsrutiner?
6. Förebyggande underhåll?- Ökad vattenomsättning, spolning/desinfektion, tillsyn av ventiler, katodiskt skydd, rengöring av reservoarer, byte och revision av vattenmätare.
7. Ökad vattenomsättning: upptappningar i ändledningar?

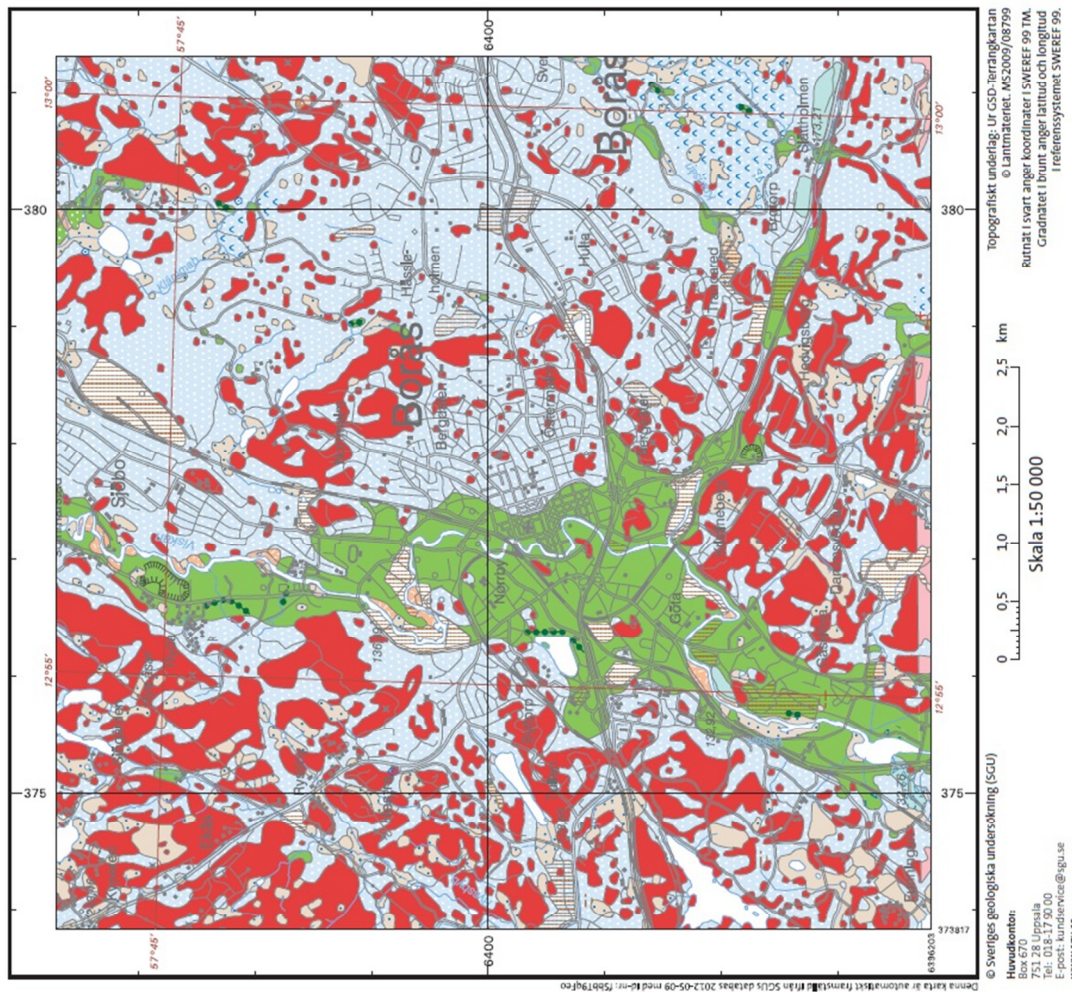
Bilaga 7. Intervjufrågor kring lokala distributionsnät

1. Vilka material består dricksvattenledningarna huvudsakligen av?
2. Vilken typ av distributionsnät är mest använt i staden och kommunen – cirkulationsnät eller förgreningsnät? Hur ser eventuella fördelningar ut?
3. Vilken är den ungefärliga medelåldern på rörsnätet?
4. Vilken föryngringstakt är aktuell i området?
5. Hur många mil ledningar har företaget totalt i kommunen respektive i huvudorten? Hur är fördelningen vattenledningar/spillvattenledningar?
6. Vilka är de huvudsakliga geologiska förutsättningarna i kommunen/huvudorten?
7. Är det lika många vattenläckor året om, eller varierar det med årstiderna?

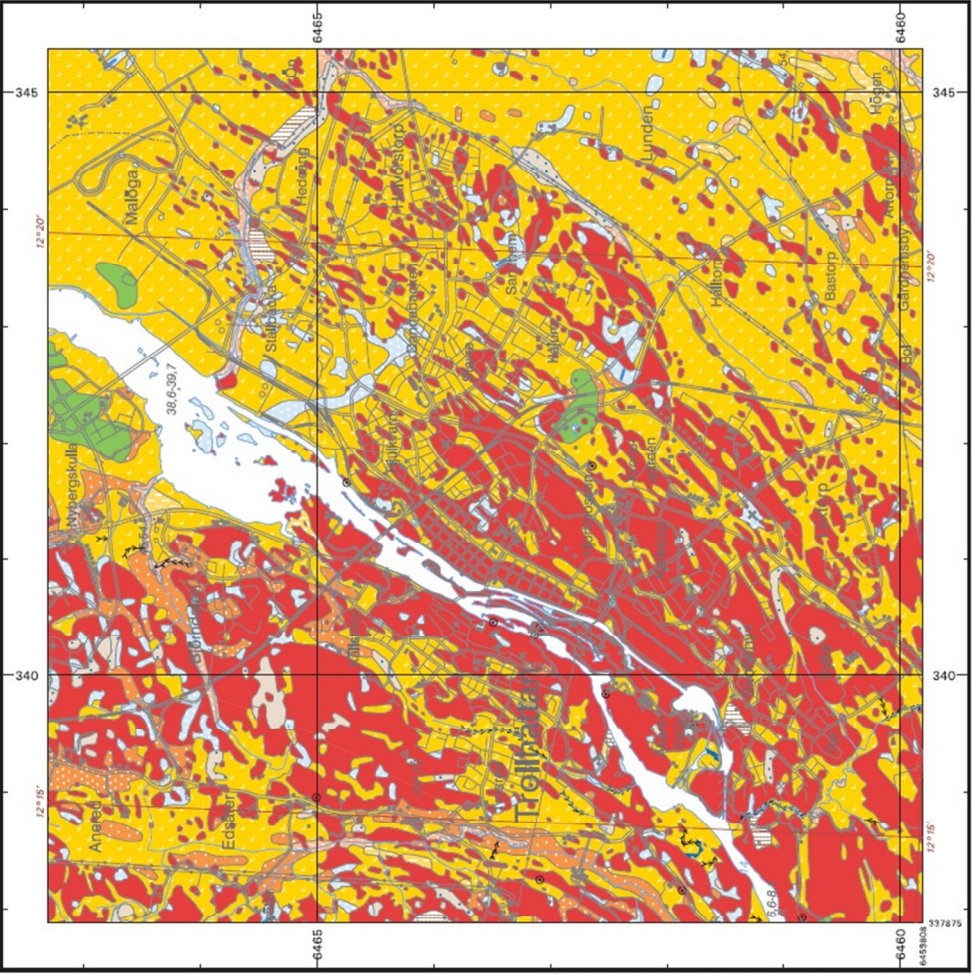
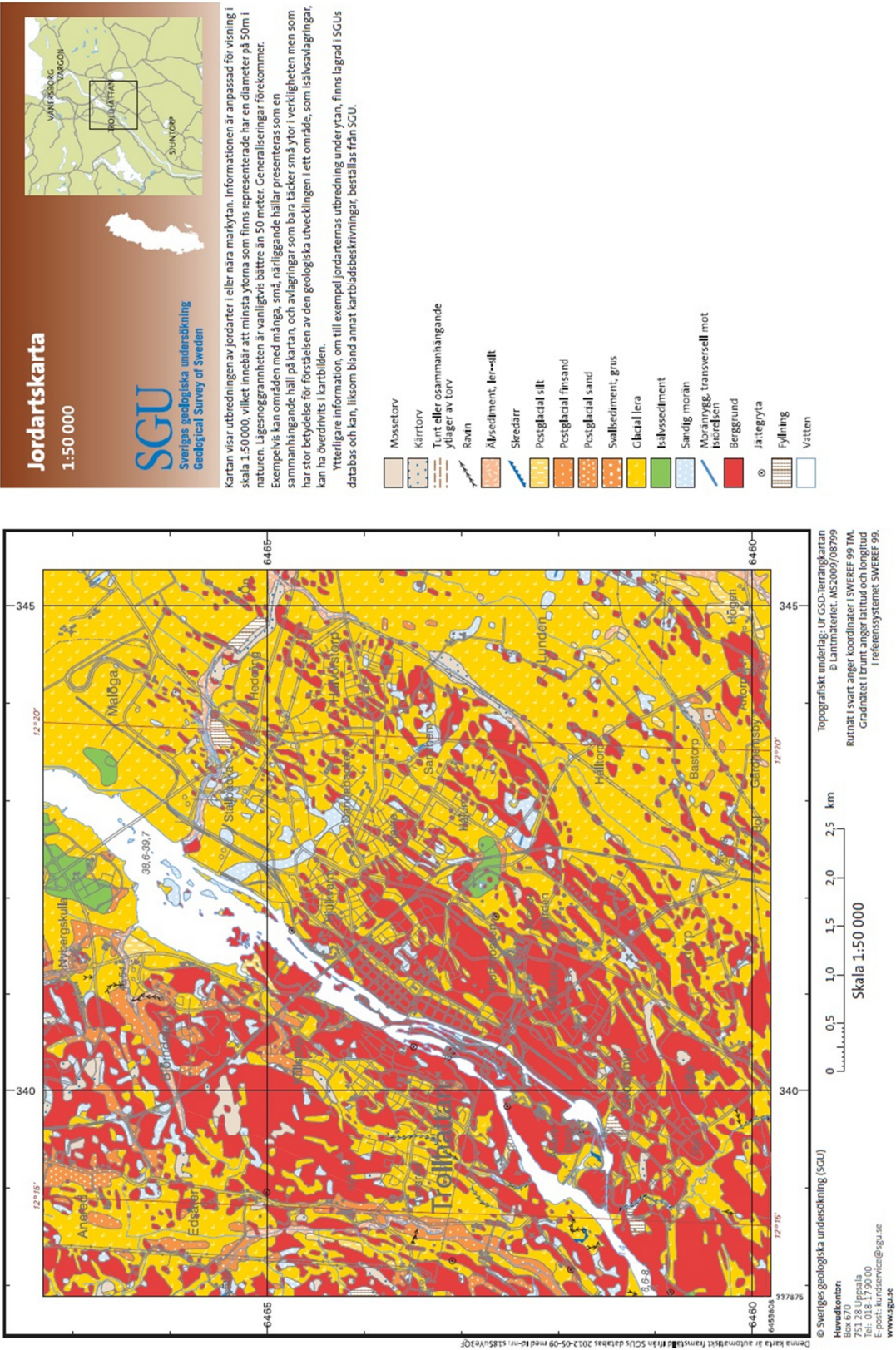
Bilaga 8. Intervjufrågor kring vattenrening i vattenverk

1. Vilka reningsprocesser genomgår vattnet i det största vattenverket?
2. Vad är minimikraven för rening i de mindre vattenverken?
3. Hur ser framtidsplanerna ut gällande vattenreningen i kommunen? Är man nöjd med de reningssteg som finns idag, eller planeras det för fler steg i reningsprocessen?

Bilaga 9. Jordartskarta för Borås



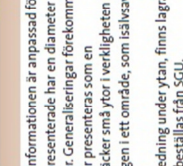
Bilaga 10. Jordartskarta för Trollhättan



Jordartskarta

1:50 000

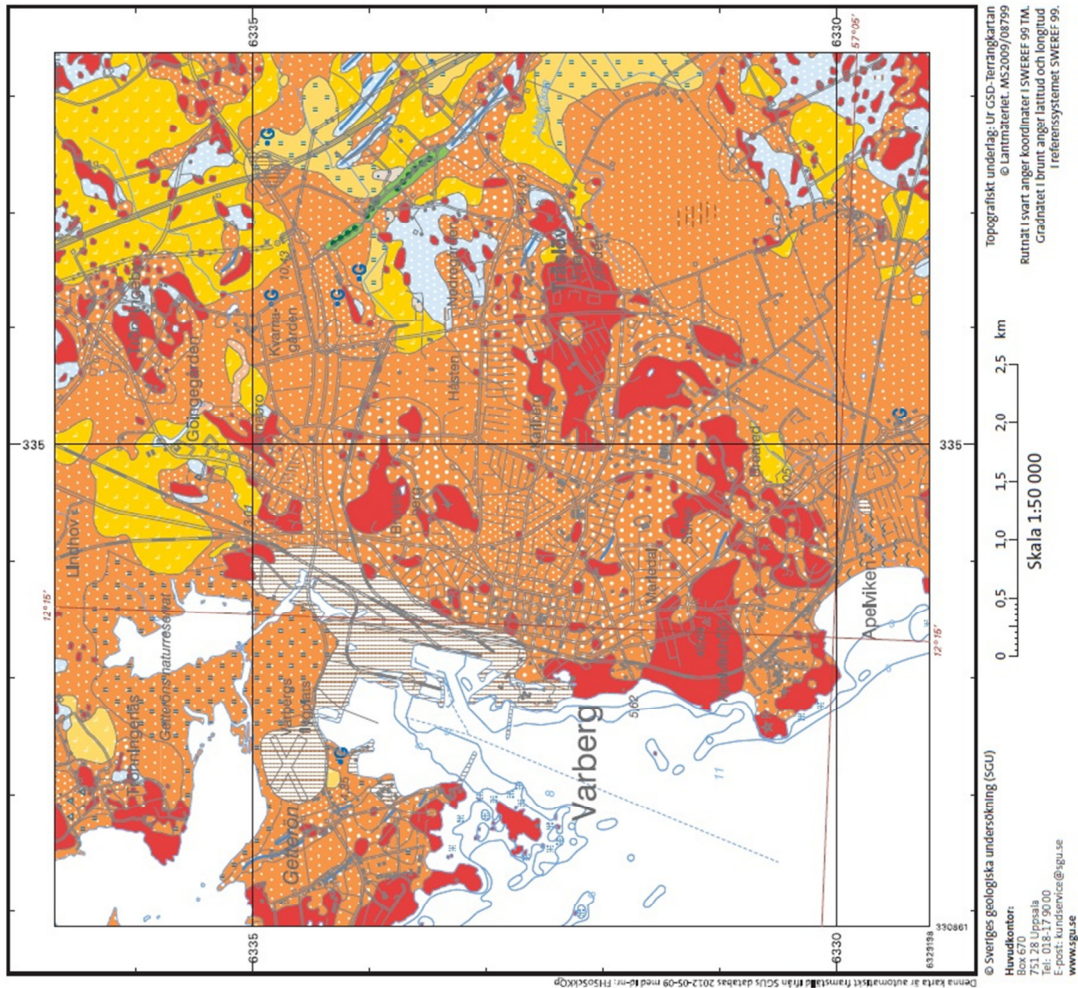
SGU
Sveriges geologiska undersökning
Geological Survey of Sweden

Kartan visar utbredningen av jordarter i eller nära markytan. Informationen är anpassad för visning på skala 1:50 000, vilket innebär att minsta ytor som finns representerade har en diameter på 50 m i naturen. Lagesnoggrannheten är vanligtvis bättre än 50 meter. Generaliseringar förekommer. Exempelvis kan områden med många små, närliggande hållar presenteras som en osammanhängande hall på kartan, och avlagningar som bara täcker små ytor i verkligheten men som har stor betydelse för förståelsen av den geologiska utvecklingen i ett område, som isälvavlagningar, kan ha överdrivits i kartbilden.

Ytterligare information, om till exempel jordarternas utbredning under ytan, finns lagrad i SCUs databas och kan, liksom bland annat kartbladsbeskrivningar, beställas från SGU.

	Kärntv
	Tunt eller osammanhängande ytdager av töv
	Marskland
	Åkessediment, sand
	Flygsand
	Gyttjeler, lergyttja
	Postglacial lera
	Underliggande lager av gyttjordart
	Postglacial flyvsand
	Postglacial sand
	Svålssediment, grus
	Klapper
	Glacial lera
	Kalksediment
	Åskrän
	Sandig morän
	Morännygg, transversell mot isströmmen
	Hög blockförekomst på amlan
	Jordart an morän
	Berggrund
	Fyllning
	Vatten



Bilaga 12. Datablad till trendanalysmodell

Vattenläcka (Ort, datum)	Varaktighet avstängning(h)	Kompliceringsgrad (svår/lindrig)
Varberg 1/2	14	lindrig
Göteborg 6/2	3h	svår
Varberg 17/2	5	lindrig
Trollhättan 25/2	4h	svår
Borås 28/2	6	lindrig
Borås 7/3	3.5	lindrig
Borås 24/4	10	lindrig