



EXAMENSARBETE INOM TEKNIK,
GRUNDNIVÅ, 15 HP
STOCKHOLM, SVERIGE 2020

Undersökning av klagomål på Norrvattens nät

AGNES EKENBERG

WILLIAM JAKOBSSON



KTH
SKOLAN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNAD

Abstract

This bachelor thesis in environmental engineering consists of a case study from Norrvatten, a municipal federation owned by 14 different urban municipalities in the northern part of the Stockholm region. The essay contains an investigation of possible relations between the various complaints on the drinking water from Görvånverket, which is storing and treating the source material for tap water production from Mälaren. The measured parameters were defined from literature in the field. The data sets consisted in the total quantity of the complaints, with a particular focus on the ones where one or several parameters were exceeded. We analyse the quantity of complaints per municipality, per capita and the distribution of complaints for various categories and relevant parameters as well as the relation to the population densities in the region. We found that there are significant connections between some classes of complaints, and in particular that iron is the most common parameter herein. We also found that complaints per capita may indicate a correlation with the population density. A further finding is that flushing is more efficient as a measure against microbiological issues, while it for some chemical parameters rather worsened the situations.

Sammanfattning

Denna kandidatuppsats i miljöteknik består av en fältundersökning från Norrvatten, ett kommunalförbund ägt av 14 olika kommuner i norra Stockholms län. Uppsatsen innehåller en undersökning av möjliga relationer mellan olika klagomål på dricksvattnet från Görvälnverket, som lagrar och behandlar råvaran för framställning dricksvatten från Mälaren. De uppmätta parametrarna var definierade från litteratur inom ämnet. Indata består av det totala antalet inkomna klagomål, med ett särskilt fokus på dem med en eller flera överskridna parametrar. Vi analyserar kvantiteten av klagomål per kommun, per capita och fördelningen av klagomål för olika kategorier och relevanta parametrar såväl som relationen till befolkningstätheten i regionen. Vi hittade att det är signifikanta kopplingar mellan vissa kategorier av klagomål, och framförallt att järn är den vanligaste parametern häri. Vi hittade också att klagomål per capita kan indikera ett samband med befolkningstätheten. Ytterligare ett konstaterande är att spolning är effektivt som åtgärd mot mikrobiologiska problem, medan det för vissa kemiska parametrar förvärrade situationen.

1. Inledning	5
1.1 Avgränsning	6
1.2 Syfte	7
1.3 Frågeställningar	7
2. Metod	8
2.1 Litteraturstudie	8
2.2 Undersökning av provdata	8
2.3 VA-banken	9
3. Uppmätta parametrar vid kontroll av lukt, smak, utseende och deras hälsoeffekter	10
3.1 Mikrobiologiska parametrar	10
3.2 Kemiska parametrar	13
4. Resultat	16
4.1 Inkomna klagomål i förhållande till klagomål med kvalitetsproblem	16
4.2 Klagomål per kategori	16
4.3 Klagomål per capita mot befolkningstäthet	19
4.4 Parameteröverskridande	20
4.5 Påverkan av spolning på provresultaten	22
4.6 VA-banken	23
5. Diskussion	25
6. Slutsats	29
7. Referenser	30
8. Bilaga	34

1. Inledning

Dricksvatten är en viktig resurs för samhället och en nödvändighet för människors hälsa och samhällets utveckling. Rent vatten är viktigt både för direkt intag och för livsmedelsproduktion och dess tillgång är ofta av avgörande betydelse för uppkomsten av konflikter och sjukdomar. (FN 2020a)

FN har satt upp globala mål som en del av deras utvecklingsprogram, (FN 2020b), för världens länder att arbeta mot. Det sjätte av dessa handlar om rent vatten och sanitet för alla och som betonar vikten av tillgång till rent vatten för samhällen, där såväl kvalitetsegenskaper som smak och lukt som mer allmänt negativa hälsoeffekter är viktiga att hantera.

Norrvatten är ett kommunalförbund, som består av 14 kommuner, och har ett vattenverk som heter Görvålnverket. Verket producerar ungefär 1600 liter dricksvatten per sekund, vilket gör det till det fjärde största vattenverket i Sverige. Det bildades 1926, men öppnade först 1929 och då var endast tre kommuner medlemmar. Verket byggdes ut allteftersom vattenbehovet ökade och förser numera ungefär 650 000 invånare med dricksvatten från Mälaren och Görvålnfjärden. (Norrvatten u.å.a; Norrvatten u.å.b)

Det finns vissa krav för dricksvattenhantering och kvalitet. Kraven som gäller är Statens livsmedelsverks föreskrifter om dricksvatten (SLVFS). I dessa krav indelas vattnet i tre olika kategorier: tjänligt, tjänligt med anmärkning och otjänligt, där olika kvalitetsparametrar har angivna gränsvärden. (Svenskt Vatten 2019; Livsmedelsverket 2019a)



Figur 1. Bilden visar de kommuner som försörjs med dricksvatten från Görvålverket. (Norrvatten u.å.c)

1.1 Avgränsning

Denna rapport fokuserar på vattenkvaliteten i Norrvattens nät i förhållande till de olika gränsvärdena som regleras i SLVFS. Utgångspunkten är klagomål inkomna mellan 2015 och februari 2020 från olika provtagningspunkter i nätet som benämns som noder, även i de fall där vattnet har provvärden som endast marginellt ligger under gränsvärdena. Klagomålen och de olika problemen i vattenkvaliteten kommer att analyseras för att hitta möjliga samband och förhoppningsvis svar på vad som orsakar sänkningen av kvalitet i punkterna. De kvalitetsgränser som diskuteras är de som mäts i proverna Norrvatten tar och de som omfattas av SLVFS 2001:30 bilaga II. Varken ledningarnas påverkan med avseende på nät och ålder eller verkets reningsprocess tas i beaktning eller beskrivs. Klagomålen som inte har något parametervärde nära en kvalitetsgräns beaktas här endast delvis. Norrtälje och Knivsta är medlemskommuner men beaktas inte i indata då Norrtälje har ett eget labb och Knivsta inte skickat in klagomålsuppgifter.

1.2 Syfte

Syftet med rapporten är att utifrån Norrvattens provtagningsdata hitta samband inom och mellan olika kommuner, årstider, platser samt kategorier av klagomål såväl avseende rumsliga samband som tidssamband; särskilt vid återkommande klagomål.

Rapporten syftar också att, som komplement till klagomålen, visa vikten av de lagliga gränsernas betydelse för vattnet och dessas tänkbara hälsoeffekter.

1.3 Frågeställningar

- Vad finns det för samband mellan klagomål inom kommuner avseende vattenkvalitet och klagomål?
- Vad finns det för återkommande klagomål?
- Vilka klagomål är säsongsbundna?
- Finns det andra samband mellan noderna för klagomål?

2. Metod

Norrvatten har tillgång till alla klagomål och uppföljningar, innefattande kommun, adress, mätvärden samt kategori av klagomål. Klagomålen är märkta med A för lukt och smak, B för utseende, C för kemiskt, D för hudproblem eller F för magproblem. Kategori E, vattenbrist, är inte med då den inte längre kategoriseras som ett klagomål för dricksvatten. Informationen har lagrats i form av en Excel-fil och sorteras med samma program.

Den huvudsakliga undersökningen är en studie av Norrvattens egna provdata och incidentrapporter av noder i nätet från vilka klagomål inkommit. Dessa har klassificerats och analyserats med avseende på olika samband. Denna data ges av programmet VA-banken och en given excel-fil med adresser, tidpunkter, datum och parametervärden över samtliga klagomål.

För att förstå vad samtliga parametrar innebär används litteraturstudien som stöd för analysen av provresultaten. Studien ger en djupare förståelse som underlättar sökandet av samband. Vikten av ämnens kvalitetsgränser för vattenanvändning illustreras med ämnens påverkan på hälsa och nytta.

Även kartundersökningen i VA-banken görs som stöd för analysen av provdatan. Den förenklar sökandet efter samband mellan nodernas placering. I VA-banken visas dock endast de klagomålen vars vattenprover haft gränsöverskridande värden.

2.1 Litteraturstudie

Norrvatten undersöker om parametrarna befinner sig inom gränsvärdena med avseende på kvalitet vid sin uppföljning av klagomål. Förståelse för vad dessa ämnen och halter har för påverkan krävs, och således används litteratur såsom (WHO 2011), (Svenskt vatten 2010; 2011) och SLVFS 2001:30 för detta ändamål. Det hittas även litteratur online i sökmotorer såsom Google Scholar i form av studier som ges av olika artiklar. Artiklarna ger information som innefattar mer än känd fakta och diskuterar respektive studiers resultat, mestadels studeras här möjliga hälsoeffekter på människor av olika ämnen som mäts i vattnet. Användningen av lagar och föreskrifter samt de möjliga hälsoeffekterna används för att på ett bättre sätt förhålla sig till analysen av provdata.

2.2 Undersökning av provdata

Först undersöks huruvida proven ger verklig grund för klagomål och åtgärder, alltså om övre och undre kvalitetsgränser (SLVFS 2001:30) överskrids eller är i närheten

av att göra det. Provresultaten av vattnet som tagits i noderna från vilka det inkommit klagomål har av Norrvatten lagrats i en excel-fil som tillhandahållits för analysen. De som överskridits har markerats av Norrvatten i den givna excel-filen, men de som har provvärden som är nära till överskridande markeras ut som en del av undersökningen. Prover som ger klagomålen en grund för åtgärder analyseras sedan med avseende på kommun, lokal plats, säsong, om det är återkommande, problemkategori och hur allvarligt problemet kan tänkas vara. Detta görs för att hitta samband som då möjligen kan visa möjliga åtgärder till dricksvattenproblemen.

2.3 VA-banken

I VA-banken används en karta och data från labb. I labbdatan ges alla bedömningstyper och resultat för samtliga klagomål. Bedömningstyperna består av mikrobiologiska eller kemiska problem, och resultat består av otjänligt, tjänligt med anmärkning eller tjänligt. Parametrarna för de mikrobiologiska och kemiska bedömningstyperna är samma som beskrivs i litteraturstudien.

För båda bedömningstyperna väljs först otjänligt och sedan tjänligt med anmärkning. Detta leder till fyra alternativ, mikrobiologiskt otjänligt, mikrobiologiskt tjänligt med anmärkning, kemiskt otjänligt och kemiskt tjänligt med anmärkning. Samtliga alternativ ger en enskild karta över noderna för klagomålen samt en lista över antalet provplatser och provtagningar. Datumintervall innefattar vintern 2017/2018, sommaren 2018, vintern 2018/2019 och sommaren 2019. För samtliga fyra alternativ jämförs dessa säsongen med varandra för att undersöka säsongsvariationer. Antal klagomålsprover från listan i labbdata noteras för varje säsong. För vardera av dessa fyra kartor undersöks i vilka kommuner noderna ligger, spridningen, om de följer befolkningstätheten eller inte eller om de ligger nära något som vattenverk eller vattendrag. Då sommar- och vinterhalvår jämförs kan skillnader mellan dem uppfattas.

VA-banken gör det möjligt att se noderna i en karta, vilket ger en bättre överblick av modernas närhet till varandra i jämförelse med adresser listade i en excel-fil.

3. Uppmätta parametrar vid kontroll av lukt, smak, utseende och deras hälsoeffekter

Lagligt sett måste kraven enligt 2b § SLVFS 2001:30 uppfyllas. Dessa återfinns i bilaga II till förordning (EG) nr 852/2004. Vidare finns det en tabell med kvalitetsgränserna finns som bilaga i slutet av. Bilagan innehåller allmänna hygienregler för dricksvattenhantering. Vattnet ska vara "hälsosamt och rent", enligt 7-8 § SLVFS 2001:30 och uppfyller detta krav om det är fritt från mikroorganismer, parasiter och ämnen i halter som kan vara en hälsorisk för människor samt uppfyller de allmänna hygienreglerna i ovan nämnda bilaga. (Livsmedelsverket 2019b)

Vissa ämnen finns inte beskrivna i bilaga II men riktvärden och åtgärdsgränser finns även för dessa ämnen; såsom uran, cyanotoxiner, PFAS och även ämnen som orsakar korrosion (Livsmedelsverket 2018). Dessa mäts emellertid inte i proverna från Norrvatten och hanteras därför inte i denna rapport. Se bilagan i dokumentet för kvalitetsgränsernas värden.

3.1 Mikrobiologiska parametrar

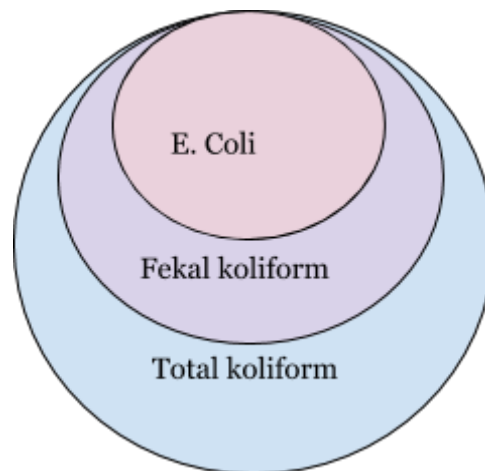
Mikrobiologisk tillväxt kan orsaka lukt- och smakproblem samt biofilmbildning. Biofilmbildningen kan motverka desinfektion av vatten genom att medlet eller metoden bekämpar biofilmen istället för andra smittspridande mikroorganismer i vattnet. Desinficering blir mindre effektivt. Biofilmbildning kan även ge upphov till korrosion. Långsamväxande bakterier används ofta som indikation på mikrobiologisk tillväxt i ledningsnät. Mikrobiologisk tillväxt är oftare ett estetiskt problem eller indikation på att det finns en ökad risk för att även tillväxt av sjukdomsframkallande mikroorganismer sker. Mikroorganismer som kan orsaka smitta kan vara bakterier, virus, protozoer eller inälvsmaskar. Speciellt protozoer är en risk då de har lång överlevnad i systemen, kräver en låg dos för att infektera och har hög tålighet mot desinfektion. Protozoer är alltså mest resistenta mot klor av mikroorganismerna, medan klorbehandling är effektiv mot bakterier och till viss mån även virus. Minskning av kol och fosfor i vattnet förhindrar emellertid tillväxten av vissa bakterier då det är viktiga näringsämnen för dessa. (Svenskt Vatten 2011; Livsmedelsverket 2019c)

Koliforma bakterier

Koliforma bakterier finns i naturen samt i avföringen från människor och varmblodiga djur. Bakterierna i sig orsakar generellt sett inte sjukdom, då de oftast kommer från förorening i form av ytvattenpåverkan eller beredningsprocessen vid vattenverket och inte från avföring om det når dricksvattnet. (Svenskt Vatten, 2010)

Närvaron av koliforma bakterier kan indikera att patogener, smittämnen med sjukdomsbringande organismer, finns i vattnet. Det är tids- och resurskrävande att söka efter alla patogener i dricksvatten, varför koliforma bakterier används för att indikera förekomst av sjukdomsspridande patogener.

Koliforma bakterier mäts generellt i tre grupper: total koliform, fekal koliform och *Escherichia coli*, mer känt som *E. coli*. Total koliform innefattar både avföringskoliform och *E. coli*. Gruppen *E. coli* är en del av avföringskoliformen. Se figur 2. Norrvatten mäter däremot endast total koliform och *E. coli*. (WSDH 2016)



Figur 2. Koliforma bakterier.

De tre grupperna innebär olika nivåer av risk. *E. coli* kan medföra direkta risker medan resterande vanligen indikerar en möjlig påverkan från andra patogener. Vissa stammar inom *E. coli*, vanligtvis *E. coli* O157:H7, medför oftast sjukdom, men kan undvikas genom att vattnet kokas eller desinfekteras. (WSDH 2016)

Om *E. coli* upptäcks i vatten innebär det att det nyligen varit i kontakt med avföring och åtgärder måste vidtas. (Knutsson och Morfeldt 2002, 297; WHO 2011)

Presumptiva *Clostridium perfringens*

Clostridium perfringens är en sporbildande bakterie som förökar sig i anaeroba (syrefattiga) miljöer och förekommer i jord och tarmar på människor och olika djur. Halter av denna bakterie indikerar avföringspåverkan på vattnet och utgör då en risk för smitta. Bakterien delas in i olika kategorier beroende på vilken toxin den avger, A-E. Oftast är de som orsakar magsjuka av kategori A, men kan ibland vara av C-kategorin. (Livsmedelsverket 2017; Svenskt Vatten 2010)

Bakterierna är värmetåliga, har högre motståndskraft mot kemikalierna som används för desinfektion i verken och klarar sig längre i vatten än t.ex. *E. Coli*. (Svenskt Vatten 2010)

Intag av *Clostridium perfringens* leder till illamående, magsmärtor och diarré, men pågår vanligen ungefär ett dygn. (Livsmedelsverket 2017)

Odlingsbara mikroorganismer, långsamväxande bakterier och aktinomyccer

Odlingsbara mikroorganismer innefattar bakterier i vattnet. Analyser för eventuell förekomst av mikrosvamp samt aktinomyccer sker som separata mätningar utförda på dricksvatten. Som tidigare har nämnts kan en sådan mätning av odlingsbara mikroorganismer som överskrider gränsvärdet indikera risk för vattenburen smitta. Långsamväxande bakterier syftar istället specifikt till mikrobiologisk "tillväxtpotential" i vattenverk och distributionsanläggningar. Detta innebär att långsamväxande bakterier innefattar bakterietillväxten som sker i själva verken och anläggningarna. Reservoarer och ledningar med dålig omsättning kan ha höga halter aktinomyccer, men dessa påverkar mest lukt och smak och det finns hitintills ingen vetenskaplig grund för att dessa ska utgöra en hälsorisk. (Svenskt Vatten 2010; Livsmedelsverket 2019d)

Mikrosvamp, jäst och mögel

Mikrosvamp är en samlingsparameter och innefattar mögel- och jästsvamp. Svamp, i sammanhanget jästsvampar, har på senare tid uppmärksammats mer för sin kapacitet att orsaka sjukdom. De kan ibland även leda till mögelbildning och också associeras med lukt- och smakproblem. Många typer av svamp är även farliga för människors och djurs hälsa då de kan producera mykotoxiner, som i sin tur avger toxiska kemikalier i vattnet. Den vanligaste svampföroreningen i dricksvatten är hydrofob och är därigenom resistent mot vattenbehandlingar. (Pereira et al. 2009; Mholongo et al. 2019)

3.2 Kemiska parametrar

Majoriteten av kemiska parametrar och kvalitetsgränser är fastställda utifrån estetiska och kemiska egenskaper.

Gränserna är alltså oftast inte satta på grund av hälsoeffekter, men möjliga följder av höga respektive låga halter nämns i (WHO 2011, kap. 8).

Turbiditet

Turbiditet är vattnets grumlighet och mäts i FNU, Formazin Nephelometric Unit. Turbiditet kan även orsakas av höga järnhalter. Kontinuerlig mätning kan ge snabb information om försämrad avskiljning av partiklar och även mindre förändringar i turbiditet har visat sig vara signifikanta. En turbiditet under 0,1 FNU kan betyda en märkbart lägre risk än en turbiditet mellan 0,1 och 0,2 FNU. En svaghet med turbiditetsmätningar är dock att de inte ger någon indikation på ursprung. (Svenskt Vatten 2011)

Kloröverskott, totalt

Klorering används som desinfektion för att begränsa mikrobiologisk tillväxt i distributionsanläggningar. Den bör dock tillämpas på vatten med låg halt av organiskt material för att inte bilda oönskade organiska klorföreningar. (Svenskt vatten 2011)

Effekter på människor från starkt klorerat vatten är inte fastlagda, men höga klorhalter i vatten har associerats med en ökad risk för astma och även episoder av dermatit. Högre värden av High-Density lipoprotein (HDL) har också observerats i grupper som konsumerat vatten med höga halter kalcium i samband med höga halter klor. Detta har inte påvisats i grupper som konsumerar vatten med höga halter kalcium, men utan klor. Hälsoeffekterna är sannolikt inte stora, men höga koncentrationer av klor ger vanligen en obehaglig smak. (WHO 2003a)

pH

pH är ett mått på halten vätejoner som finns i vattnet, dvs på graden av vattnets surhet.

pH-värdet påverkar inte direkt konsumenterna, men är en av de viktigaste parametrarna på grund av dess påverkan på reningsprocessen. För att klor ska vara effektivt som desinfektionsmedel ska pH helst vara under 8, men ligger det under 7 orsakar det korrosion i anläggningar och distributionsnät. Svenskt Vatten rekommenderar att det ska ligga mellan 8-8,5 för att inte orsaka korrosion (Svenskt

Vatten 2011). Uppstår korrosion kan det påverka vattnets lukt, smak och utseende. (WHO 2011)

Totalhårdhet, kalcium och magnesium

Vattnets hårdhet är främst beroende av halten av magnesium och kalcium, men kan även påverkas av andra lösta metaller. Ju högre koncentrationen av dessa ämnen; desto hårdare blir vattnet. Användandet av hårt vatten i hushållet gör att det krävs högre dosering av disk-och tvättmedel och ger smakpåverkan på drycker som kaffe och te. Högre halter av kalcium och magnesium kan dock underlätta reningen av vattnet från humusämnen (Kaleta och Puzkarewicz 2019).

Mjukt vatten kan däremot orsaka frätningar på ledningar, kraftig skumning vid tvätt, disk och dusch och kan leda till en ökning av andra ämnen; koppar, järn och zink. (Svenskt Vatten 2011; Knutsson och Morfeldt 2002, 82)

Långvarig konsumtion av mycket hårt vatten har ibland kopplats till funktionsstörningar i njurarna. I vissa studier har hårt vatten visat sig minska problem med hjärt-och kärlsjukdomar, medan det i andra visat sig inte ha någon påverkan. Kvalitetsgränsen är dock inte satt med utgångspunkt i eventuell hälsoproblematik orsakat av hårdheten, utan snarare efter den påverkade tjänligheten i användningen som nämns ovan. (Sengupta 2013; WHO 2011; Tambaru, Djahi och Ndi 2018)

Kemisk Syreförbrukning CODmn

COD är ett indirekt mått av delen av det organiska materialet som kan oxidera kemiskt. Det kan användas som ett mått på avskiljning av organiskt material och har ett direkt samband med vattnets energiinnehåll. (Balmér 2015)

Låga halter COD kan alltså vara en indikation på ett lågt innehåll av organiskt material, medan höga halter kan innebära besvär med lukt och smak som ofta är associerat med höga halter av organiskt material, vilket har nämnts ovan. (Svenskt Vatten 2011)

Koppar

För höga halter koppar kan leda till missfärgning av tvätt, och kan ge vattnet en bitter smak samt i vissa fall leda till färgpåverkan.

Koppar kan kortsiktigt orsaka irritation i magsäcken och tarmarna hos människor och de långsiktiga effekterna på känsliga personer i en population är osäkra, såsom för de som bär gener för Wilsons sjukdom. (WHO 2011)

Aluminium

Aluminium i dricksvatten har ingen smak- eller luktpåverkan, men kan ge vattnet en blåaktig färg. (WDH 2011)

Höga halter aluminium har kopplats till Alzheimers sjukdom, vilket har gett upphov till kritik mot att använda aluminium i vattenreningsprocesser. (Krupinska 2020)

Förhöjda halter aluminium har dessutom lett till kortvariga hälsoproblem. År 1988 hade en stad i England förhöjda halter aluminium i dricksvattnet i minst 5 dagar, vilket gav upphov till illamående, kräkningar och diarré, munsår, utslag och ledvärk hos befolkningen. Symptomen var dock lindriga och, som tidigare nämnt, inte kortvariga. (WHO 2003b)

Järn och mangan

Järn- och manganhalter är beroende av pH- och redoxförhållanden i marken och grunden, vilket innebär att halterna kan växla snabbt. Höga halter kan bero på bl.a. grundvattenuttag och redan vid järnhalter på 0,4 mg/L blir vattnet olämpligt för matlagning. Högre halter av järn och mangan påverkar lukt och smak samt missfärgar av tvätt och porslin. (Knutsson och Morfeldt 2002, 82)

Järnhalter ger inga direkta hälsoeffekter, men höga halter av mangan kan vara skadligt för nervsystemet. (Livsmedelsverket 2019a)

Nitrit

Nitrit kan finnas naturligt i vatten där syrebrist råder, men förekomst därav kan även betyda att vattnet blivit påverkat av gödsel eller avlopp. Nitrit kan bildas i ledningsnätet eller vattenverket (p.g.a. ammoniumoxidation i filtren) och kan även bildas som en restprodukt vid användning av kloramin. (Livsmedelsverket 2019a)

Färgtal och konduktivitet

Färgtal är ett mått på vattnets missfärgning. Liksom turbiditet kan ett högt färgtal indikera närvaron av höga halter av ämnen som humus eller järn. Idealt ska vatten vara färglöst. (WHO 2011; Livsmedelsverket 2019a)

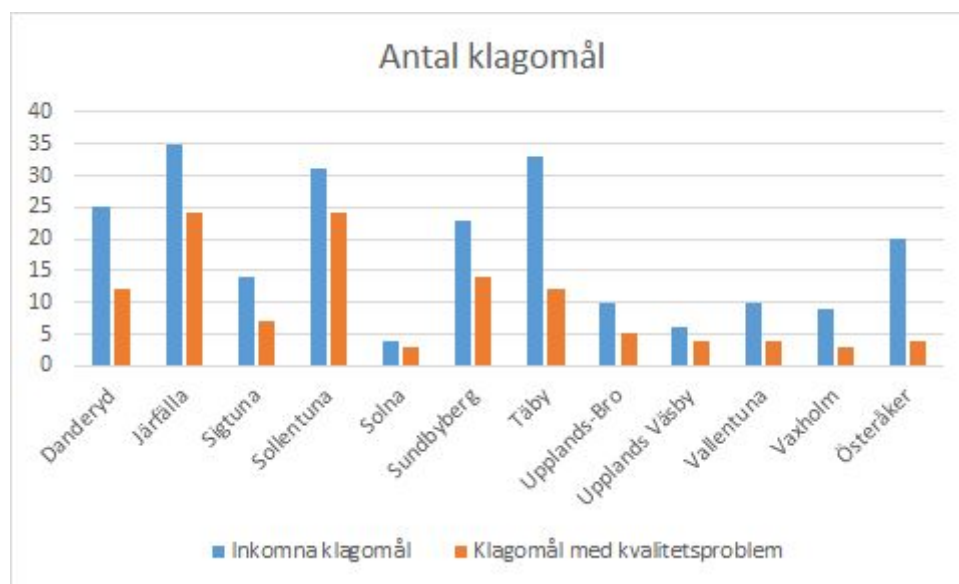
Konduktiviteten är ett mått på hur mycket lösta salter vattnet innehåller. (Livsmedelsverket 2019a)

4. Resultat

Det som valts att redovisas är klagomål då provresultatet tyder på ett kvalitetsproblem. Detta innefattar klagomål vars vattenprover fått bedömningen otjänligt, tjänligt med anmärkning eller tjänligt men med ett eller flera parametervärden nära överskridande av den undre gränsen. Figur 3 och 4 visar däremot en jämförelse mellan antalet totalt inkomna klagomål och klagomålen som sedan visat sig ha kvalitetsproblem. Från VA-banken redovisas antal provplatser och provtagningar för sommar- och vinterhalvår. Spridning beskrivs på kommunbasis då VA-banken är sekretessbelagd och bilder på kartan därmed inte får visas. De exakta kvalitetsgränserna redovisas i bilagan.

4.1 Inkomna klagomål i förhållande till klagomål med kvalitetsproblem

Totalt sett är antalet inkomna klagomål 226, varav med kvalitetsproblem 118. Den kommunala fördelningen redovisas i figur 3. Inga tydliga samband ses i en sådan jämförelse mellan kommuner och förhållande mellan inkomna och klagomål med kvalitetsproblem. Endast ett svagt samband mellan befolkningens mängd och antal inkomna klagomål ses.

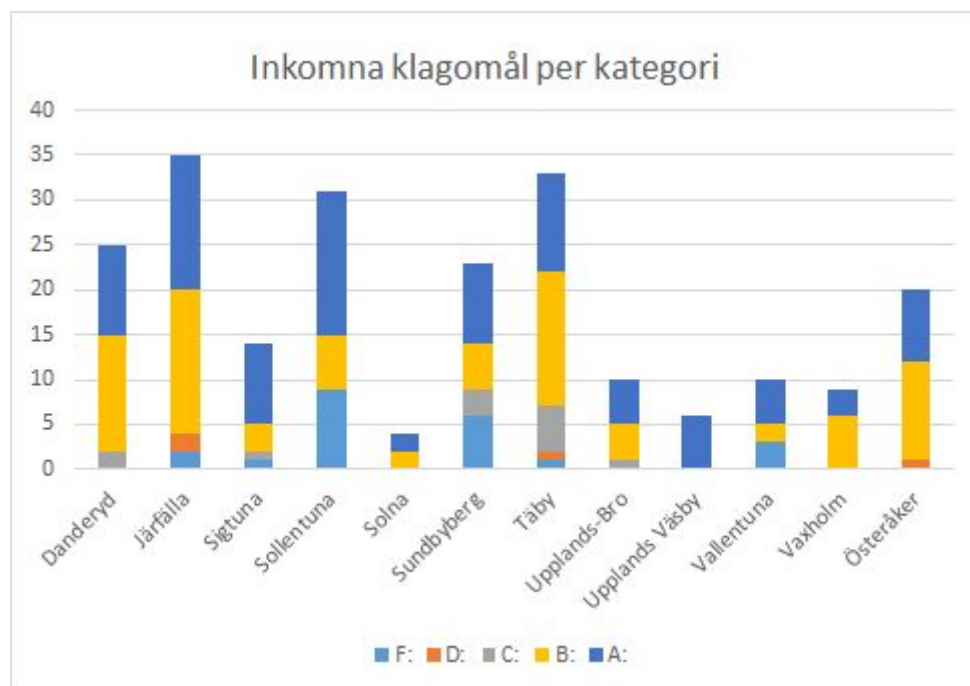


Figur 3. Inkomna klagomål sorterat efter kommun.

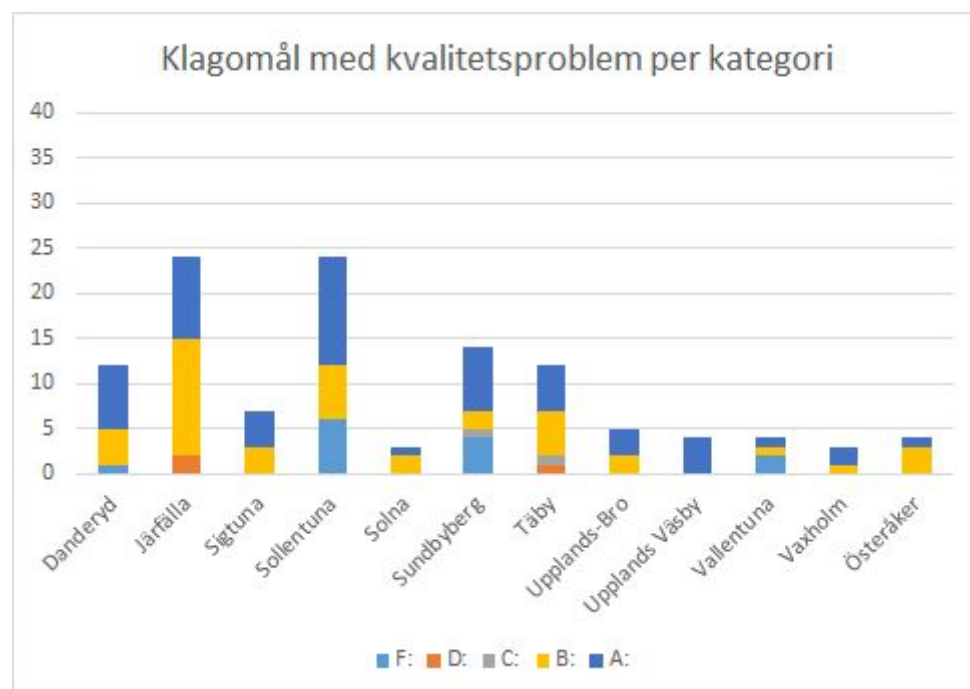
4.2 Klagomål per kategori

I figur 4 visas antal inkomna klagomål per kategori och kommun. I figur 5 illustreras detsamma för klagomål med kvalitetsproblem. Kategorierna är A; lukt och smak, B;

utseende, C; kemiskt, D; hudproblem och F; magproblem. Här visas tydligare relationer mellan klagomålen och dess kategorier, både mellan kommunerna och mellan inkomna och med kvalitetsproblem. Nedan förklaras detta ytterligare.

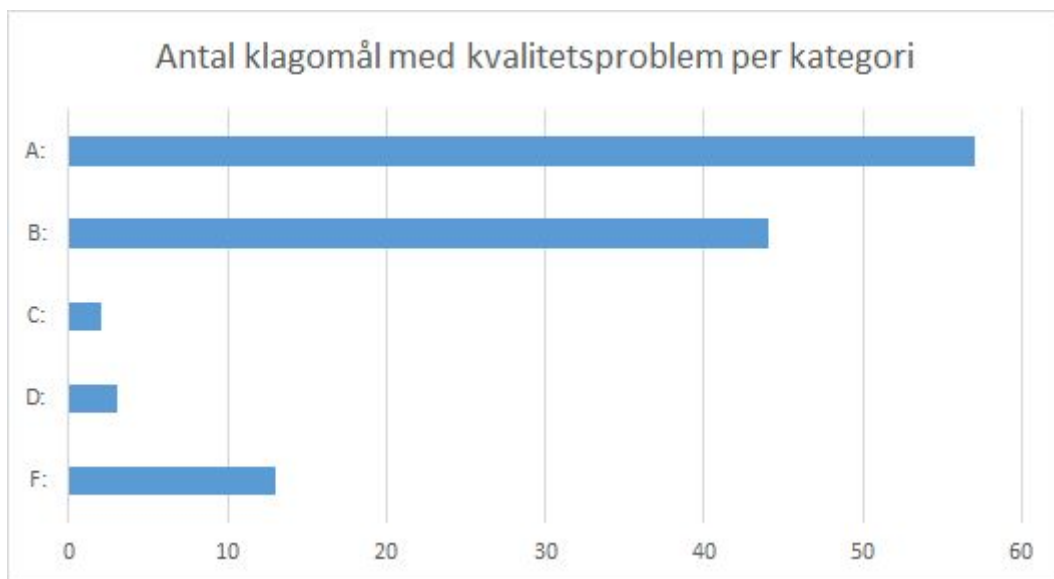


Figur 4. Antal inkomna klagomål sorterat efter kommun och med fördelning av klagomålskategori.



Figur 5. Antal inkomna klagomål som visat sig vara nära eller över en kvalitetsgräns sorterat efter kommun och med fördelning av klagomålskategori.

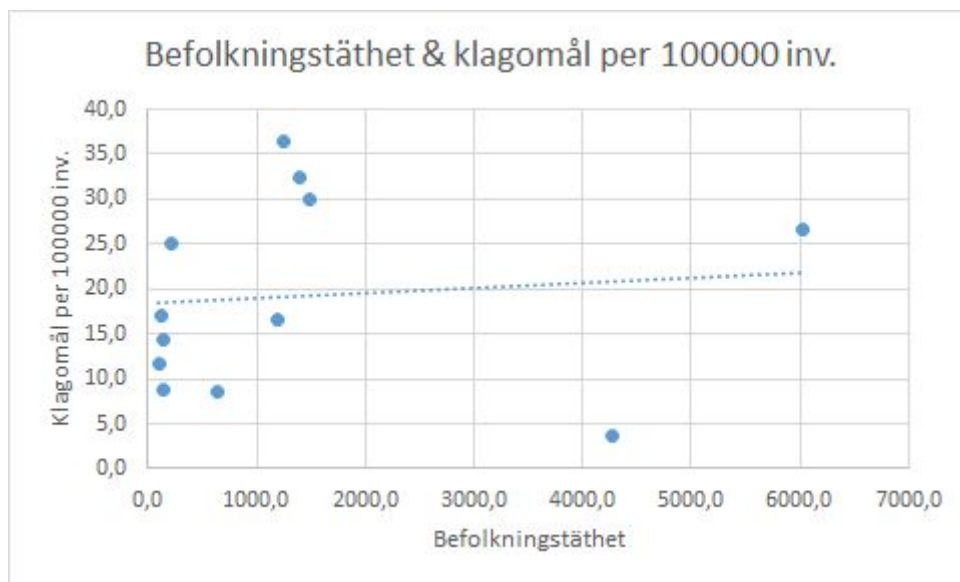
De resterande diagrammen är enbart för klagomål med kvalitetsproblem. Hänsyn tas inte till antalet inkomna klagomål. Lukt och smak, kategori A, är här den vanligaste kategorin. Se figur 6. Dock, som visas i figur 4 och 5, är det även den vanligaste kategorin i majoriteten av kommunerna. Utseende, kategori B, är också vanlig i de tre diagrammen men där skiljer sig fördelningen mer mellan kommuner och då att även figur 6 skiljer sig mot de andra två diagrammen, detsamma gäller än mer för resterande kategorier.



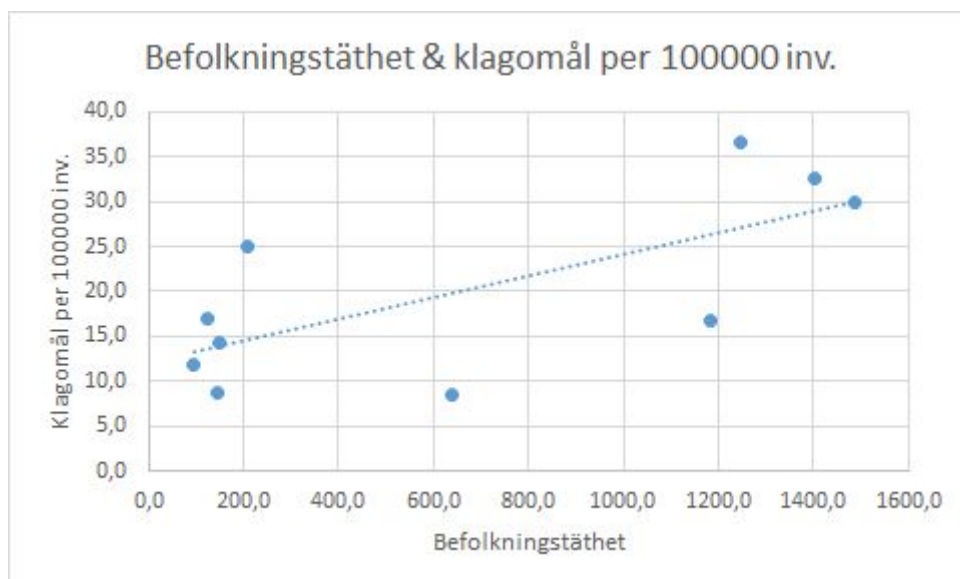
Figur 6. Klagomål nära eller överskridande av en kvalitetsgräns per kategori.

4.3 Klagomål per capita mot befolkningstäthet

Figur 7 visar klagomål med kvalitetsproblem per 100 000 invånare som en funktion av befolkningstätheten. Figur 8 visar samma sak som figur 7 men då utan Solna och Sundbyberg. Dessa kommuner valdes bort i den andra figuren då de har en betydligt högre befolkningstäthet. Klagomålen följer till viss del befolkningstätheten, med undantag från Solna och Sundbyberg. Trenden här är framförallt märkbar vad det gäller relationen mellan klagomål per 100 000 invånare och befolkningstätheten.



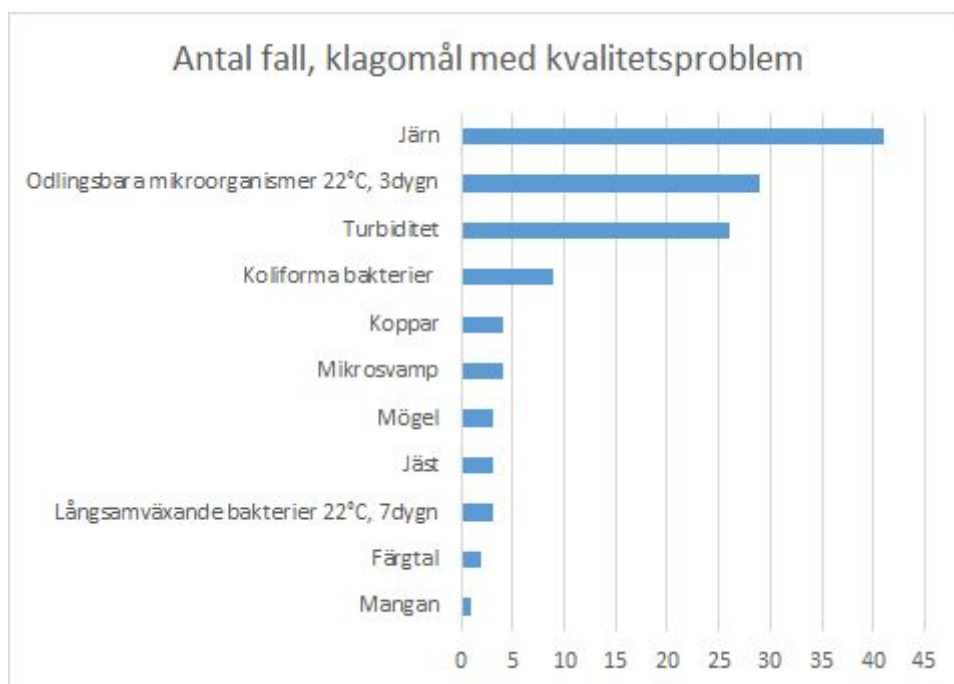
Figur 7. Klagomål nära eller överskridande av en kvalitetsgräns per 100000 invånare som en funktion av befolkningstätheten.



Figur 8. Klagomål nära eller överskridande av en kvalitetsgräns per 100000 invånare som en funktion av befolkningstätheten utan Solna och Sundbyberg.

4.4 Parameteröverskridande

Kemiska parametrar är vanligare än mikrobiologiska, med 89 respektive 36 klagomål. Den vanligast förekommande parametern är järn. Se figur 9. Odlingsbara mikroorganismer är bland de mest återkommande problemen, liksom turbiditet. Turbiditet är ofta inte ett isolerat problem utan brukar normalt uppstå i samband med höga halter av järn eller mikroorganismer.



Figur 9. Klagomål nära eller överskridande av en kvalitetsgräns sorterat efter överskriden parameter.

Närvaro av lukt vid 20° C är inte redovisat i diagrammen, men är även det ett fastställt krav som bör hållas. Problem med lukt vid 50° C är inte heller redovisade då det endast används för att stärka analysen av lukten för att kunna problemlösa. Gränsvärdet gäller för lukt vid 20° C. Norrvatten har inte i sina delade filer benämnt att lukt vid 50° C är något som kan påverka statusen på vattnets kvalitet.

Klagomål, som har påvisat provvärden överskridande gränsvärdena med avseende på en eller flera parametrar, faller vanligen inom följande kategorier för respektive överskriden parameter:

- Odlingsbara mikroorganismer faller vanligen inom kategori A, men även kategorierna B och F förekommer samt, i något enstaka fall, kategori C. Detta innebär att vattnet vanligen förknippats med problem avseende lukt, smak och utseende, men att även magsjuka har förekommit, liksom i ett enskilt fall

förekomst av kemiska problem.

- Koliforma bakterier faller inom kategori F och, i ett fåtal fall, kategorierna A eller B. Det har således främst rört sig om magproblem.
- Järn faller vanligen inom kategori B och ofta inom kategori A samt, i ett fåtal fall, kategorierna F och D. Här är problemet vanligen med vattnets utseende samt även dess lukt och smak.
- Jäst, mögel och mikrosvamp faller vanligen inom kategori F, men i ett fåtal fall inom kategorierna A eller C. Parametrarna har här påvisats vara överskridna i samband med att klagomål över magproblem har inkommit.
- Långsamväxande bakterier faller vanligen inom kategori B men också i något enstaka fall inom kategori A. Utseendet har således varit det vanligaste problemet.
- Koppar har endast fallit inom kategori F och mangan endast inom kategori B.

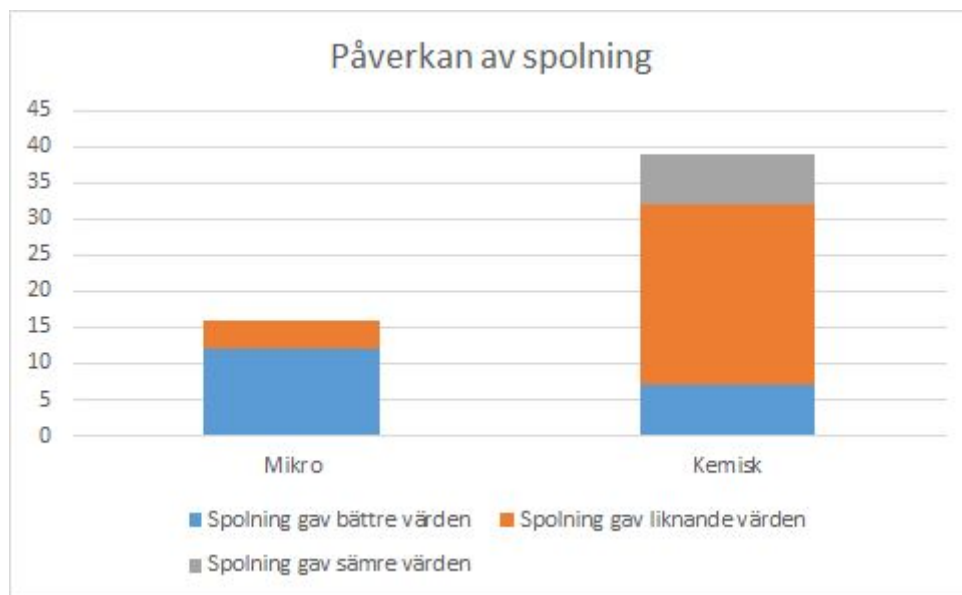
Parametrar överskrids dock i några fall i samband till andra. Som tidigare nämnt är turbiditet sällan ett isolerat problem, utan uppstår i samband med höga järnhalter och hög mikrobiologisk tillväxt. Långsamväxande bakterier överskrids endast då odlingsbara mikroorganismer överskrids, och är då inte heller ett isolerat problem. Mikrosvamp, jäst och mögel är också parametrar som överskrids i samband till varandra och även i samband till odlingsbara mikroorganismer. Av de kemiska har mangan endast varit ett problem i samband till järn.

Det inkommer generellt fler klagomål nära gränsvärdena på vinterhalvåret än på sommarhalvåret, men anledningen till klagomålen och vad som faktiskt utgör ett överskridande av gränsvärden verkar inte bero på årstid. År 2017 är ett undantag då det inkom få klagomål under vinterhalvåret och fler under sommaren.

4.5 Påverkan av spolning på provresultaten

Vanligt i provtagningarna på klagomålspunkterna är att provet tas både innan och efter att ledningarna spolas. Inte alla punkter spolas och resultaten varierar, se figur 10. Spolningen är inte heller parameterbunden.

Spolning visar sig mer effektiv vid mikrobiologiska problem än vid kemiska problem.



Figur 10. Klagomål nära eller överskridande av en kvalitetsgräns som genomgått spolning sorterat efter överskriden parameterkategori.

4.6 VA-banken

Antal provtagningar och provplatser givet överskriden parametergrupp, kemisk eller mikrobiologisk, samt vilken status vattnets kvalitet fått redovisas nedan. Status är då otjänligt, tjänligt med anmärkning eller tjänligt. Endast de två första nämna beaktas. Detta indelat efter sommar- och vinterhalvår för att undersöka säsongsberoende.

Mikrobiologiskt otjänligt

Av nio provtagningar gjordes tre nära vattenverk och två nära en vattenreservoar. Inget annat samband kan ses i kartorna. Då det oftast är en eller två provtagningar per säsong är det för få för att kunna se något samband inom normal säsongsvariation.

Mikrobiologiskt tjänligt med anmärkning

Vintern 2018/2019 hade sju provplatser och åtta provtagningar och sommaren 2019 hade 27 provplatser och 46 provtagningar. Provplatserna under vintern var mer centrerade till mer tätbefolkade områden som Sigtuna, Sollentuna, Sundbyberg och Täby medan provplatserna under sommaren var utspridda över samtliga kommuner.

Vintern 2017/2018 hade 14 provplatser och 23 provtagningar och sommaren 2018 hade 35 provplatser och 49 provtagningar. Provplatserna under sommaren var ojämnt utspridda över samtliga kommuner men följer befolkningstätheten. Provplatserna under vintern var jämnt fördelade över Knivsta, Norrtälje, Sigtuna, Sollentuna, Sundbyberg, Upplands-Bro och Upplands Väsby.

Somrarna 2018 och 2019 hade fler provplatser och provtagningar samt en större spridning jämfört med vintern. Dock är det endast 2018 som provtagningarna följer befolkningstätheten och de båda undersökta vintrarna har provplatser utspridda över färre kommuner än andra somrar.

Kemiskt otjänligt

Endast två av samtliga provtagningar, som gjordes 2016 och 2020 i VA-banken, fick bedömningen otjänlig. Båda relativt nära vatten men två provtagningar är för få för att kunna se något samband.

Kemiskt tjänligt med anmärkning

Vintern 2018/2019 hade 7 provplatser och 11 provtagningar och sommaren 2019 hade 5 provplatser och 6 provtagningar. Provplatserna under vintern var utspridda över Sigtuna, Solna, Sundbyberg och Upplands-Bro. Dessa följer befolkningstätheten med majoriteten av platserna i Sundbyberg och Solna. Under sommaren var platserna utspridda över Danderyd, Solna, Täby och Vaxholm.

Vintern 2017/2018 hade 11 provplatser och 15 provtagningar och sommaren 2018 hade 15 provplatser och 16 provtagningar. Under vintern var provplatserna jämnt fördelade över Danderyd, Norrtälje, Sigtuna, Solna, Upplands-Bro och Täby. Provplatserna under sommaren var jämnt utspridda över samtliga kommuner med undantag från Danderyd, Norrtälje, Vaxholm och Österåker.

Undersökningen har inte givit någon ytterligare information avseende på samband mellan nodernas placering eller olika säsongsböenden. Dock har det i vissa fall, såsom för antal prov tagna efter klagomål per säsong, visat sig ge andra resultat än de som erhållits efter analys av excel-filen.

5. Diskussion

De klagomål som är relevanta både i denna rapport och ur ett mer teknisk och regulatoriskt perspektiv, är de som berör något nära eller överskridande av en kvalitetsgräns. Dessa utgör ungefär hälften av alla inkomna klagomål som registreras av Norrvatten. Mer specifikt handlar en stor majoritet av dessa om besvär med vattnets lukt, smak och utseende, vilket vanligen faller inom kategori lukt och smak, dvs inom kategori A.

De relevanta klagomålen för rapporten innefattar ungefär hälften av de totalt inkomna klagomålen. Detta stämmer för samtliga klagomål oavsett kategori. Som tidigare har illustrerats, skiljer det sig dock mycket om de sorteras efter kommuner. Proportionerna växlar för varje kommun och för vissa indelningar är de enda inkomna klagomålen från punkter som visat ha förhöjda halter av någon parameter. Det är också intressant att bemärka att dessa klagomål visar indikation för ett samband mellan antal klagomål per capita och befolkningstätheten. Detta med undantag från Solna och Sundbyberg. Även Vaxholm avviker från resterande kommuner. Det kan vara så att Solna inte skickar alla prover till Norrvatten och med det kan dess avvikelser i sambandet möjligen förklaras. Sambandet verkar alltså stämma till högre grad för kommuner med en befolkningstäthet på under 2000 invånare per km². Sannolikt är det på grund av kommunens distributionssystem.

A som den vanligaste kategorin stämmer dock både sett som en helhet och sorterade efter kommun. De överlägset vanligaste problemen är också kopplade till parametrarna *järn* och *odlingsbara mikroorganismer, 22° C, 3 dygn*. Dessa båda klassas vanligtvis som kategori A och B, vilket får uppdelningen att vara tämligen rimlig.

Baserat på järnets påverkan på vatten, där det kan påverka färgtal samt lukt och smak, är det i klagomålen grundat att kategorisera besvär med järn som B eller A. Detta visar att järn då antagligen varit det av konsumenten uppfattade problemet. Dock har högjärnhaltigt vatten ibland fallit under kategori F, och då även en enstaka gång i fallet där järn är ensam överskridande parameter. En förklaring till att vattnet kunnat ge magbesvär baserat på provresultaten har alltså inte funnits, då järn inte känt ger sådana besvär. I ett annat fall har järn varit överskridande parameter tillsammans med *lukt för 20° C*, inte heller här finns en förklaring till varför vattnet orsakat magsjuka. (Det tredje fallet involverade istället *odlingsbara mikroorganismer, 22° C, 3 dygn* och magsjukan kan då ha orsakats av bakteriehalten i det fallet.) Fall som dessa två fall kan behöva undersökas vidare då järn var den enda överskridna parametern och inte känt orsakar besvär som faller under kategori F.

Odlingsbara mikroorganismer faller även det i rimliga kategorier; A, B och F, för problem de känt kan orsaka. I dricksvattenföreskrifterna som nämns i litteraturen orsakar närvaro av mikroorganismer grumlighet, lukt och även i vissa fall magsjuka. Ett klagomål där vattnet haft odlingsbara mikroorganismer som överskriden parameter klassades emellertid som kategori C. I detta fall då mikroorganismer klassades som kategori C var det även ensam överskriden parameter, och bör då inte ge kemiska problem med vattnet. I fall som detta bör orsaken till konsumentens klagomål vara på grund av ett annat problem med dricksvattnet som inte hittats vid provtagning, alternativt vara ett misstag hos konsumenten.

Inga inkomna klagomål har visat sig ha starka samband inom någon kommun, inga besvär av samma karaktär återfinns ofta inom samma kommun. Ett mönster som visar områden där vattenproverna haft samma överskridande parameter ses inte heller. Inget av dessa klagomål har heller varit återkommande i samma nod, besvären som upplevts har alltså varit isolerade och inte dykt upp i samma nod upprepade gånger. Besvären med vatten verkar vara sporadiska och utan tydligt samband inom kommunerna. Det har inte heller hittats samband mellan parameter och årstid utöver det att det inkommer generellt fler klagomål på vinterhalvåret än på sommarhalvåret, men även detta är ett svagt samband.

Spolning sker av vissa provpunkter, inget tydligt samband för vilka punkter och när detta sker observerades. Jämförelsen av provresultat för innan och efter spolning skiljer sig inte märkbart för besvär med överskridna kemiska parametrar, men har bättre resultat för problem med mikrobiologiska parametrar. Spolning ger där till exempel aldrig högre parametervärden, och ger oftast lägre värden. De kemiska parametrarna har å andra sidan ibland visat högre värden, men för majoriteten av fallen gett liknande parametervärden som innan spolning.

Detta kan möjligtvis vara för att stillastående vatten kan ha mer bakterietillväxt. Spolas då ledningarna med vatten ersätts det bakteriefyllda vattnet med nytt vatten, vattnet får cirkulera. Bakteriell tillväxt kan också till större del vara en tillväxt i själva vattnet, och spolas därmed bort med en cirkulation av vattnet. De kemiska, vanligen järn, kan vara från ledningarna i sig eller en närvarande förorening. Kemiska parametrar har inte på samma sätt tillväxt i stillastående vatten, i så fall som upplösning av metaller i vattnet. Denna upplösning försvinner då ändå inte med vattnet utan stannar som extern källa till förorening i noden och leder till fortsatta besvär med dricksvattnet i punkten. Dock gäller denna teori mer generellt metaller och odlingsbara mikroorganismer eller långsamväxande bakterier.

Halter i vattnet av en parameter såsom koliforma bakterier måste också ha varit resultat av yttre föroreningar som trängt in i vattendistributionssystemet. Detta bör

då kanske försöka spåras om problemen inte blir bättre av spolning och även då de är återkommande, vilket det hittills inte varit.

Användandet av VA-banken gav i stora delar samma resultat som analysen av excel-filen, bortsett från att det i VA-banken var fler provtagningar under sommaren medan det i excel-filen var fler under vintern. I analys av excel-filen har klagomålen dock jämförts per år, alltså att klagomålen på vintern räknats för samma år. VA-bankens klagomål har delats in per sammanhängande säsong och det kan vara något som påverkat jämförelsen av resultaten. I VA-banken går det inte heller att avgöra huruvida vissa klagomål hänger ihop eller inte, alltså om vissa av proverna som redovisas i kartan är uppföljningar till andra klagomål, i excel-filen grupperades och räknades ihopstående klagomål som ett. VA-banken styrker emellertid resterande resultat men ger inte fler tydliga samband för klagomålens placering. Något som är värt att nämna är dock att det i VA-banken, sett separat på de sista två åren, endast är 2018 vars klagomål följer befolkningstätheten. Samma samband observeras inte för 2019. Dock går det att fördjupa sig ytterligare i kartor, där det går att se till exempel geologiska förhållanden, topografi och närhet till vattenreservoarer. Det skulle även gå att undersöka huruvida klagomålen och dess mönster förhåller sig till Norrvattens egna stickprovsmätningar, jämförelsen kan visa sig relevant för att se vad som upplevs som problem för konsumenter och ge en annan sida av mönstret klagomålen följer.

Hade alla inkomna klagomål beaktats i rapporten skulle det vara fokus på en annan typ av samband. Det skulle istället vara mönster på när, varför och hur konsumenten valde att klaga på sitt vatten, istället för att utefter klagomål se mönster på problem med vattenkvaliteten. Till exempel för att se om det fanns återkommande inkomna klagomål från samma punkt även om det inte var något tekniskt fel med vattnet enligt mätningarna skulle kunna undersökas. Fokuset skulle alltså mer vara på konsumentens upplevelse och inte på vattenkvaliteten i sig. I kontrast skulle det istället vara en mer teknisk analys om studien i VA-banken varit mer genomgående, och Norrvattens stickprovsundersökningar använts som jämförelse för att leta samband på besvär på vattennätet. Undersökningen som den är nu har sina begränsningar då den är översiktlig om de tekniska problemen som upplevs av konsumenterna och inte mycket utöver det.

Studie av vattenkvalitet är viktigt för underhåll av systemen och för att vidta möjliga åtgärder för problem. Rent vatten är en viktig resurs för samhället och på individnivå livsviktigt, både för intag och generell användning för till exempel disk, dusch och tvätt. Förenta Nationernas sjätte globala mål är att det ska finnas rent vatten och sanitet för alla, vilket bara belyser vikten av detta. I mindre generella termer är detta arbete viktigt för Norrvatten och alla kommuner och människor kopplade till dess nät. De behöver se om klagomålen leder till samband och om det då finns åtgärder

att vidta till dessa problem. Konsumenterna ska ha så lite besvär som möjligt med vattnet och kunna nyttja det som de behöver. Vissa beskrivna parametrar som beskrivs i rapporten har gränsvärden angivna i Livsmedelsverkets föreskrifter enbart av estetiska skäl och många andra sina gränser satta på grund av att användningen av vatten i vardagen, utöver direkt intag som dricksvatten, kan påverkas. Några gränser är dock satta för ämnenas och mikroorganismernas påverkan på människors hälsa. Alla dessa anledningar är viktiga för vattenkonsumtionen även om de estetiska besvären kan ses som sekundära. Beroendet av rent dricksvatten för bruk och intag är stort och det är viktigt att det finns och kan fylla sin funktion.

6. Slutsats

Sambanden som hittats i undersökningen är svaga. Det enda någorlunda tydliga har varit mellan klagomål per capita och befolkningstätheten varav det vanligaste klagomålet är om besvär med vattnets lukt och smak. Det senare gäller oavsett kommun och sortering.

De vanligast överskridna parametrarna är *järn* och *odlingsbara mikroorganismer*, *22°C*, *3 dygn*, och kategorierna dessa faller inom är oftast rimliga om de relateras till kända fakta. Samband mellan platser och årstider kan inte heller konstateras, varken från analys av given excel-fil eller från VA-banken.

Spolning sker utan något märkbart samband mellan valda noder och ger bättre resultat för mikrobiologiska besvär än för kemiska besvär. Detta kan bero på att stillasittande vatten har större möjlighet till mikrobiologisk tillväxt i sig, medan kemisk påverkan sker på grund av yttre faktorer som inte påverkas av spolning i ledningen.

Sett från Norrvattens perspektiv är undersökningens resultat viktiga för att de ska kunna förse de människor som tar del av distributionsnätet med rent vatten. Vikten för Norrvattens förseelse av rent vatten i dess nät leder naturligtvis till att även konsumenterna av Norrvattens dricksvatten gynnas av studien. Tillgången till tjänligt dricksvatten är fundamental för samhällen och att de ansatta och reglerade gränserna följs är nödvändigt för en ändamålsenlighet i människors vattenanvändning.

7. Referenser

Balmér P, Svenskt Vatten Utveckling, 2015. *Parametrar för organiskt material i avloppsvatten och slam och något om deras användning.*

http://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport_2015-11.pdf

Förenta Nationerna, FN, 2020a. *Mål 6: Rent vatten och sanitet för alla.*

<https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-6-rent-vatten-och-sanitet/>
(Hämtad 2020-04-27)

Förenta Nationerna, FN, 2020b. *Om oss- UNDP och Globala målen.*

<https://www.globalamalen.se/om-undp/> (Hämtad 2020-04-27)

Kaleta, J; Puzkarewicz, A, 2019. *Influence of Water Hardness on the Effectiveness of Coagulation of Humic Compounds.*

http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-30294f67-310f-42fb-9051-b88902b944ed/c/16_Kaleta_i_in_Influence_of_Water_JEE_2019_6.pdf

Knutsson, G; Morfeldt, C-O, 2002. *Grundvatten teori & tillämpning.* 3. uppl. Stockholm: Svenskt Tryck AB.

Krupinska, I, 2020. *Aluminium Drinking Water Treatment Residuals and Their Toxic Impact on Human Health.*

<https://www.mdpi.com/1420-3049/25/3/641>

Livsmedelsverket, 2017. *Clostridium Perfringens.*

<https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/175/clostridium-perfringens>
(Hämtad 2020-04-27)

Livsmedelsverket, 2018. *Riktvärden och åtgärdsgränser för vissa ämnen.*

<http://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/381/riktvarden-och-atgardsgranser-for-vissa-amnen> (Hämtad 2020-04-27)

Livsmedelsverket, 2019a. *Kemiska och radioaktiva parametrar.*

<http://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/380/kemiska-och-radioaktiva-parametrar> (Hämtad 2020-04-27)

Livsmedelsverket, 2019b. *N- dricksvattenanläggningar.*

<http://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/250/n-dricksvattenanlaggningar>
(Hämtad 2020-04-27)

Livsmedelsverket, 2019c. *Distribution*.

<https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/357/distribution> (Hämtad 2020-04-27)

Livsmedelsverket, 2019d. *Mikrobiologiska Parametrar*.

<https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/379/mikrobiologiska-parametrar> (Hämtad 2020-04-27)

LIVSFS 2017:2. *Livsmedelsverkets föreskrifter om ändring i Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten*.

https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/om-oss/lagstiftning/dricksvatten---naturl-mineralv---kallv/livsfs-2017-2_webb.pdf

Mhlongo, N.T; Tekere, M; Sibanda, T, 2019. *Prevalence and public health implications of mycotoxigenic fungi in treated drinking water systems*.

<https://iwaponline-com.focus.lib.kth.se/jwh/article/17/4/517/67495/Prevalence-and-public-health-implications-of>

Norrvatten, u.å.a. *Om Norrvatten*.

<https://www.norrvatten.se/-Om-Norrvatten/> (Hämtad 2020-04-27)

Norrvatten, u.å.b. *90 år med det godaste vattnet från Mälaren*.

https://www.norrvatten.se/contentassets/f5f8402168444bb3916178b90c898afe/nv-jubileumsbroschyr_webb-002.pdf (Hämtad 2020-04-27)

Pereira, V.J; Basílio, M.C; Fernandes, D; Domingues, M; Paiva, J.M; Benolie, M.J; Crespo, M.T; San Romão, M.V, 2009. *Occurrence of filamentous fungi and yeasts in three different drinking water sources*.

<https://www-sciencedirect-com.focus.lib.kth.se/science/article/pii/S004313540900325X>

Sengupta, P, 2013. *Potential Health Impacts of Hard Water*.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3775162/>

SLVFS 2001:30. *Statens livsmedelsverks föreskrifter om dricksvatten*.

https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/om-oss/lagstiftning/dricksvatten---naturl-mineralv---kallv/slvfs-2001-30-hela_foreskriften.pdf

Svenskt Vatten, 2010. *Dricksvattenteknik 1*. Stockholm: Svenskt Vatten AB.

Svenskt Vatten, 2011. *Dricksvattenteknik 4*. Stockholm: Svenskt Vatten AB.

Svenskt Vatten, 2019. *Branschriktlinjer för råvattenkvalitet*.
<https://www.svensktvatten.se/vattentjanster/dricksvatten/ravatten/ravattenkvalitet/>
(Hämtad 2020-04-27)

Tambaru, D; Djahi, B. S; Ndi, M. Z, 2018. *The effects of hard water consumption on kidney function: Insights from mathematical modelling*.
<https://aip-scitation-org.focus.lib.kth.se/doi/10.1063/1.5026092>

Washington State Department of Health, WSDH, 2016. *Coliform Bacteria and Drinking Water*.
<https://www.doh.wa.gov/Portals/1/Documents/Pubs/331-181.pdf>

Wisconsin Department of Health, WDH, 2011. *Human Health Hazards: Aluminium in Drinking Water*.
<https://www.dhs.wisconsin.gov/publications/po/p00261.pdf>

World Health Organization, WHO, 2003a. *Chlorine in Drinking-water*.
https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chlorine.pdf

World Health Organization, WHO, 2003b. *Aluminium in Drinking-water*.
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75362/WHO_SDE_WSH_03.04_53_eng.pdf?se

World Health Organization, WHO, 2011. *Guidelines for Drinking-water Quality*. 4. uppl.
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-eng.pdf;jsessionid=89D5C83468F6CEFoFFCF138D2Fo6EBC5?sequence=1>

Bildkällor

Norrvatten, u.å.c. *Medlemskommuner*.

https://www.norrvatten.se/globalassets/sidblock/medlemskommuner/medlemskommuner_ny_800.png (Hämtad 2020-04-27)

Norrvatten, 2020c. *Sök examensarbete på Norrvatten*.

<https://www.norrvatten.se/Press/Nyhetsarkiv/nyheter-2020/sok-examensarbete-pa-norrvatten/> (Hämtad 2020-04-27)

8. Bilaga

Tabell med kvalitetsgränser för dricksvatten hos användaren. Hämtat från Livsmedelsverket (Livsmedelsverket 2019a; 2019d).

Parameter	Tjänligt med anmärkning	Otjänligt
Mikrobiologisk		
Aktinomyceter	100/100 ml	
Clostridium Perfringens	Påvisad i 100 ml	
E.coli		Påvisad i 100 ml
Intestinala enterokocker		Påvisad i 100 ml
Koliforma bakterier	Påvisad i 100 ml	10/100 ml
Långsamväxande bakterier	5000/ml	
Mikrosvamp	100/100 ml	
Odlingsbara mikroorganismer vid 22°C	100/ml	
Kemisk		
Akrylamid, beräknad		0.10 µg/l
Aluminium	0.100 mg/l	
Ammonium	0.50 mg/l	
Antimon		5.0 µg/l
Arsenik		10 µg/l
Bekämpningsmedel-enskilda		0.10 µg/l eller 0.030 µg/l
Bekämpningsmedel-totalhalt		0.50 µg/l
Bensen		1.0 µg/l

Bens(a)pyren		0.010 µg/l
Bly		10 µg/l
Bor		1.0 mg/l
Bromat		10 µg/l
Cyanid		50 µg/l
Epiklorhydrin, beräknad		0.10 µg/l
1,2-dikloretan		3.0 µg/l
Fluorid		1.5 mg/l
Färg	30 mg/l Pt	
Indikativ dos	0.10 mSv/år	
Järn	0.200 mg/l	
Kadmium	5.0 µg/l	
Kalcium	100 mg/l	
Klor, total aktiv	0.4 mg/l Cl ₂	
Klorid	100 mg/l	
Konduktivitet	250 mS/m	
Koppar	0.20 mg/l	2.0 mg/l
Krom	50 µg/l	
Kvicksilver	1.0 µg/l	
Lukt	Svag	Tydlig eller mycket stark
Magnesium	30 mg/l	
Mangan	0.050 mg/l	
Natrium	100 mg/l	
Nickel		20 µg/l
Nitrat	20 mg/l	50 mg/l
Nitrit		0.50 mg/l

Oxiderbarhet (permanganatindex)	4.0 mg/l O ₂	
pH	<6.5>9.5	10.5
Polycykliska aromatiska kolväten		0.10 µg/l
Radon	>100 Bq/l	>1000 Bq/l
Selen		10 µg/l
Smak	Svag	Tydlig eller mycket stark
Sulfat	100 mg/l	
Tetrakloreten och trikloreten	10 µg/l	
Totalt organiskt klor	Ska motsvara det för oxiderbarhet	
Trihalometaner- totalt	50 µg/l	100 µg/l
Turbiditet	1.5 FNU, NTU	
Vinylklorid, beräknad		0.50 µg/l

TRITA TRITA-ABE-MBT-20501