



Høgskulen på Vestlandet

Master Thesis

ING5002

Predefinert informasjon

Startdato:	09-05-2020 09:00	Termin:	2020 VÅR
Sluttdato:	02-06-2020 14:00	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Masteroppgave		
SIS-kode:	203 ING5002 1 MOPPG 2020 VÅR HAUGESUND		
Intern sensor:	(Anonymisert)		

Deltaker

Kandidatnr.:	302
--------------	-----

Informasjon fra deltaker

Tittel *:	Beskyttelse av drikkevann i forbindelse med sprinkleranlegg, og de brannsikkerhetsmessige utfordringer dette medfører
Engelsk tittel *:	Protection of drinking water associated with fire sprinkler systems, and the challenges this causes in a fire safety context

Egenerklæring *: Ja Inneholder besvarelsen Nei
konfidensielt
materiale?:

Jeg bekrefter at jeg har Ja
registrert
oppgavetittelen på
norsk og engelsk i
StudentWeb og vet at
denne vil stå på
vitnemålet mitt *:

Jeg godkjenner avtalen om publisering av masteroppgaven min *

Ja

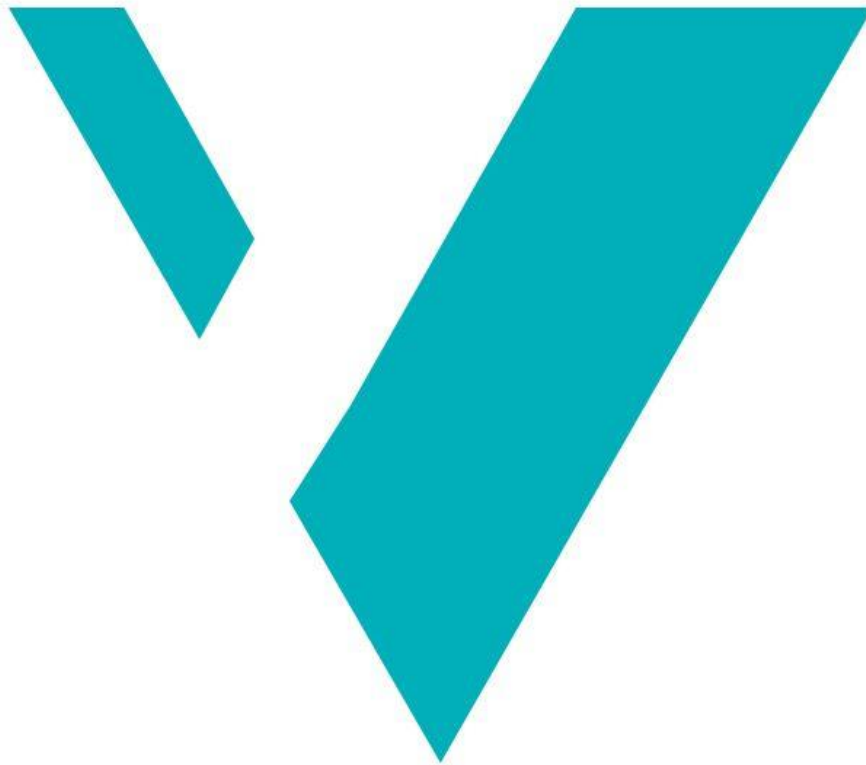
Er masteroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? *

Nei

Er masteroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? *

Nei

Beskyttelse av drikkevann i forbindelse med sprinkleranlegg, og de brannsikkerhetsmessige utfordringer dette medfører



Sindre Fosnes

Høgskulen på Vestlandet

Masteroppgave i Brannsikkerhet

Haugesund

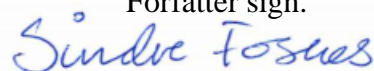
Mai 2020

Beskyttelse av drikkevann i forbindelse med sprinkleranlegg, og de brannsikkerhetsmessige utfordringer dette medfører

Masteroppgave i Brannsikkerhet

Forfatter:
Sindre Fosnes

Forfatter sign.



Oppgaven uttatt:
Høst 2019

Åpen oppgave

Veileder: Kristian Grimstvedt

Ekstern veileder: Ronny Samuelsen (Multiconsult AS)

Stikkord:

Tilbakestrømning
Tilbakeslag
Tilbakeslagsventil
Sprinkleranlegg
Drikkevannskvalitet
Brannsikkerhet

Antall sider: 118

+

Vedlegg: 41

Fjerdingby/Haugesund, 31. mai 2020

Dette arbeidet er gjennomført som ledd i masterprogrammet i brannsikkerhet ved Høgskulen på Vestlandet. Studenten(e) står selv ansvarlig for metodene som er anvendt, resultatene som er fremkommet og konklusjoner og vurderinger i arbeidet.

Forord

Denne oppgaven er siste del av masterstudie i brannsikkerhet ved *Høgskolen på Vestlandet* (HVL). Oppgaven utgjør 60 studiepoeng og er skrevet på normert tid, ved siden av en 60 % stilling som kontrollingeniør i *Kontroll & Rådgivning AS*.

I forbindelse med hjelp og veiledning til masteroppgaven ønsker jeg å gi følgende personer en velfortjent oppmerksomhet:

- Mine veiledere, Kristian Grimstvedt og Ronny Samuelsen, som har vært gode støttespillere samt at dere har kommet med konstruktive innspill og rettledning gjennom hele prosessen.
- Opplysningskontoret for automatiske slokkeanlegg (OFAS) og Brannteknisk forening (BTF) for økonomisk støtte til å kunne utføre vannprøver.
- Stefan Owe Andersson, for gode tips og rettledning i forbindelse med risikoanalysene.
- Fredrik Ording, som har vært med på utarbeidelsen av *VA/Miljø-blad nr. 61*, for gode tips og alt materiale som ble delt.
- Min samboer, Malin Danielsen, som har kommet med gode råd og lest korrektur.
- Min mor, Gunvor Steine Tufte, som har veiledet og lest korrektur.
- Mine kollegaer Frank Elton, Martin Slettingdalen og Magne Nilsen for god hjelp og konstruktive innspill.
- Marius Amundsen, for hjelpen med illustrasjoner.
- Tom Fjordvang og Roar Aarø Syvertsen i *Resideo*, for omvisning, veiledning og opplæring.
- Og alle som har bidratt med svar på spørsmål i den kvalitative kartleggingen, eller som har kommet med tips og kontakter som kunne være av interesse for meg.

Uten dere ville ikke dette gått, tusen takk for hjelpen!



Fjerdingby/Haugesund, 31. mai 2020

Sammendrag

Sprinkleranlegg er det mest utbredte automatiske slokkesystemet i Norge. Her til lands forsynes de fleste sprinkleranlegg fra vannforsyningsnettet, som også forsyner oss med drikkevann. Påkobling av sprinkleranlegg på vannforsyningsnettet utgjør derfor en potensiell trussel for tilbakestrømning/tilbakeslag av stillestående, partikkelholdig og misfarget sprinklervann til drikkevannet.

Sprinklervann blir i henhold til *VA/Miljø-blad nr. 61* plassert i væskekategori 3, noe som skulle medføre at sprinkleranlegg ble beskyttet med kategori 3-sikringstiltak. Kategori 3-tilbakeslagsventiler finnes dessverre ikke i riktig dimensjoner for sprinkleranlegg, slik at kategori 2-tilbakeslagsventiler eller kategori 4-tilbakeslagsventiler er de aktuelle alternativene. I sprinklerbransjen virker det å være en generell oppfatning om at kategori 4-tilbakeslagsventiler ikke tilfredsstiller brannsikkerheten. Dette grunnet frykten for driftssikkerheten til sprinkleranlegget, i form av trykktap og gjengroing av det finmaskede filteret i forkant av kategori 4-ventilen. De som jobber med vannforsyning og drikkevannskvalitet virker ikke å dele samme oppfatning.

Økt fokus på tilbakeslagssikring i nyere tid har medført økt omfang av tilbakeslagsventiler. Det er derfor uheldig at det er ulike krav til tilbakestrømningsbeskyttelse i kommunene. Dette skyldes i stor grad at det ikke foreligger en omforent løsning som alle kan akseptere. Denne oppgaven har derfor som formål å bidra til fremtidige beslutningsprosesser rundt valg av tilbakestrømningsbeskyttelse for sprinkleranlegg. Oppgaven baseres på praktiske forsøk i form av vannprøver fra ti sprinkleranlegg for å kartlegge innholdsstoffene i sprinklervann. I tillegg er det utført en gjennomgang av litteratur og kvalitativ kartlegging samt risikoanalyser som omhandler brannsikkerhet og helserisiko.

Resultatene fra vannprøvene viser at drikkevannsforskriftens grenseverdi/tiltaksgrense overskrides for parameteren bly i tre av ti vannprøver. For jern overskrides grensen i alle vannprøver, mens det for mangan overskrides for alle sprinkleranlegg utenom ett. For parameterne kimentall og pH er det kun en av vannprøvene som har verdier over grenseverdi/tiltaksgrense. Unormal farge og lukt ble også observert under prøvetaking av vannprøvene. Legionella ble ikke påvist i noen av vannprøvene. Det vil trolig være parameterne jern og bly som utgjør størst fare ved tilbakeslag. Denne faren må ses i sammenheng med den lave sannsynligheten for at mennesker kan bli utsatt for slike mengder som er benyttet i helserisikoanalysen, og ukritisk drikke vannet uten å reagere på endret farge, smak og lukt. Det er likevel en viss sannsynlighet for uheldige helseeffekter, noe som medfører et behov for en tilbakestrømningsbeskyttelse som ivaretar drikkevannskvaliteten.

Med bakgrunn i funn i denne oppgaven kan det argumenteres for at det trengs nye løsninger som tilfredsstiller både drikkevannskvalitet og brannsikkerhet. Det foreslås derfor tre alternativer som mulige forbedringer av dagens løsninger:

1. EA-tilbakeslagsventil og grovsil med spylefunksjon/tømmeventil
2. Dobbel EA-tilbakeslagsventil og grovsil med spylefunksjon/tømmeventil
3. Oppgradere dagens BA-tilbakeslagsventiler med tanke på å minimere trykktap eller importere fra utenlandske produsenter. Det må også installeres grovsil med spylefunksjon/tømmeventil oppstrøms ventilen

Alle løsningene forutsetter innvendig montering i sprinklersentral. Felles for de tre alternativene er at eventuelle frostvæskedytende endeanlegg i tillegg bør utstyres med en enkel EA-tilbakeslagsventil plassert oppstrøms påfylling av frostvæske på selve endeanlegget. Alternativ 1 og 2 anbefales fremfor alternativ 3, fordi trykktapet vil være lavere over disse tilbakeslagsventil-løsningene, samt at de vil være enklere å montere, etterse, vedlikeholde og kontrollere korrekt.

Abstract

Fire Sprinkler System is the most common automatic fire suppression system in Norway. Most of the systems in Norway is fed with water directly from the city mains, which also is the source to our drinking water. This connection therefore poses a potential threat of backflow of miscoloured and stagnant water containing several particles.

The fire sprinkler water is categorised in fluid category 3 by the *VA/Miljø-blad nr. 61*. This should lead to fire sprinkler systems being protected with category 3-safety measures. Unfortunately, category 3-backflow preventers are not manufactured in the right dimensions for application with fire sprinkler systems. The only options then become category 2-backflow preventers or category 4-backflow preventers. The general opinion of the people in the sprinkler business is that the category 4-backflow preventers poses some fire safety issues, with regards to the pressure loss and that the fine mesh filter/strainer upstream the backflow preventer can be crammed or blocked. This opinion is not sheared by the people working with water quality and delivering water.

In recent times the focus on backflow prevention has been increased, making the backflow preventers more common. Therefore, it is unfortunate that the different municipalities do not have equal demands with regards to backflow prevention. This is mainly caused by the lack of a good and uniform solution both sides can agree on. The aim of this thesis is to contribute to future decision-making processes with regards to choosing a universal backflow prevention device for fire sprinkler systems. This thesis is based on analysis of water samples of ten fire sprinkler systems, to map the contents of sprinkler water. In addition, there are conducted a literature review and "quantitative mapping" as well as risk analyses with fire safety and health risk as focus.

The threshold limits of the Drinking Water Regulations are exceeded for lead in 3/10 fire sprinkler systems. For iron, all sprinkler systems had concentrations above the threshold limit. 9/10 sprinkler systems had manganese-concentrations above the threshold limit. In 1/10 sprinkler systems the limits of both pH and *Colony counts of heterotrophic bacteria* was exceeded. Significant odour and colour changes were observed during the process of water sampling. Legionella was not detected by any of the water samples. The most damage potential will likely be associated with the parameters lead and iron. This potential must be evaluated with respect to the low probability of people getting exposed to the concentrations used in the health risk analysis, and unknowingly drinking water which most likely will differ from normal water in taste, appearance and odour. Still, there will be some possibility of adverse health effects with regards to backflow from fire sprinkler systems. Therefore, there is a need of a backflow preventer which assure the drinking water quality.

Based on findings in this thesis there are a need for new solutions which both provide safety with regards to drinking water quality and fire safety. 3 alternatives for improvements are listed below:

1. EA-backflow preventer and coarse gridded filter/strainer with drain valve
2. Double EA-backflow preventer and coarse gridded filter/strainer with drain valve
3. Upgrading the recent BA-backflow preventer with regards to minimize pressure loss, or importing valves from foreign manufacturers. A coarse gridded filter/strainer with drain valve must also be installed upstream the backflow preventer.

All alternatives require the valves to be mounted indoors in the sprinkler room. Furthermore, eventual antifreeze-sections of the system needs to be protected with an EA-backflow preventer placed upstream antifreeze refill-valves. Alternative 1 and 2 are recommended over alternative 3, because the pressure loss will be lesser in these two set ups. In addition, correct installation, service and inspection will be easier with these solutions.

Innhold

Forord.....	i
Sammendrag	ii
Abstract	iii
Figurliste.....	vii
Tabell-liste	viii
Definisjoner	ix
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Problemstilling og formål.....	2
1.3 Tidligere arbeid	2
1.4 Begrensninger/avgrensninger.....	3
2 Teori	5
2.1 Vanninfrastruktur	5
2.1.1 Materialer i vannforsyningsnettet.....	6
2.2 Drikkevannskvalitet og helse.....	6
2.2.1 Stoffer i vann	6
2.2.2 Forurensning av vann-nettet.....	11
2.3 Lovverk.....	13
2.3.1 Lover, forskrifter, standarder og veiledninger	13
2.3.2 Krav om/til tilbakestrømningsbeskyttelse	17
2.4 Tekniske installasjoner.....	20
2.4.1 Sprinkleranlegg	20
2.4.2 Tilbakestrømningsbeskyttelse/tilbakeslagssikring	25
2.4.3 Pålitelighet/driftssikkerhet.....	32
3 Metode	34
3.1 Gjennomgang av litteratur.....	34
3.2 Kvalitativ kartlegging	35
3.3 Forsøk – vannprøver	35
3.4 Risikoanalyser.....	39
3.4.1 Grovanalyse brannssikkerhet.....	39
3.4.2 Helserisikoanalyse.....	39
3.5 Metodekombinasjon	40
3.5.1 Gjennomgang av litteratur	40
3.5.2 Kvalitativ kartlegging.....	40
3.5.3 Forsøk – vannprøver	40

3.5.4	Risikoanalyser	40
4	Gjennomgang av litteratur og kvalitativ kartlegging.....	42
4.1	Gjennomgang av litteratur.....	42
4.1.1	Tilbakestrømningshendelser og konsekvenser av slike hendelser	42
4.1.2	Tidligere vannprøver av sprinkleranlegg.....	48
4.1.3	Legionella i rørsystemer	51
4.1.4	Forskjellige løsninger - Tilbakeslagsventiler i forbindelse med sprinkleranlegg	51
4.1.5	Feilrate tilbakeslagsventiler.....	53
4.2	Kvalitativ kartlegging	54
4.2.1	Kommunikasjon med forskjellige kommuner.....	54
4.2.2	Kommunikasjon med andre aktører	57
4.3	Tabell med oversikt over tilbakestrømningshendelser	58
5	Forsøksresultater	60
6	Risikoanalyser	64
6.1	Grovanalyse brannsikkerhet	64
6.1.1	Innledning.....	64
6.1.2	Fareidentifikasjon	66
6.1.3	Frekvensvurdering	67
6.1.4	Konsekvensvurdering.....	68
6.1.5	Vurdering av risiko	69
6.1.6	Risikoreduserende tiltak	71
6.2	Helserisikoanalyse	72
6.2.1	Jern.....	72
6.2.2	Bly	75
6.2.3	Mangan	76
6.2.4	Kimtall	78
6.2.5	Sink.....	79
6.2.6	Felles eksponeringsvurdering for alle stoffer/parametere i denne analysen	81
6.2.7	Risikokarakterisering.....	83
7	Diskusjon	85
7.1	Hvorfor og hvordan skjer tilbakestrømning fra sprinkleranlegg	85
7.2	Risiko forbundet med tilbakestrømning fra sprinkleranlegg	85
7.3	Påvirkning på brannsikkerheten, potensielle løsninger og fremtidig arbeid.....	91
7.3.1	Dagens løsninger for tilbakestrømningsbeskyttelse av sprinkleranlegg.....	91
7.3.2	Mulige løsninger for tilbakestrømningsbeskyttelse av sprinkleranlegg	93
7.3.3	Andre forhold som påvirker brannsikkerhet i forbindelse med sprinkleranlegg	96

7.3.4	Fremtidig arbeid	97
7.4	Usikkerheter, feilkilder og svakheter ved benyttede metoder	97
7.4.1	Kvalitativ kartlegging og gjennomgang av litteratur	97
7.4.2	Vannprøver	98
7.4.3	Risikoanalyser	99
8	Konklusjon	100
9	Referanser	101
	Vedlegg	I
	Vedlegg A: Prosedyre og utstyrsliste for vannprøver	I
	Vedlegg B: Risikomatrise Oslo Kommune	II
	Vedlegg C: Informasjon i forbindelse med Tilbakestrømningshendelse 14	III
	Vedlegg D: Informasjon i forbindelse med Tilbakestrømningshendelse 15	IV
	Vedlegg E: Resultater fra vannprøve-analyser utført av NRV Noranalyse (Prøve C,D,E,F)	XIX
	Vedlegg F: Resultater fra vannprøve-analyser utført av ALS Global (Prøve A,B,G,H,I,J)	XXII
	Vedlegg G: Sammenstilling av analyseresultater fra vannprøver utført i Norge og Sverige	XXXVIII
	Vedlegg H: Bilder av feilmontert BA-tilbakeslagsventil	XL
	Vedlegg I: Alternativ løsning EA-tilbakeslagsventil	XLI

Figurliste

Figur 1 - Venstre side av figuren illustrerer en grov oversikt over distribusjonssystemet for vann (blå piler). (Norsk Vann) [16]	5
Figur 2 - Lover og forskrifter som styrer brannsikkerheten i byggefase og bruksfase	14
Figur 3 - Et våtanlegg (utsnitt av poster, gjengitt med tillatelse fra Viking Group Inc.) [38].....	21
Figur 4 - Illustrasjon av sprinklerhode og dets virkemåte (Illustrasjon er laget av Marius Amundsen) ..	22
Figur 5 - Tilkobling av sprinkleranlegg på kommunal vannforsyning [40]	23
Figur 6 – Utdrag fra Oslo Kommune VA-norm vedlegg 162. Gult representerer privat eiendom og blått representerer kommunal eiendom [41]	24
Figur 7 – Illustrasjonsbilde av innsiden på en BA-ventil (Skjermdump fra youtube-video. Redigert av forfatter for å illustrere forskjellige trykksoner med tall) [43]	26
Figur 8 – BA300 tilbakeslagsventil av merket Honeywell Home (Gjengitt med tillatelse fra Resideo Technologies, Inc) [42]	26
Figur 9 - CA295 tilbakeslagsventil av merket Honeywell Home (Gjengitt med tillatelse fra Resideo Technologies, Inc) [47]	29
Figur 10 - RV283S tilbakeslagsventil av merket Honeywell Home (Gjengitt med tillatelse fra Resideo Technologies, Inc) [48]	29
Figur 11 - Trykktapskur for EA-ventil. (Gjengitt med tillatelse fra Resideo Technologies, Inc) [48]...	31
Figur 12 - Trykktapskur for BA-ventil. (Gjengitt med tillatelse fra Resideo Technologies, Inc) [42] ..	31
Figur 13 - Tappekuppunkt via C-manometer er vist på ett av anleggene som det ble tatt vannprøver av ..	36
Figur 14 - Tappekuppunkt via drenering/avløp er vist på ett av anleggene som det ble tatt vannprøver av. Blå piler er lagt til for å illustrere hvor sprinklervannet ble tappet fra	36
Figur 15 - Tappekuppunkt via plugg like nedstrøms sprinklerventil er vist på ett av anleggene som det ble tatt vannprøver av	37
Figur 16 - Utsnitt fra forelesningsnotat [55] som illustrerer gangen i en helserisikoanalyse	39
Figur 17 - Sammenheng mellom de forskjellige delene av metodikken	41
Figur 18 - Oversiktsbilde som illustrerer hvordan sprinkleranleggene var koblet til drikkevannet. [56]	43
Figur 19 – Bildet til venstre er av innsiden av tilbakeslagsventil på glykolsløyfe. Bildet til høyre er av tilhørende ventilkjøff	57
Figur 20 - Eksempler fra vannprøvetaking med tydelig fargeforandring	63
Figur 21 - Trykktap over EA- og BA-tilbakeslagsventiler i størrelse DN 100 og DN 150.....	65
Figur 22 - Søylediagram av vannprøve-resultatene for bly.....	87
Figur 23 - Søylediagram av vannprøve-resultatene for jern	87
Figur 24 - Søylediagram av vannprøve-resultatene for mangan	88
Figur 25 - Søylediagram av vannprøve-resultatene for kromtall	88

Tabell-liste

Tabell 1 - Grenseverdier og tiltaksgrenser hentet fra "drikkevannsforskriften"	9
Tabell 2 - Væsketekategorier iht. NS-EN 1717	18
Tabell 3 – Eksempler på trykktap over tilbakeslagsventiler type EA og BA i størrelse DN 100	32
Tabell 4 – Eksempel på trykktap over tilbakeslagsventiler type EA og BA i størrelse DN 150	32
Tabell 5 – Søkeord benyttet i gjennomgang av litteratur	34
Tabell 6 - Oversikt over analyseobjekter for vannprøver	38
Tabell 7 - Data fra forsøk med tilbakeslagsventiler [67]	53
Tabell 8 - Resultater fra tester (tabell er utarbeidet av meg, men baseres på data fra kilden)	54
Tabell 9 – Oversikt over tilbakestrømningshendelser	58
Tabell 10 - Oversikt over analyseobjekter for vannprøver	60
Tabell 11 - Analyseresultater av vannprøver utført hos NRV Noranalyse og ALS Global	61
Tabell 12 - Oppsummering av forskjellige verdier som gjelder for jern og stoffets påvirkning av helse	73
Tabell 13 - Oppsummering av forskjellige verdier som gjelder for bly og stoffets påvirkning av helse	75
Tabell 14 - Oppsummering av forskjellige verdier som gjelder for mangan og stoffets påvirkning av helse	77
Tabell 15 - Oppsummering av forskjellige verdier som gjelder for kimentall og parameterens påvirkning av helse	79
Tabell 16 – Oppsummering av forskjellige verdier som gjelder for sink og stoffets påvirkning av helse	80

Definisjoner

Begrep	Forklaring
Alarmventil	"Tilbakeslagsventil i et sprinkleranlegg av våt, tørr eller kombinert type som også utløser en hydraulisk alarmklokke når sprinkleranlegget utløses." [1]
BA-tilbakeslagsventil	Tilbakeslagsventil for beskyttelse mot tilbakeslag fra vann som kategoriseres som væskekategori 4.
Biofilm	"Tynt lag av organisk materiale produsert av mikro-organismer" [2]
EA-tilbakeslagsventil	Tilbakeslagsventil for beskyttelse mot tilbakeslag fra vann som kategoriseres som væskekategori 2.
Fekal forurensning	"Avføring som tilføres vann, enten direkte eller med kommunalt avløpsvann eller gjødsling, kalles fekal forurensning." [2]
Grenseverdi	Grenseverdi er maksimale konsentrasjoner i eksponeringsmedium som ved overskridelse vil utløse et eller annet tiltak [2]
Innlegg / Sprinklerinnlegg	"På vannsiden kalles stikkledning innlegg og brukes om forbindelsesledningen mellom en bygning og hovedvannledning for området." [3] Et sprinklerinnlegg er derfor en stikkledning som forbinder sprinkleranlegget med vannforsyningsnettet.
Kimtall	"Antall bakterier som utvikles under standard betingelser fra et bestemt vannvolum etter fortykning i agar" [3]
Lavtrykksalarm	En alarm som utløses når trykket i forsyningen faller til en forhåndsfastsatt verdi. (Se punkt 9.2 i <i>NS-EN 12845</i>) [4]
Luftgap	I <i>NS-EN 1717</i> blir luftgap over avløp definert som: "fri avstand fra det laveste punktet på utløpet på et utstyr eller installasjon for vann til det punktet på utstyret som samlet opp dette vannet." [5]
Manometer / C-manometer	"Manometer på et sprinkleranlegg som er forbundet med en alarmventil og er plassert på samme nivå som den, som viser vanntrykket nedstrøms alarmventil." [1]
Nedstrøms	"Ethvert punkt i vannets strømningsretning etter et referansepunkt." [1]
Oppstrøms	"Ethvert punkt i vannets strømningsretning før et referansepunkt." [1]
Patogen forurensning	Sykdomsfremkallende forurensning
Preakseptert ytelse/løsning	"Ytelse angitt av Direktoratet for byggkvalitet, og som vil oppfylle, eller bidra til å oppfylle, ett eller flere funksjonskrav i byggt teknisk forskrift" [6]
Risikoklasse	"Ut fra den trusselen en brann kan innebære for skade på liv og helse, skal byggverk eller ulike bruksområder i et byggverk plasseres i risikoklasser" [6]
Sprinklersentral	"Samlet arrangement av ventiler, manometre og annet utstyr som er nødvendig for funksjonen til et sprinkleranlegg." [1] Begrepet er ofte brukt om rommet som huser alt dette utstyret.
Stikkledning	"Privat rør som transportere vann fra vannverkets ledningsnett inn til bygningen/abonnenten." [7]
Tappeprøve	I sprinklersammenheng er tappeprøve ensbetydende med vannmengdemåling.

Tappepunkt	Tappepunkt er en samlebetegnelse på alle kraner og alt utstyr tilkoblet vannforsyningen, inkludert midlertidige tilkoblinger [8]
Tilbakestrømning	"Bevegelse av væsken fra medstrøms til motstrøms retning i en installasjon." [5] Tilbakeslag blir også brukt om tilbakestrømning . i denne oppgaven kan det være noe vekslende bruk av de to begrepene som har samme betydning.
Tiltaksgrense	"Vedtatt maksimums- eller minimumsgrense for å sette inn tiltak for eller mot noe; aksjonsgrense" [9]
Trykkøkningspumpe	"Automatisk pumpe som leverer vann til et sprinkleranlegg fra en høydetank eller en vannverksledning." [1]
Tørranlegg (sprinkleranlegg)	"Anlegg som har rørsystem fylt med trykkluft som holder en alarmventil av spesiell konstruksjon lukket, slik at vann fra tilførselsledningen ikke kan fylle rørsystemet. Ved en evt. utløsning av et hode vil luften strømme ut gjennom det åpne sprinklerhodet. Når trykket i anlegget er blitt lavt nok vil alarmventilen åpne og slippe vannet inn i den delen av rørsystemet hvor utløsning har skjedd og relativt raskt fylle dette. [7]
Vannmengdemåleutstyr	"Utstyr fast montert, for å måle at sprinkleranleggets vannkrav kan leveres ved alarmventilens inngang." [7]
Ventilklaff	"Klaff som danner stengsel i ventil." [9]
Våtanlegg (sprinkleranlegg)	"Anlegg som har hele rørsystemet vannfylt og står under trykk fra vannforsyning. Ved en evt. utløsning vil det øyeblikkelig komme vann fra det utløste sprinklerhodet. Standard våtanlegg bør benyttes med mindre det foreligger frostfare eller andre spesielle forhold. Felles for standard sprinkleranlegg er bruk av tette sprinklerhoder (enkeltutløsningssystem)." [7]
Forkortelser	Forklaring
DN	Nominell diameter
FM	Factory Mutual er et forsikringsselskap og godkjenningsorgan.
LC50/LD50	"Letal (dødelig) konsentrasjon eller letal dose. Mål på akutt toksisitet. LD50 angir den dosen som fører til at 50 % av dyrene i en forsøksgruppe dør. LC50 angir den konsentrasjon i vann eller luft som dreper 50 % av forsøksdyrene. LC50-verdien angis også med det tidsrom som eksponeringen pågikk, f.eks. LC50-96h der 96h angir 96 timers eksponering." [10]
MTDI	Maximum Tolerable Daily Intake
NOAEL	"Høyeste dose som ikke fører til skadevirkninger (No Observed Adverse Effect Level = NOAEL)" [2]
NOEC	"Konsentrasjonen for et stoff angir den konsentrasjon av stoffet som ikke gir påviselige skadeeffekter på organismene ved en kronisk eksponeringstest." [10]
TDI	tolerable daily intake [2]
UL / ULC	Underwriters Laboratories / Underwriters Laboratories of Canada er et godkjenningsorgan.
VA	Vann og Avløp
Ordene "tilbakestrømningsbeskyttelse" og "tilbakeslagssikring" er to ord med lik betydning. Begge ordene er benyttet i denne oppgaven, men betydningen er altså det samme.	

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Sprinkleranlegg er det mest utbredte automatiske slokkesystemet i Norge. Her til lands forsynes de fleste sprinkleranlegg fra vannforsyningsnettet, som også forsyner oss med drikkevann. Dette er mulig fordi det kan leveres store mengder vann med høyt trykk de fleste steder i landet. Påkobling av sprinkleranlegg på vannforsyningsnettet utgjør derfor en potensiell trussel for tilbakestrømning/tilbakeslag av stillestående, partikkelholdig og misfarget vann til drikkevannet. Denne oppgaven vil belyse mulige problemstillinger rundt sprinkleranlegg og beskyttelse mot forurensning av drikkevann.

I 2001 ble *NS-EN 1717 Beskyttelse mot forurensning av drikkevann i drikkevannsinstallasjoner og generelle krav til utstyr for å hindre forurensning ved tilbakestrømning* [5] innført i Norge og Europa. Denne standarden beskriver hvordan drikkevannsinstallasjoner skal beskyttes mot forurensning, samt at den angir krav til utstyr som skal forhindre tilbakestrømning i slike installasjoner. Standarden angir fem forskjellige væske kategorier, som igjen avgjør hvilken beskyttelseskategori som må benyttes for å sikre aktuell installasjon. I Norge er det først i senere tid (fra rundt 2010) at kravene i *NS-EN 1717* har blitt håndhevet i forbindelse med sprinkleranlegg [11].

Sikring mot forurensning i form av tilbakestrømning er et lite omtalt tema i sprinklerreguleringene. I *Veiledning til Byggeteknisk forskrift (VTEK17)* [6] henvises det til europeisk standard *NS-EN 1717* og *VA/Miljø-blad nr. 61* [8]. Standarden beskriver hvordan tilbakestrømningsbeskyttelse skal utføres på et generelt grunnlag, mens *VA/Miljø-blad nr. 61* angir mer konkrete løsninger/eksempler – blant annet sprinkleranlegg. I henhold til *VA/Miljø-blad nr. 61* faller vann i et sprinkleranlegg, både med og uten tilsetningsstoffer som frostvæske, inn under væskekategori 3. Dette skulle dermed medføre at sprinkleranlegg skal beskyttes med kategori 3-sikringstiltak. Det er derimot slik at denne typen sikring i praksis ikke benyttes fordi det ikke finnes tilbakeslagsventiler i riktig dimensjon. Som følge av dette benyttes heller sikringstiltak av en kategori lavere eller høyere – altså kategori 2 (EA-tilbakeslagsventil) eller kategori 4 (BA-tilbakeslagsventil).

Av enkelte vannverkseiere, som ofte er kommuner, stilles det krav til kategori 4-tilbakeslagsventiler, mens andre vannverkseiere tillater kategori 2-tilbakeslagsventiler i forbindelse med sprinkleranlegg. Disse to ventil-kategoriene har ulik grad av beskyttelsesnivå og kompleksitet som videre påvirker både sikkerheten for drikkevann, men også brannsikkerheten. I den sammenheng kan det virke som at vannverkseierne har ulike målsetninger for sikkerhet for drikkevann og brannsikkerhet, siden de krever ulike kategorier av tilbakeslagsventiler.

I tillegg krever noen vannverkseiere at sprinkleranlegg som beskyttes med kategori 4-tilbakeslagsventil innvendig, også skal ha en kategori 2-tilbakeslagsventil i tilkoblingspunkt med vannforsyningen, i kum. Dette kreves for å hindre stillestående vann fra sprinklerinnlegget i å slå tilbake til vannforsyningsnettet. Tilbakeslagsventil i kum vil medføre at trykkfall i offentlig nett ikke vil bli registrert i sprinklerinnlegget fordi tilbakeslagsventil hindrer reversert vannstrøm, og opprettholder trykket i innlegget. Krav til overvåkning av trykk i vannforsyningen, i henhold til europeisk sprinklerstandard *NS-EN 12845*, blir derfor ikke er mulig å oppnå. Formålet med overvåkningen er å varsle når forsyningen ikke kan levere i henhold til sprinkleranleggets trykk-krav.

Siden foreskrevet beskyttelsesmodul ikke er egnet til sprinkleranlegg virker valg av tilbakestrømningsbeskyttelse å være basert på forskjellige grunnlag og målsetninger, i mangel av en god omforent løsning. Som et resultat av dette er de forskjellige bransjene splittet. I bransjene der hovedfokus er på vannforsyning og drikkevannskvalitet, virker det å være en tendens til at det kreves

strengere sikringstiltak av sprinkleranlegg enn det folk i sprinklerbransjen synes er nødvendig. Dette er fordi det fryktes at sprinklervann har et stort forurensningspotensial. I sprinklerbransjen, der hovedfokuset er på brannsikkerhet, er oppfatningen at kategori 4-tilbakeslagsventiler ikke tilfredsstiller brannsikkerheten. Dette grunnet frykten for driftssikkerheten til sprinkleranlegget, i form av trykktap samt gjengroing av det finmaskede filteret i forkant av kategori 4-ventilen. Denne problemstillingen gjelder for både nye og eksisterende anlegg. Noe som derimot er særlig aktuelt for eksisterende anlegg ved ettermontering av tilbakeslagsventiler, er det økte trykktapet som ikke er medtatt i de opprinnelige trykktapsberegninger for sprinkleranlegget. Et økt trykktap kan i noen tilfeller medføre at anlegget ikke lenger er riktig dimensjonert. I slike tilfeller kan det være et behov for å ettermontere trykkøkingspumpe. Trykkøkingspumper vil medføre ekstra krav til plass, som det allerede kan være lite av. Et annet aspekt er at trykkøkingspumper også hever kompleksiteten i sprinkleranlegg, da tilføring av flere komponenter øker sjansen for feil under prosjektering, montasje, drift og vedlikehold.

Som resultat av større fokus på sikring mot tilbakeslag i den senere tid, øker omfanget av montering av tilbakeslagsventiler. Det er derfor noe uheldig at det er ulik praksis rundt valgt tilbakestrømningsbeskyttelse i de forskjellige kommunene. Dette skyldes i stor grad at det ikke foreligger noen klar og tydelig løsning som alle kan akseptere. Det derfor nødvendig med en sikker og tydelig løsning som ivaretar krav til både vannkvalitet og brannsikkerhet.

1.2 Problemstilling og formål

I denne oppgaven er det valgt å undersøke følgende problemstilling:

Hvilken tilbakeslagssikring/tilbakestrømningsbeskyttelse vil være best egnet til å ivareta både vannkvalitet og brannsikkerhet i forbindelse med sprinkleranlegg som er direkte tilkoblet offentlig vannforsyningsnett?

Formålet med oppgaven er å fremme ny informasjon og kunnskap samt forslag til løsninger, og på denne måten bidra til fremtidige beslutningsprosesser rundt valg av tilbakestrømningsbeskyttelse for sprinkleranlegg. Oppgaven baseres på praktiske forsøk i form av vannprøver for å kartlegge innholdsstoffene i sprinklervann. I tillegg er det utført en gjennomgang av litteratur og kvalitativ kartlegging med formål å kartlegge tidligere arbeid og erfaringer knyttet til temaet, samt kartlegge tidligere tilbakestrømningshendelser. I gjennomgang av litteratur undersøkes også forekomsten av legionella i sprinkleranlegg, og feilrater for tilbakeslagsventiler. Videre gjøres risikoanalyser som omhandler brannsikkerhet og helserisiko, basert på funn fra tidligere deler av oppgaven.

1.3 Tidligere arbeid

Det er bare ett kjent tilfelle av tidligere arbeid i form av praktiske forsøk med formål om å kvantifisere trykktapet over tilbakeslagsventiler. I disse forsøkene¹ ble det funnet et betydelig trykktap over kategori 4-tilbakeslagsventiler (BA-tilbakeslagsventiler). Forsøkene viste også at trykktap over tilhørende sil/filter var høyt – verdier oppgitt i datablader ble overskredet. Et annet funn fra forsøkene var at trykktapet ble ganske redusert etter at rens av filteret var foretatt.

¹ Forsøk utført av Kurt R. Olaussen i VVS og Sprinkler AS. Informasjon er gjengitt med tillatelse fra Kurt R. Olaussen, og er fra en presentasjon som ble holdt under "Sprinklerkonferansen 2019", den 13. - 14.mars 2019 på Radisson Blu Airport Hotell Gardermoen. Presentasjonen kan finnes på Finans Norge sine nettsider (https://www.fgsikring.no/siteassets/fg-sprinklerkonferanse/fg-sprinklerkonferansen-2019/presentasjoner-2019/020_190314-sprinklerkonferansen-2019-kro_vvs-og-sprinkler_kurt-olaussen.pdf)

I tillegg er det funnet noen tidligere artikler og studier som direkte eller indirekte er relatert til denne oppgavens tematikk. Disse arbeidene tar for seg vannkvalitet i sprinklervann samt helseaspekter ved tilbakeslag. De viktigste arbeidene som ligger til grunn for denne oppgaven er:

"Orienterande undersökning av vattenkvalitet i några sprinkleranläggningar för brandsläckning i Stockholms kommun" [12]

Denne rapporten beskriver Stockholm Vatten sitt arbeid med å kartlegge risikoen for tilbakeslag av vann i sprinkleranlegg til vannforsyningsnettet. Kartleggingen ble gjennomført for at kommunen kunne ta et valg rundt hvilken tilbakestrømningsbeskyttelse de ville kreve. Arbeidet innbar at det ble tatt vannprøver av 5 sprinkleranlegg med ulike fareklasser og installasjonsdatoer.

"Wet-pipe fire sprinklers and water quality" [13]

Formålet med dette arbeidet var å undersøke vannkvaliteten i sprinkleranlegg og hvorvidt det er forbundet en helsefare med tilbakestrømning fra sprinkleranlegg. I tillegg hadde arbeidet i oppgave å identifisere beskyttelsestiltak mot forurensning av drikkevann i form av tilbakestrømning fra sprinkleranlegg. Arbeidet innbar at det ble tatt vannprøver av 81 sprinkleranlegg i USA og Canada med ulike fareklasser og installasjonsdatoer. I tillegg ble det utført forsøk der tilbakestrømning ble simulert ved Idaho National Engineering Laboratory (INEL). Dette ble gjort for å kartlegge hvor store mengder vann som potensielt vil strømme tilbake ved alarmventil i åpen stilling.

"Potential Contamination Due to Cross-Connections and Backflow and the Associated Health Risks" [14]

United States Environmental Protection Agency (USEPA), Office of Ground Water and Drinking Water utarbeidet i 2001 en rapport der potensielle forurensningskilder i forbindelse med tilbakestrømning og tilhørende helseeffekter ble undersøkt i en litteraturstudie. Arbeidet var en del av et større kartleggingsarbeid for å identifisere potensielle trusler mot helsen til offentligheten i forbindelse med drikkevannsystemer. Rapporten tar for seg en del statistikk som omfatter tilbakestrømning generelt og de rapporterte sykdomsfølgene av tilbakestrømningshendelser.

Alle de tidligere arbeidene som er nevnt i dette underkapittelet er beskrevet mer detaljert i *Gjennomgang av litteratur* i kapittel 4.

1.4 Begrensninger/avgrensninger

Oppgaven begrenses til å fokusere på tilbakeslagsventiler i hovedsak, fordi andre typer tilbakestrømningsbeskyttelse stort sett er uegnet i forbindelse med sprinkleranlegg som forsynes direkte fra offentlig vannledningsnett.

Det er også gjort en begrensning når det gjelder valg av type sprinkleranlegg – det er valgt å kun fokusere på våtanlegg siden denne typen sprinkleranlegg har en større andel av rørnettet som konstant står trykksatt med vann, til sammenligning med de andre anleggstypene. Konsekvenser ved tilbakestrømning fra våtanlegg vil derfor være mer alvorlig enn fra andre anlegg. I tillegg er også våtanlegg den mest utbredte typen av sprinkleranlegg. Når det gjelder forsøkene er det valgt å ta vannprøver av sprinkleranlegg uten tilsetningsstoffer. Bakgrunnen til denne utvelgelsen er at frostvæskers egenskaper med tanke på helse er kjent. I tillegg medfører slike frostvæskedytende anlegg krav til en ekstra sikring mot tilbakeslag.

Det er gjort en geografisk avgrensning i form av steder for innhenting av vannprøver. Vannprøver ble foretatt i Oslo Kommune og Bærum kommune for å få en mest mulig effektiv datainnsamling uten for store avstander mellom prøvestedene og laboratoriet. Det antas at vannet ellers i norske kommuner vil være forholdsvis likt vannet som finnes i disse kommunene med tanke på innholdsstoffer. Dessuten vil det viktigste aspektet være utlekking av stoffer til vannet etter det er tilført i sprinkleranleggene, ikke hvordan innholdet er før det blir tilført sprinkleranleggene.

De praktiske forsøkene er også begrenset av økonomiske aspekter. Siden en analysepakke med alle drikkevannsforskriftens parametere ville ha kostet rundt 10 000 kroner, ble det gjort en utvelgelse av parametere som skulle analyseres. De vanligste parametere som analyseres ved "normale/vanlige" vannprøver, samt ekstra analyser for metaller og legionella, ble valgt. Bakgrunnen for dette var vurderingen om at en forholdsvis bred innsamling fra flere sprinkleranlegg var mer nyttig enn et mer detaljert datagrunnlag fra færre sprinkleranlegg. Erfaringer fra tidligere arbeider ble også lagt til grunn ved denne vurderingen. Slik at parametere som ble overskredet i disse undersøkelsene også ble valgt ut i denne oppgaven.

Når det gjelder tidligere arbeider er det lite erfaringsdata/statistikk knyttet til påliteligheten til tilbakeslagsventilene og deres påvirkning av brannsikkerhet. Derfor er oppgaven begrenset ved at det er lite grunnlag for å kunne stadfeste risikoen fullstendig i de forskjellige risikoanalysene.

2 Teori

I dette kapitlet vil det gis en innføring i begreper og teorier som er relevant for oppgavens tema. Teoridelen omfatter en innføring i vanninfrastruktur, drikkevannskvalitet og helse, lovverk, tekniske installasjoner og pålitelighet/driftssikkerhet.

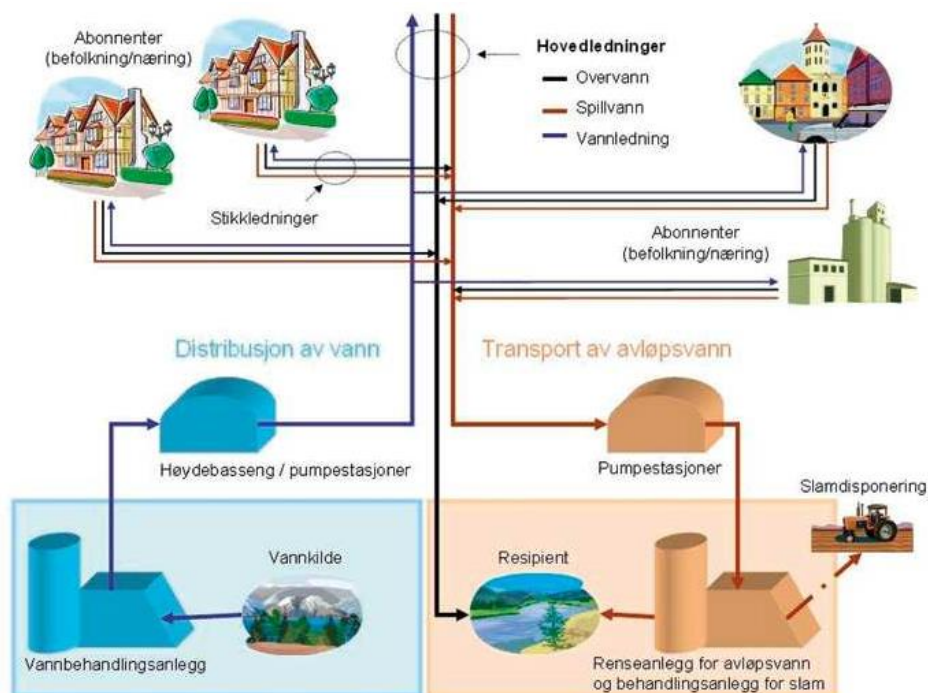
2.1 Vanninfrastruktur

Vanninfrastrukturen er noe som i det allmenne levnes liten oppmerksomhet med mindre det oppdages avvik fra normalen som for eksempel brudd i forsyningen eller forandret smak og lukt. Under gis en kort innføring av bestanddelene i vanninfrastrukturen.

Skjematisk kan vann-infrastrukturen inndeles i følgende enheter:

- Vannkilde (grunnvann eller overflatevann) og tilhørende nedbørsfelt
- Vannbehandlingsanlegg
- Distribusjonssystem for vann (ledningsnett, tunneller, høydebasseng, pumpestasjoner) [15]

En grov oversikt over vann-infrastrukturen er illustrert i Figur 1.



Figur 1 - Venstre side av figuren illustrerer en grov oversikt over distribusjonssystemet for vann (blå piler). (Norsk Vann) [16]

Distribusjonssystemets/overføringssystemets oppgave er å transportere vannet fra vannkilden og vannbehandlingen frem til abonnementene. Drivkraften bak vanntransporten i overføringssystemet kan være basert på gravitasjon eller pumping, men i de fleste tilfeller er det en kombinasjon av de to.

Det finnes flere typer vannledninger, blant annet ledninger av jern, stål, betong eller plast. Vannledningene må tåle flere former for belastning, siden de er nedgravd under jorden. Når ledningene eldes over tid vil det kunne forekomme ledningsbrudd som forårsakes av for stor mekaniske belastning, korrosjon og/eller materialfeil [15].

2.1.1 Materialer i vannforsyningsnett

Vannkvaliteten kan påvirkes av materialkvaliteten på komponentene som brukes i vannforsyningsnett (rør, ventiler, kraner, og lignende). Materialene som i hovedsak benyttes i vannledninger er jern, stål, betong eller plast [15].

Funksjonskravet for ledningsmateriell er at det skal motstå interne og eksterne påkjenninger – både fysiske og kjemiske – innenfor en dimensjonerende levetid på minst 100 år. Det kan være påkjenninger i form av korrosjon, hydrauliske krefter, utvendig jordtrykk, setninger i grunnen, trykk, trykkstøt, innvendig erosjon, frost m.m. Et annet krav som skal tilfredsstilles er de hygieniske kravene i drikkevannsforskriften med tanke på utlekking av stoffer til drikkevannet [17].

I Norge finnes det ingen godkjenningsordning for materialer til bruk i drikkevannssystemer. Godkjente produkter i andre europeiske land vil normalt være tilstrekkelig, gitt at de anvendes i tråd med anbefalinger fra leverandør [18].

I vannforsyningsledninger, samt i sprinklerrør², er korrosjon et problem som forekommer. Korrosjon skjer ved reaksjon mellom oksygen og rørmaterialet, men kan også forårsakes av bakterieaktivitet som ikke trenger oksygen i gassform. For å beskytte metalliske rør mot korrosjon kan det brukes innvendige og utvendige belegg. Vannbehandlingsprosessen i renseanlegget er avgjørende for valg av type belegg. Siden korrosjon kan tære på materialer og skille ut stoffer i vann kan effektene både være av økonomisk og helsemessig betydning [17].

2.2 Drikkevannskvalitet og helse

Drikkevann er vårt viktigste næringsmiddel og brukes både til matlaging og drikke [19]. Det kan være både helsebringende og helseskadelig, avhengig av innholdsstoffene i vannet.

Mage- og tarmsykdom er den vanligste formen for sykdom som skyldes smitte via drikkevann [18]. Den vanligste sykdommen som skyldes smitte via drikkevann, er gastroenteritt [2]. Sykdom kan oppstå ved at mikrober sprer smitte ved drikking, innånding av vanndråper, ved hud- og slimhinnekontakt eller ved forurensning av matvarer. Vannforsyningsnett kan bli tilført smittestoffer dersom råvannet er forurenset, og innholdsstoffene ikke fjernes/bekjempes effektivt nok av vannbehandlingen. Forurensning kan også tilføres drikkevannet ved innsug i ledningsnett ved undertrykk [18].

Vann kan inneholde en rekke forskjellige stoffer, men kun et lite utvalg av dem vil bli omtalt i dette kapittelet.

2.2.1 Stoffer i vann

Helseskadelige innholdsstoffer i vann kan deles inn i to hovedgrupper:

- Mikrober som forårsaker infeksjonssykdom eller matforgiftning. Eksempelvis bakterier, virus, amøber og parasitter
- Organiske og uorganiske stoffer som kan forårsake helseskade. Eksempelvis akutt giftige stoffer, stoffer som kan hoppe seg opp i organismen og gi helseskade, kreftfremkallende stoffer og stoffer som kan fremkalle allergier [19]

² I sprinkleranlegg benyttes normalt rør av svart stål. Slike rør er ikke godkjent for drikkevann.

2.2.1.1 Mikroorganismer i vann

De fleste mikroorganismer i vann er ikke sykdomsfremkallende (patogene). De kan i motsetning være viktige for den økologiske balansen. I dette delkapittelet presenteres kun mikroorganismer med negativ innvirkning.

Virus

Virus er de minste sykdomsfremkallende mikroorganismer og varierer i størrelse fra 20-200 nm. I Norge er norovirus den gruppen av virus som oftest gir vannbårne sykdomsutbrudd. Ulike virus kan ha svært forskjellig resistens ovenfor desinfeksjonsmidler, men inaktiveres generelt godt med klor [15].

Parasitter

Parasittiske protozoer typisk 3-10 mikrometer store. Sammenlignet med bakterier og virus er de langt mer resistente ovenfor klor.

Parasittiske ormegg (heminths) representerer et meget stort problem i, spesielt i u-land der drikkevann blir forurensset av avløpsvann- eller slam [15].

Bakterier

Bakterier har typisk størrelse på ca. 1 mikrometer. Den bakterien som hyppigst er årsak til sykdom i Norge er *Campylobacter*, som også gir mage- og tarminfeksjoner. Andre viktige sykdomsfremkallende bakterier er *Salmonella* og *Escherichia coli* – også kalt *E.coli* [15].

Legionellabakterien

Legionella forekommer vanligvis i overflatevann og jord. Ved lave vanntemperaturer, som normalt opptrer i vannverkenes ledningsnett, er legionella-konsentrasjonene lave og smitterisikoen neglisjerbar [18]. Vekstkriteriene for legionella er lunkent og stillestående vann med innhold av en god del næringsstoffer og oksygen. Vekst av bakterien kan forekomme ved vanntemperaturer mellom 25-45 °C. Eksempler på næringsstoffer som kan fremme vekst er rust, slam, alger, samt at innhold av protozoer – og da spesielt amøber – kan forsterke reproduksjonen av legionella i stor grad. PH-optimum for vekst av legionella er i området 5 - 8,5. Siden legionellabakterien er aerob, er oksygen en essensiell parameter for vekst av bakterien [20].

Legionellabakterier vokser helst i innvendig rør-belegg, kalt biofilm, der det også finnes andre mikroorganismer, eksempelvis protozoer, alger og andre bakterier. En etablert biofilm er nærmest en forutsetning for etablering av aktiv legionellavekst [21]. Dersom legionellabakterier festes til biofilm og blir omsluttet av protozoer, vil dette kunne beskytte bakterien mot ellers ikke-overlevbare forhold – for eksempel mot biocider (desinfeksjonsmidler m.m.) [20].

Hos mennesker kan legionellabakterien resultere i en slags ondartet lungebetennelse, kalt legionærsyke, som også kan ha dødelig utfall. Bakteriene kan også resultere i en mildere sykdom, som ligner på influensa og kalles "Pontiac fever" på engelsk [2]. For at *Legionella* skal kunne forårsake sykdom må nevnte vekstforhold være til stede i rørsystemet. Videre må bakterieholdig vann spres som aerosoler/dråper ned i lungene ved innånding eller aspirasjon (vanndråper som trenger ned i luftrøret ved svelging). Jo mindre dråper, desto farligere er de med tanke på spredning av sykdom. Vanndråper som er under 5 µm kan lett trenge inn i de nedre luftveier og forårsake smitte [21].

Legionella vil videre bli omtalt i kapittel 4.1.3.

2.2.1.2 Partikler i vann

Små kolloidale partikler i vann gjør vannet grumsete, også kalt turbid. Turbiditet er en måleparameter som sier noe om hvor mye partikler vannet inneholder, men sier ingenting om partikkelstørrelsen. Sterk algevekst kan også gi turbid vann.

Turbiditet i seg selv representerer ingen helsefare, men høy turbiditet indikerer at vannet kan være forurensset. I vann er det derimot ønskelig med lavt partikkelinnhold fordi:

- Partikler i vannet gjør det grumsete og lite tiltalende som bruksvann
- Partikler i vannet kan føre til sedimentering og slamavsetning i ledningsnett – som igjen kan medføre en rekke kvalitetsproblemer som lukt, smak, korrosjon.
- Partikler i vannet kan redusere effektiviteten av desinfeksjonsmetoder og i så måte ha en indirekte helsemessig betydning.
- Partikler i vannet kan absorbere løste forurensningsstoffer til overflaten
- Partiklene i seg selv kan være mikrobiologiske, det vil si bakterier, virus, parasitter osv. [15]

2.2.1.3 Uorganiske stoffer i vann

Uorganiske stoffer i vann finnes partikulært, men i størst grad som oppløste stoffer. Det er da spesielt metaller som er av stor interesse i denne oppgaven. Det skilles mellom metaller som naturlig forekommer i vann, metaller som utløses fra ledninger og armatur samt metaller som er et resultat av forurensning fra utslipp til vann. I Norge hender det ofte at drikkevann har for høye jern- og mangankonsentrasjoner. Kobber og sink er også vanlige innholdsstoffer, fordi de utløses fra armatur når vannet er korrosivt.

I oksygenfattig vann finnes det oftest for høye konsentrasjoner av jern og mangan. Ved oksidasjon, for eksempel ved tilført oksygen, vil de utfelles og gi partikler i vannet en rustaktig farge ("rødt vann") og avsetning [15].

2.2.1.4 Stoffer i vann som kan føre til bruksmessige problemer

Farge og partikler

Farge og partikkelinnhold (turbiditet) gjør at vannet oppleves uestetisk og uegnet som drikkevann. Drikkevannets farge styres normalt av mengden humus, som er nedbrutt plantemateriale. I Norge er det vanlig med et så høyt humusinnhold at vannet har en gulbrun farge. Fargen kan også forsterkes dersom jern og mangan bindes til humusen. Humusstoffer klebres til flater og danner et mørkebrunt belegg, for eksempel inne i drikkevannsledninger [18].

Belegg som skyldes organisk stoff

I alle drikkevannsledninger vil det dannes innvendig belegg, som også kalles biofilm. Et tegn på mye biofilm, er økt kimtall. Beleggdannelsen skyldes først og fremst vannets innhold av organisk stoff, enten humusstoffer eller mindre organiske molekyler, og avhenger av vannets kvalitet og hastighet. Innhold av oppløst jern- og/eller manganforbindelser kan også bidra til begroingsbelegg og flyteslam. Beleggets karakter kan variere i tykkelse, tetthet og utseende og være tettsittende til mer løstsittende. Belegg – og spesielt det løstsittende – kan løsne og føres videre med vannstrømmen, slik at abonnenter kan merke dette som slamholdig vann [18].

En annen fare ved beleggdannelse er at det kan fungere som en grobunn for nedbrytende organismer, for eksempel mikrosopp og bakterier. De fleste sykdomsbakterier kan festes til biofilm ved forurensning av vannet, men formeringen av dem kan holdes i sjakk ved at det er for lave temperaturer og lite næring tilgjengelig i ledningsnett. Noen såkalte "opportunistiske bakterier"

kan formere seg i belegget dersom vanntemperaturen blir høy nok. Legionella er en av disse bakteriene [18].

Mikrober og smådyr som lever i biofilm utgjør i liten grad noen helserisiko, men kan gi vondt lukt og smak på vannet. Biofilm/belegg som samles i stillestående strekk av ledningsnett kan gi groptæring (korrosjon) [18].

Korrosjon

Norsk vann er oftest surt og aggressivt mot vannledningsmateriell, noe som kan medføre korrosjon og at det løses opp stoffer i vannet som er helsemessig betenkelige. Kobber, sink, bly m.m. løses ut fra rørmaterialer og loddemetaller i installasjoner, mens jern og komponenter fra sement kommer fra vannledninger og bassenger. Forhøyede konsentrasjoner av jernoksider i drikkevannet har ingen påvist helseskadelig effekt, men kan likevel gi betydelige estetiske ulemper og gjøre vannet lite egnet til konsum. I tillegg til de overnevnte ulempene, kan også korrosjon føre til dannelse av rustknoller som kan begrense vannføringen i vannledninger. Korrosivt vann kan i perioder også inneholde slam [18]. Vann med høyt innhold av oppløst jern og mangan kan føre til flere bruksmessige problemer i et vannsystem, blant annet tetting av siler og dyser, slamførende vann samt misfarging av sanitærutstyr [2].

2.2.1.5 Vannanalyser

Som et ledd i å dokumentere vannkvaliteten til drikkevann er det i drikkevannsforskriften listet opp flere parametere som må analyseres. Forskriften oppgir også grenseverdier/tiltaksverdier for disse parameterne. Noen av verdiene er satt fordi eksponering av parameterne på gitte nivåer kan gi helsefare på lang eller kort sikt, eller fordi overskridelser av verdiene medfører at vannet av bruksmessige årsaker ikke er egnet som drikkevann. Overskridelse av andre grenseverdier/tiltaksverdier er ikke direkte forbundet med helsefare, men kan indikere at vannet ellers kan inneholde andre komponenter som kan medføre helsefare. I tillegg er noen verdier satt fordi de kan indikere feil i driften av vannverkene [19].

Drikkevann vil alltid inneholde en viss andel stoffer siden alle vannkilder har et visst innhold av stoffer før rensing og at alle disse ikke kan fjernes fullstendig i renseanlegg. I tillegg vil alle rør gi fra seg stoffer. Derfor må en viss andel stoffer aksepteres i drikkevannet. Det skal likevel ikke gå på bekostning av helsen til befolkningen. Derfor er det laget grense og tiltaksverdier som skal brukes som sammenligningsgrunnlag for å vurdere, og eventuelt gjøre tiltak for å bedre, vannkvaliteten.

I Tabell 1 er grenseverdier og tiltaksgrenser fra *Forskrift om vannforsyning og drikkevann* ("drikkevannsforskriften") [22] gjengitt.

Tabell 1 - Grenseverdier og tiltaksgrenser hentet fra "drikkevannsforskriften"

Parameter	Verdi	Enhet	Grenseverdi / tiltaksgrense
1,2-dikloreten	3	µg/l	Grenseverdi
Akrylamid	0,1	µg/l	Grenseverdi
Aluminium	0,2	mg/l	Tiltaksgrense
Ammonium	0,5	mg/l	Tiltaksgrense
Antimon	5	µg/l	Grenseverdi
Arsen	10	µg/l	Grenseverdi
Benzen	1	µg/l	Grenseverdi
Benzo(a)pyren	0,01	µg/l	Grenseverdi
Bly	10	µg/l	Grenseverdi

Parameter	Verdi	Enhet	Grenseverdi / tiltaksgrense
Bor	1	mg/l	Grenseverdi
Bromat	10	µg/l	Grenseverdi
Clostridium perfringens (inkludert sporer)	0	Antall/100 ml	Tiltaksgrense
Cyanid	50	µg/l	Grenseverdi
E. coli	0	Antall/100 ml	Grenseverdi
Epiklorhydrin	0,1	µg/l	Grenseverdi
Farge	Akseptabel for abonnentene		Grenseverdi
Farge	Ingen unormal endring		Tiltaksgrense
Fluorid	1,5	mg/l	Grenseverdi
Intestinale enterokokker	0	Antall/100 ml	Grenseverdi
Jern	0,2	mg/l	Tiltaksgrense
Kadmium	5	µg/l	Grenseverdi
Kimtall 22°C	100 og ingen unormal endring	Antall/ml	Tiltaksgrense
Klorid	250	mg/l	Tiltaksgrense
Kobber	2	mg/l	Grenseverdi
Koliforme bakterier	0	Antall/100 ml	Tiltaksgrense
Krom	50	µg/l	Grenseverdi
Kvikksølv	1	µg/l	Grenseverdi
Ledningsevne	250	mS/m ved 20°C	Tiltaksgrense
Lukt	Akseptabel for abonnentene		Grenseverdi
Lukt	Ingen unormal endring		Tiltaksgrense
Mangan	0,05	mg/l	Tiltaksgrense
Natrium	200	mg/l	Tiltaksgrense
Nikkel	20	µg/l	Grenseverdi
Nitrat	50	mg/l	Grenseverdi
Nitritt	0,5	mg/l	Grenseverdi
pH	6,5-9,5		Grenseverdi
Plantevernmidler, enkeltvis	0,1	µg/l	Grenseverdi
Plantevernmidler, totalt	0,5	µg/l	Grenseverdi
Polyaromatiske hydrokarboner (PAH)	0,1	µg/l	Grenseverdi
Selen	10	µg/l	Grenseverdi
Smak	Akseptabel for abonnentene		Grenseverdi
Smak	Ingen unormal endring		Tiltaksgrense
Sulfat	250	mg/l	Tiltaksgrense
Tetrakloreten	10	µg/l	Grenseverdi
Totalt organisk karbon (TOC)	Ingen unormal endring		Tiltaksgrense
Trihalometaner, totalt	100	µg/l	Grenseverdi
Triklloreten	10	µg/l	Grenseverdi
Turbiditet	Akseptabel for abonnentene		Grenseverdi
Turbiditet	Ingen unormal endring		Tiltaksgrense
Vinylklorid	0,5	µg/l	Grenseverdi

Indikatororganismer

Indikatororganismer er parametere som benyttes i stedet for en direkte analyse av vannets innhold av patogene mikroorganismer. Typiske indikatorer er kimtall, kolliforme bakterier, E.coli, intestinale entrekokker og Closterium perfringens (inkl. sporer) [15].

2.2.2 Forurensning av vann-nettet

Forurensning av ledningsnettet kan generelt sett bare oppstå dersom det oppstår trykkløse situasjoner, undertrykk eller lavt trykk i ledningsnettet, samtidig som det er en forurensningskilde til stede og denne har en mulighet til å infiltrere ledningsnettet [23]. Med tanke på den høye lekkasjeandelen hos norske vannverk, er det spesielt viktig at det alltid er overtrykk i ledningsnettet slik at kloakk, partikler og lignende ikke suges inn i nettet [18].

2.2.2.1 Tilbakeslag/tilbakestrømning

I Norsk Vann sin rapport "*Tilbakestrømssikring – veiledning til vannverkseiere*" beskrives omfanget av tilbakestrømningshendelser på følgende vis:

"Det er stadig større og mindre tilbakestrømningshendelser i Norge. Mange av dem blir ikke oppdaget, og mange får liten oppmerksomhet siden de ikke fører til helseskade. Noen få rammer derimot flere tusen mennesker, fører til sykdomsutbrudd, påfører kommunen store utgifter og kan svekke tilliten til vannforsyningen." [24]

Tilbakestrømning/tilbakeslag er vann som trykkes eller suges tilbake fra tilkobling eller kran hos abonnement til andre kraner internt hos samme abonnement eller tilbake til det offentlige vannforsyningsnettet.

Tilbakestrømning kan forårsakes på følgende måter:

- Trykkløst fall på offentlig nett som medfører at vann suges tilbake (evt. etter hevertprinsippet) fra et tappepunkt, eller
- Abonnement som har interne pumpesystemer med høyere trykk enn kommunens vanntrykk. Teknisk eller manuell svikt kan åpne for at vann eller andre væsker pumpes inn på nettet fra et tappepunkt [25].

Tilbakestrømning kan skje dersom en av de to overnevnte forhold er til stede, samt at det må være en forbindelse mellom drikkevann og den potensielle forurensningskilden som ikke er beskyttet av tilbakestrømningsbeskyttelse eller har en defekt tilbakestrømningsbeskyttelse.

Tilbakestrømningsbeskyttelse vil bli beskrevet i kapittel 2.4.2.

Omfanget av forurensning i form av tilbakestrømning avhenger av hvor forbindelsespunktet med vannforsyningen er, konsentrasjonen av forurensning samt størrelsen og varigheten av trykkdifferansen som forårsaker tilbakestrømningen [14].

2.2.2.2 Forurensning i forbindelse med brannvannsuttak/sprinkleraktivering

Testing og aktivering av sprinkleranlegg kan indirekte føre til forurensning av drikkevannet. Dette er beskrevet i følgende punkter:

1. Undertrykk

Ofte er vann- og avløpsledning lagt i samme grøft. Dermed kan avløpsvann trenge inn i vannledningen, og forurense vannet som følge av lekk avløpsledning og undertrykk i vannledningen, i form av innsug. Større rørbrudd og uttak av slokkevann, enten ved brann eller ved en tappeprøve, kan føre til undertrykk i deler av rørrettet.

2. Oppholdstid

I dimensjoneringen av rørnett er det tatt hensyn til store vannuttak som vil kreve stor diameter eller pumper og lignende. Bruk av økte dimensjoner på vannledninger vil kunne medføre økt oppholdstid for vannet ved normale forhold/normal bruk. Økt oppholdstid medfører negative konsekvenser i form av bakterievekst og forringelse av drikkevannskvaliteten. Dette illustrerer dermed at krav til levering av godt drikkevann og samtidig levering av nok slokkevann kan være utfordrende i mange kommuner, spesielt der det ordinære vannforbruket er lavt.

3. Spyleeffekt

Ved store vannstrømninger som tappeprøver eller utløst sprinkleranlegg vil vannmassene kunne ha en spyleeffekt og løsne belegg fra rørene, og på denne måten forringe vannkvaliteten.

4. Trykkstøt

Trykkstøt oppstår ved hurtig endring i strømningsmengden, eksempelvis som ved aktivert sprinkleranlegg. Trykkstøt kan resultere i lokalt høye trykk som overgår det vannledningen er dimensjonert for, med påfølgende fare for rørbrudd. Trykkstøt kan også medføre undertrykk, som er nevnt under punkt 1

5. Kavitasjon

Kavitasjon er et fenomen som kan oppstå i forbindelse med pumper. Det skjer ved at gassbobler oppstår som følge av at det dannes et undertrykk med lavere trykk enn vannets damptrykk. Ved passering av pumper vil trykkøkning medføre at boblene kollapser, noe som kan medføre belastning og skade på pumpesystemet.

6. Korrosjon

Korrosjon medfører at vannledninger og rørkomponenter av metaller eller metallegeringer gradvis løser ut stoffer og, følgelig, tæres bort som følge av oksidasjonsprosesser.

Alle de seks faktorene nevnt i punkt 1-6 kan enten direkte eller indirekte bidra til at vannforsyningssystemet ikke klarer å opprettholde de kvalitets- og funksjonskrav som er gitt i drikkevannsforskriften. De direkte faktorene oppstår normalt i forbindelse med ekstrembelastning, eksempelvis rørbrudd, slokkevannsuttak eller tappeprøver. I tillegg vil noen av de 6 faktorene ha et potensiale til å kunne medføre funksjonssvikt i ytterste konsekvens, slik at slokkevannsforsyningen også forringes eller blir brutt [11].

Sprinkleranlegg kan altså påvirke vannkvaliteten direkte og indirekte både internt hos abonnement og på vannforsyningsnettet. Det er blant annet registret enkelte tilbakeslagshendelser der frostvæske fra sprinkleranlegg har trengt inn i drikkevann internt hos abonnenter. Slike typer hendelser vil bli videre beskrevet i kapittel 4.

Ved dimensjonering av sprinkleranlegg kan det ikke dimensjoneres for lavere trykk eller høyere vannuttak på vannledningsnettet enn det som vannverket har fastsatt. Dette for å sikre vannledningsnettet mot undertrykk.

Hvis det i forbindelse med sprinkleranlegg er behov for større kapasitet enn det som tilgjengelig på ledningsnettet er det tiltakshaver/eier som har ansvar for å etablere tilførsel av større vannmengde [26]. Dette kan løses på flere måter – ved å opprette basseng eller montere pumpe(r).

Trykkøkingspumpe

I Norge vil kapasiteten i offentlige vannledningsnett normalt kunne gi nok vannmengde til sprinkleranlegg, men i noen tilfeller ved for lavt trykk. For å løse dette blir det installert trykkøkingspumpe(r) direkte på sprinkleranleggets vanninnlegg. Løsningen er beskrevet i sprinklerregelverket, men erfaringer viser likevel at denne løsningen kan skape en del utfordringer for vannverket ved installasjonsfeil, som for eksempel ved at det installeres for stor pumpe. Slike feil kan resultere i sugekavitasjon, som i ytterste konsekvens kan medføre pumpehavari. I tillegg kan det oppstå undertrykk i vannledningsnettet og følgelig fare for forurensning av drikkevannet [26].

Tappeprøver for sprinkleranlegg

I byggverk der sprinkleranlegg er en forutsetning for driften og byggtekniske løsninger, vil vanntilførselen være en sensitiv parameter siden underdimensjonering eller andre feil i verste fall vil kunne medføre tapte menneskeliv eller verdier. På grunnlag av dette er det krav til årlig tappeprøve for å verifisere at sprinkleranleggets vanntilførsel er i henhold til dimensjoneringskrav. Tappeprøver godtas derimot ikke av alle kommuner av frykt for at trykkstøt og spyleeffekt som følge av de store vannmengdene skal forurense drikkevannet. Noen kommuner tillater dog nedskalerte tappeprøver. Nedskalerte tappeprøver kombineres gjerne med simulering med nettmodell av vannforsyningen [26].

Tappeprøver kan benyttes til å verifisere om nettmodellen er oppdatert. Resultater fra tappeprøver kan også brukes til å kontrollere feilstilling på ventiler eller ander ventilfeil. Det forekommer at tappeprøver avdekker at den dimensjonerende kapasiteten til sprinkleranlegget ikke kan leveres på grunn av feilstilte ventiler. Det finnes flere eksempler på at tappeprøver har avdekket at vanntilførselen til sprinkleranlegget har vært avskåret på grunn av stengte ventiler. Det hender også at vannforsyningen i områder endres over tid. Ved å utføre vannmengdemålinger i henhold til intervallet som er fastsatt i sprinklerregelverket, vil man få bekreftet at vannforsyningen fungerer som tiltenkt, eller om sprinkleranlegget må oppdateres [26].

2.3 Lowverk

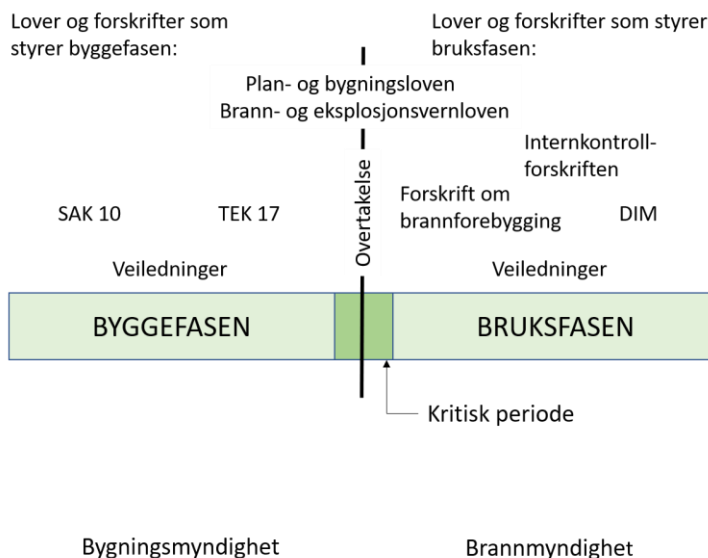
Generelt er tilbakestrømning/tilbakeslag og beskyttelsesmoduler mot tilbakeslag, som for eksempel tilbakeslagsventiler, lite omtalt i sprinklerregelverk. Det finnes derimot regelverk/standard for beskyttelsesmoduler mot tilbakestrømning/tilbakeslag der det blir omtalt på generelt grunnlag, uten at det er spesifikt rettet mot bruk i samspill med sprinkleranlegg. Dette har skapt en del problemstillinger i sprinklerbransjen. Siden det ikke er en fullgod standard/veileder som beskriver slike løsninger i forbindelse med sprinkleranlegg, blir det gjort en del feil på dette området.

2.3.1 Lover, forskrifter, standarder og veiledninger

I dette underkapittelet vil de regelverk, standarder og veiledninger som er gyldige og normalt benyttes i forbindelse med sprinkleranlegg og tilbakestrømningsbeskyttelse bli presentert.

2.3.1.1 Regelverk som styrer brannsikkerheten i byggverk

Det er flere regelverk som styrer brannsikkerheten i byggverk. Figur 2 illustrerer at et byggverk reguleres av forskjellige regler og forskrifter alt ettersom det er under bygging/endring (byggefase) eller er tatt i bruk (bruksfase). Figuren tar utgangspunkt i *Fig. 21 i Byggdetaljblad 321.025 Brannsikkerhet. Dokumentasjon av prosjektering, utførelse og kontroll* [27] og er oppdatert med gjeldende regelverk.



Figur 2 - Lover og forskrifter som styrer brann sikkerheten i byggefase og bruksfase

Regelverk som styrer byggefasen

I dette underkapittelet presenteres de lover og forskrifter som gjelder for nybygg eller søknadspliktige tiltak.

Øverst i lovsystemets hierarki er *lov om planlegging og byggesaksbehandling* (plan- og bygningsloven), også forkortet *pbl*. Loven stiller enkelte materielle krav til byggverk og gir hjemmel til Byggt teknisk forskrift som inneholder ytterligere krav." [28]

Loven angir dermed krav på et overordnet plan, mens *Byggt teknisk forskrift (TEK17)* er mer detaljert i henhold til materielle krav og utfyller på denne måten plan- og bygningslovens regler. Til Byggt teknisk forskrift følger også ett sett med veiledning som kalles for *VTEK17*. Byggt teknisk forskrift angir funksjonskrav, mens veiledningen inneholder preaksepterte ytelser som er forslag til løsninger som vil tilfredsstille funksjonskravene.

I VTEK17 § 2-1, 3.ledd [6] står det følgende om bruk av standarder:

"I en del tilfeller er spesifikke standarder angitt i forskriften, i tilknytning til preaksepterte ytelser eller i veiledning. (...)

Det er mulig å fravike preaksepterte ytelser, inklusiv en tilknyttet standard, dersom det dokumenteres at de valgte ytelsene oppfyller funksjonskravene i forskriften på minst samme nivå som de preaksepterte. (...)

Der forskriften angir at bestemte standarder kan brukes, er dette standarder som i praksis må brukes fordi det ikke finnes alternativer. (...) Det aksepteres ikke å fravikes uten at det krever dispensasjon, men det må da dokumenteres på annen måte at krav i forskrift [6] ten er oppfylt. (...)

Dette betyr at dersom det står henvisning til en standard i veiledningsteksten er ikke det ensbetydende med at den skal følges, men det er anbefalt. Dersom en standard er angitt i veiledningsteksten er

Løsningene i standarden å anse som preaksepterte løsninger. Alternative løsninger må dokumenteres å oppfylle forskriftskrav slik at det sikres at løsningen som et minimum har samme ytelse, inklusiv effektivitet og pålitelighet som den preaksepterte [6].

I VTEK17 er det blant annet henvist til sprinklerstandarder, samt standard og VA/Miljøblad som styrer tilbakestrømningsbeskyttelse. Disse standarder og veiledninger omtales senere i teorikapittelet.

Regelverk som styrer bruksfasen

I dette underkapittelet presenteres de lover og forskrifter som gjelder for eksisterende bygg eller tiltak som ikke er søknadspliktige.

Øverst i lovsystemets hierarki er *Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver* (brann- og eksplosjonsvernloven) [29]. Brann- og eksplosjonsvernloven regulerer bruksfasen i et byggverk. I henhold til § 6 i loven stilles det krav til at eier og bruker av et byggverk skal sørge for nødvendige tiltak for å redusere sannsynlighet for og konsekvens av en brann. Videre skal eier og bruker av et byggverk påse at tiltakene blir vedlikeholdt, slik at de virker etter sin hensikt [29].

Under brann- og eksplosjonsvernloven ligger *Forskrift om brannforebygging* [30], som angir forebyggende plikter for eier og bruker av et byggverk. Kravene i forskriften er å anse som et minimum-nivå for brannsikkerhet i bruksfasen av et bygg.

2.3.1.2 Regelverk for sprinkleranlegg

I Norge er det to gjeldende standarder for sprinkleranlegg. Det er også mulig å benytte andre standarder, for eksempel amerikanske NFPA 13, men det er kun de to følgende standardene beskrevet i dette underkapittelet som er preakseptert å benytte i Norge.

NS-EN 16925 – Faste brannslukkesystemer - Automatiske boligsprinklersystemer - Dimensjonering, installering og vedlikehold

NS-EN 16925 er en europeisk standard som erstattet tidligere boligsprinklerstandard NS-INSTA 900-1, i 2019. Denne standarden benyttes for sprinkleranlegg som faller inn under betegnelsen boligsprinkleranlegg, som blant annet omfatter boliger, internat, omsorgsboliger m.m. Standarden angir krav og anbefalinger for dimensjonering, installering, vannforsyning og tilbakestrømningsbeskyttelse, vedlikehold og prøving av faste boligsprinklersystemer [31].

NS-EN 16925 sier generelt lite om tilbakestrømningsbeskyttelse. Det er kun et fåtall punkter i standarden der tilbakestrømningsbeskyttelse nevnes.

NS-EN 12845 – Faste brannslukkesystemer - Automatiske sprinklersystemer - Dimensjonering, installering og vedlikehold

NS-EN 12845 er en europeisk standard med siste versjon utgitt i 2015. Standarden angir krav og anbefalinger for dimensjonering, installering og vedlikehold av faste sprinklersystemer i bygninger og industrianlegg. Standarden benyttes for sprinklerinstallasjoner som angitt i NS-EN 12259-1 [4]. Eksempler på slike installasjoner er tørre og våte sprinkleranlegg, pre-action anlegg m.m.

NS-EN 12845 sier generelt lite om tilbakestrømningsbeskyttelse. Det er kun et fåtall punkter i standarden der tilbakestrømningsbeskyttelse nevnes.

2.3.1.3 Regelverk som regulerer tilbakestrømningsbeskyttelse

Tilbakestrømningsbeskyttelse reguleres av forskrifter, tekniske normer og veiledninger. I dette delkapittelet blir de viktigste av disse presentert.

Byggteknisk forskrift (TEK17) m/veiledning (VTEK17)

Byggteknisk forskrift m/ veiledning er ganske omfattende. I paragrafene 15-5 og 15-7 i TEK17/VTEK17 omtales beskyttelse mot tilbakestrømning [6].

Forskrift om vannforsyning og drikkevann ("drikkevannsforskriften")

Drikkevannsforskriften ble utgitt i 2017, og gjelder alt drikkevann og alle forhold som kan ha innvirkning på drikkevannet. Formålet med forskriftene er å beskytte menneskers helse ved å stille krav om sikker levering av helsemessig trygt drikkevann. [22] Krav til beskyttelsestiltak mot tilbakestrømning er beskrevet i forskriftens 4. og 12. paragraf.

Veileder "Drikkevannsforskriften"

Veilederen til drikkevannsforskriften er utgitt av Mattilsynet som et hjelpemiddel for å bedre forstå kravene satt i forskriften. [32]

NS-EN 1717 – Beskyttelse mot forurensning av drikkevann i drikkevannsinstallasjoner og generelle krav til utstyr for å hindre forurensning ved tilbakestrømning

NS-EN 1717 er en europeisk standard som angir krav til beskyttelsesmoduler mot tilbakestrømning. På tross av at NS-EN 1717 ble gyldig i 2001, har det ikke blitt fokusert på å oppfylle kravene i den før i de siste årene. Til eksempel har dette vært et fokusområde i Trondheim og Bergen kommune siden 2015 [11]. Forskriften er ikke rettet direkte mot sprinkleranlegg, men beskriver hvordan tilbakestrømningsbeskyttelse kan løses på et generelt grunnlag [5].

VA/Miljø-blad nr. 61

VA/Miljø-blad nr. 61 beskriver hvordan beskyttelse mot tilbakestrømning/tilbakeslag kan utføres, og det bygger på NS-EN 1717. Ved å følge bladet vil kravene stilt i TEK 10/VTEK 10 §§ 15-6 og 15-9³ og i Standard abonnementsvilkår bli oppfylt [8]. VA/Miljø-bladet er ikke rettet direkte mot sprinkleranlegg, men beskriver hvordan tilbakestrømningsbeskyttelse kan løses på et generelt grunnlag.

Tekniske Bestemmelser Standard abonnementsvilkår for vann og avløp

Standard abonnementsvilkår består av to deler – administrative og tekniske bestemmelser, der sistnevnte omfattes av denne oppgaven. Tekniske bestemmelser fastsetter krav til teknisk utførelse og har til formål å sikre betryggende utførelse av sanitærinstallasjoner og private vann- og avløpsanlegg [33].

Vilkårene bør vedtas av den enkelte kommune for at de skal ha tilstrekkelig gyldighet. Vilkårene kan uforandret vedtas av kommunen, men det er også rom for å tilpasse de med egne særbestemmelser. Standard abonnementsvilkår tar sikte på å utdype og konkretisere bestemmelser og krav i eksisterende regelverk [33]. Standard abonnementsvilkår for vann og avløp er veletablert i Norge, noe som gjenspeiles i at flertallet av kommuner har bestemmelser basert på vilkårene [24].

³ Kravene knyttet til tilbakestrømningsbeskyttelse i disse paragrafene samsvarer med kravene i TEK17/VTEK17 §§ 15-5 og 15-7, samt at forskriftstekst/veiledningstekst i TEK10/VTEK10 så å si er identisk som for TEK17/VTEK17 med hensyn til krav stilt til/om tilbakestrømningsbeskyttelse.

Tilbakestrømssikring – veiledning til vannverkseiere

Denne veiledningen er laget for kommuner og andre vannverkseiere for å vise hvordan de kan sikre at abonnenter installerer tilbakestrømningsbeskyttelse. Veiledningen er generell og er derfor ikke rettet direkte mot sprinkleranlegg. Den inneholder en oversikt over hjemmelsgrunnlaget som vannverkseiere har for å kunne kreve tilbakestrømningsbeskyttelse [24].

Hvordan velge og installere tilbakestrømssikring? En veiledning til bygningseiere og rørleggere

Veiledningen er utgitt av Norsk Vann og baseres på *NS-EN 1717*. Den beskriver hvordan offentlig ledningsnett, samt tappepunkter internt i bygget kan sikres mot tilbakestrømming av urene væsker [25].

2.3.2 Krav om/til tilbakestrømningsbeskyttelse

I dette underkapittelet vil relevante krav om og til tilbakestrømningsbeskyttelse i forbindelse med sprinkleranlegg bli presentert. Kravene er hentet fra kildene som ble presentert i forrige underkapittel, kapittel 2.3.1.3.

Slokkevann reguleres av to lover – *Lov om brann og eksplosjonsvern* og *Plan- og bygningsloven* med tilhørende forskrifter. I tillegg gir *Forskrift om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften)* krav til drikkevann, noe som betyr at også denne forskriften angir krav til vann som benyttes i forbindelse med brannslukking.

I lovgivningen rettes kravene til slokkevann mot kommunen, mens det i drikkevannsforskriften rettes krav mot vannverkene. Private vannverk er i så måte regulert av vedtektene og eventuelle privatrettslige avtaler mellom det aktuelle vannverk og kommune. Dermed er det kommunen som står ansvarlig for slokkevann, også der drikkevannet blir forsynt fra privat vannverk. [34]

Eier og bruker av et byggverk pålegges i brann- og eksplosjonsvernloven en plikt til å sørge for at sprinkleranlegg fungerer som planlagt og har en tilstrekkelig og sikker vannforsyning. I henhold til plan- og bygningslovens m/tilhørende paragrafer skal sprinkleranlegg dimensjoneres for tilstrekkelig mengde og trykk for å dekke slokkevannsbehovet, samtidig som det ikke skal medføre fare for undertrykk og innsug. Faren for innsug og undertrykk blir også omtalt i drikkevannsforskriften som stiller krav til sikring mot tilbakestrømning [34].

2.3.2.1 Generelt

I drikkevannsforskriften §6 kreves det at vannverkseier skal gjøre fareidentifisering og farehåndtering av mulige trusler mot drikkevannskvaliteten. I forskriftens § 12 kreves det videre at vannverkseier skal påse at slike abonnenter der det er snakk om fare for tilbakestrømning, skal ha egnet tilbakestrømningsbeskyttelse.

I drikkevannsforskriften § 4 kreves det at abonnenter skal ha egnet sikring mot tilbakestrømning i samsvar med kravene i plan- og bygningsloven og byggt teknisk forskrift [22].

Byggt teknisk forskrift m/veiledning (*TEK17/VTEK17*) angir i § 15-5 og § 15-7 krav til tilbakestrømningsbeskyttelse. § 15-5. *Innvendig vanninstallasjon* lyder som følger:

"I n s t a l l a s j o n e r s k a l p r o s j e k t e r e s o g u t f ø r e s er sikret mot tilbakestrømning og inntrengning av urene væsker, stoffer eller gasser og mot tilbakesug og tilførsel av vann fra annen vannkilde." (1. ledd, bokstav d) [6]

Videre kreves det at installasjonen skal være tilrettelagt for fremtidig vedlikehold og være lett utskiftbar i henhold til § 15-5, 3.ledd [6].

I § 15-7. *Utvendig vannforsyningsanlegg med ledningsnett* er ordlyden i kravet så å si identisk som i overnevnte paragraf:

"Anlegg skal prosjekteres og utføres slik at god helse ivaretas ved at (...) I et tett og sikret system mot tilbakestrømning og inntrengning av urene væsker, stoffer eller gasser. Dette gjelder også for tilbakesuging og tilførsel av vann fra annen vannkilde og installasjon." (1. ledd, bokstav b) [6]

Videre er det i veiledningsteksten i § 15-7, 3.ledd henvist til tekniske normer/veiledninger som omhandler tilbakestrømningsbeskyttelse:

"Ledningsnett må være sikret mot tilbakestrømning av urene væsker, stoffer, gasser eller vann fra annen vannkilde eller installasjon. Aktuelle sikringstiltak fremgår av NS-EN 1717:2000 og VA/Miljø-blad nr. 61 om sikring mot tilbakestrømning av forurenset væske til drikkevannsledninger." [6]

I NS-EN 1717 [5] kategoriseres væsker som er, eller kan komme i kontakt med drikkevann i fem ulike kategorier. Se Tabell 2 for beskrivelse av disse kategoriene.

Tabell 2 - Væskekategorier iht. NS-EN 1717

Væske-kategori	Beskrivelse
1	Vann som brukes til drikkevann, og som kommer direkte fra en drikkevannsinstallasjon.
2	Væske som ikke utgjør noen helsefare. Væske som anses å være egnet til drikkevann, medregnet vann fra en drikkevannsinstallasjon, som kan ha endret smakt, lukt, farge eller temperatur (oppvarming eller nedkjøling).
3	Væske som utgjør en viss helsefare fordi den inneholder ett eller flere skadelige stoffer.
4	Væske som utgjør en helsefare fordi den inneholder ett eller flere giftige eller svært giftige stoffer, eller ett eller flere radioaktive, mutagene eller kreftfremkallende stoffer.
5	Væske som utgjør en helsefare fordi den inneholder mikroorganismer eller virus.

I henhold til VA/Miljø-blad nr. 61 kategoriseres vann i våtsprinkleranlegg, både med og uten tilsatsstoff (frostvæske), som væskekategori 3. Det bemerkes også i veiledningen at noen kommuner tillater at sprinkleranlegg uten frostvæske kategoriseres som væskekategori 2 [8]. I henhold til NS-EN 1717 er grensen mellom væskekategori 3 og væskekategori 4, LD 50 = 200 mg/kg kroppsvekt i henhold til EU-direktiv 93/21/EØF, datert 27.april 1993 [5].

Sikkerhetstiltak for beskyttelse mot tilbakestrømning bestemmes av væskekategorien som det skal hindres tilbakestrømning fra. Sikkerhetstiltakene det henvises til i NS-EN 1717 er beskyttelsesmoduler med ulike betegnelser. En beskyttelsesmodul beskrives av gruppe og type beskyttelse – for eksempel gruppe B, type A som tilsvarer BA-beskyttelsesmodul. I Tabell 2 i standarden er det listet opp hvilke beskyttelsesmoduler som dekker risikoen for de ulike væskekategoriene. Det er flere moduler som kan benyttes for hver væskekategori, men av hensyn til oppgavens formål gjengis her kun de mest aktuelle med tanke på beskyttelse av tilbakestrømning fra sprinkleranlegg:

- For væskekategori 4 er beskyttelsesmodul BA egnet
- For væskekategori 3 er beskyttelsesmodul CA egnet
- For væskekategori 2 er beskyttelsesmodul EA egnet [5]

Det bemerkes at BA- og CA-beskyttelsesmoduler også er egnet til å beskytte væske kategorier av lavere væske kategori enn oppgitt her. En videre beskrivelse av de forskjellige beskyttelsesmodulene gis i kapittel 2.4.2.

2.3.2.2 *Krav til, og plassering av tilbakestrømningsbeskyttelse*

VA/Miljø-blad nr. 61 oppgir følgende funksjonskrav for sikring mot tilbakestrømning:

"Tilbakestrømning som fører til forurensning av drikkevann skal ikke kunne forekomme. Dette gjelder både innenfor eiendommens interne ledningsnett og ut til vannverkets ledningsnett. Både tilkoblingspunkt og tappested for vann hos abonnent skal sikres fysisk mot tilbakestrømning. Sikringen skal fungere både ved overtrykk i abonnentens utstyr og ved trykfall eller undertrykk på vannverkets ledningsnett.

Også alle tilkoblinger som stenges med kran eller ventil når de ikke benyttes, og alle midlertidige tilkoblinger, skal være sikret mot tilbakestrømning." [8]

Tilbakestrømningsbeskyttelse skal være montert ved hvert tappepunkt eller gruppe tappepunkter, samt ved hovedstoppekran. Tappepunkt er en samlebetegnelse på alle kraner og alt utstyr tilkoblet vannforsyningen, inkludert midlertidige tilkoblinger. Valg av beskyttelsesmodul baseres på den aktuelle væske kategorien som det skal beskyttes mot, samt at det også er mulig å benytte utstyr for høyere væske kategorier. En løsning som kan benyttes der flere tappepunkter forsynes av samme ledning, og der vannet ikke benyttes til hygienisk bruk eller drikke, er en felles tilbakestrømningsbeskyttelse beregnet for den høyeste væske kategorien i det begrensede området.

Nedstrøms hovedstoppekranen før første avgreining skal det ved tilkoblingspunktet på offentlig vannforsyning installeres en kontrollerbar tilbakeslagsventil type EA eller tilbakeslagsventil innebygd i vannmåleren. EA-tilbakeslagsventil kan enten monteres ved innvendig hovedstoppekran eller i kum [8].

2.3.2.3 *Ansvarsforhold og hjemmelsgrunnlag*

Ansvarsforholdet for installering av tilbakestrømningsbeskyttelse er ulikt beskrevet i de forskjellige regelverkene. I henhold til *Standard abonnementsvilkår for vann og avløp* er abonnenten ansvarlig for at det er installert tilbakestrømssikring, mens det etter *plan- og bygningsloven* (pbl) m/forskrifter er bygningseiers ansvar. I enkelte tilfeller vil denne forskjellen kunne gi tvister, siden abonnent og bygningseier ikke alltid den samme personen/foretak. En leietaker kan på denne måten ha en formell forpliktelse dersom abonnementet står på leietaker [24].

Kommuners forpliktelser som vannverkseiere i henhold til *drikkevannsforskriften* er å arbeide med tilbakestrømning hos abonnentene gjennom kartlegging, pålegg m.m. Ved å sørge for at det til enhver tid opprettholdes et tilstrekkelig vanntrykk i nettet kan også kommunene bidra til forebygging mot tilbakestrømning via sug/hevert-virkning [24].

Hjemmelsgrunnlag for eksisterende byggverk

I kommuner der VA-etaten ikke har fått delegert myndighet etter pbl kap. 31 og 32, samt ikke-kommunale vannverk:

De fleste kommuner benytter bestemmelsene som er gitt i *Standard abonnementsvilkår for vann og avløp*, som stiller krav til at abonnent skal sørge for installering av tilbakestrømningsbeskyttelse uavhengig om det var et krav da abonnenten ble tilknyttet vannforsyningen. Vilkårene gir også hjemmel for tilsyn og pålegg, samt at de gir rom for dispensasjon fra kravene. Dispensasjon kan gis

dersom det er plassmangel eller lignende – og betyr ikke at det ikke skal installeres en tilbakestrømningsbeskyttelse, men at det kan aksepteres sikring for en lavere væskekategori [24].

I kommuner der VA-etaten har fått delegert myndighet etter pbl kap. 31 og 32:

Det er to sett bestemmelser som gir lovhjemmel for kartlegging og pålegg om montering. Det ene er *Standard abonnementsvilkår for vann og avløp*, mens det andre er *Plan og bygningsloven*. For førstnevnte gjelder det samme som i forrige avsnitt. For *Plan og bygningsloven* er det kapittel 31 og 32 som pålegger bygningseier å sørge for at byggverk og installasjoner holdes i forsvarlig stand, slik at det ikke er fare for helse og miljø. Ved brudd på dette gis kommunen rett til å føre tilsyn og gi pålegg. I tillegg gis kommunen i henhold til § 32-5 adgang til å ilegge tvangsmulkt i slike saker [24].

På samme måte som for kommuner der VA-etater ikke har fått delegert myndighet etter pbl kap. 31 og 32, samt ikke-kommunale vannverk, kan dispensasjon gis med hjemmel i både pbl og *Standard abonnementsvilkår for vann og avløp* [24].

Hjemmelsgrunnlag for nye byggverk og ved ombygging

Krav om tiltak som skal forhindre tilbakestrømning er hjemlet i *Byggteknisk forskrift (TEK17)*, som har hjemmel i Plan- og bygningsloven (*pbl*). I *TEK17* er det henvist til *NS-EN 1717* og *VA/Miljø-blad nr. 61* som begge inneholder krav om/til tilbakestrømningsbeskyttelse. I tillegg må nye abonnenter hos vannverkene søke om tilknytning til vannforsyningen. Som tidligere nevnt innebærer det normalt at kravene i *Standard abonnementsvilkår*, der det kreves tilbakestrømningsbeskyttelse, følges.

Dispensasjon for løsninger som ikke er i henhold til *NS-EN 1717* kan også søkes om for nybygg/ombygginger med hjemmel i både *pbl* og *Standard abonnementsvilkår for vann og avløp*, men da med litt høyere terskel for å få godkjent dispensasjon sammenlignet med eksisterende bygg. Det kan søkes dispensasjon i enkelte tilfeller der forholdene ikke er egnet til alle typer beskyttelse, for eksempel skal BA-ventiler ikke plasseres i kum [24].

2.4 Tekniske installasjoner

I dette underkapittelet vil det bli gitt en innføring i tekniske begreper og virkemåter i forbindelse med sprinkleranlegg og tilbakestrømningsbeskyttelse.

2.4.1 Sprinkleranlegg

Sprinkleranlegg har eksistert i mer enn 100 år, og er det mest brukte automatiske brannsløkkeanlegget som finnes. Det baseres på dyser, kalt sprinklerhoder, som skal reagere ved for høy varme og spre vann for å kontrollere brann. På denne måten vil ikke en brann vokse seg større i intensitet eller omfang, samt at sprinkleranlegg i mange tilfeller slukker brann. Sprinkleranlegg brukes både for å sikre mennesker og materielle verdier.

Krav om automatisk brannsløkkeanlegg finnes i forskriftstekst i *TEK17* eller som preakseptert løsning i henhold til *VTEK17*. I tillegg kan analytisk brannteknisk prosjektering resultere i krav om automatisk brannsløkkeanlegg. Ved valg av sløkkeanlegg er det kun sprinkleranlegg som er en preakseptert løsning – det vil si at der det i kravteksten står "automatisk brannsløkkeanlegg", kan velges sprinkleranlegg uten ytterligere dokumentasjon rundt selve valget [6].

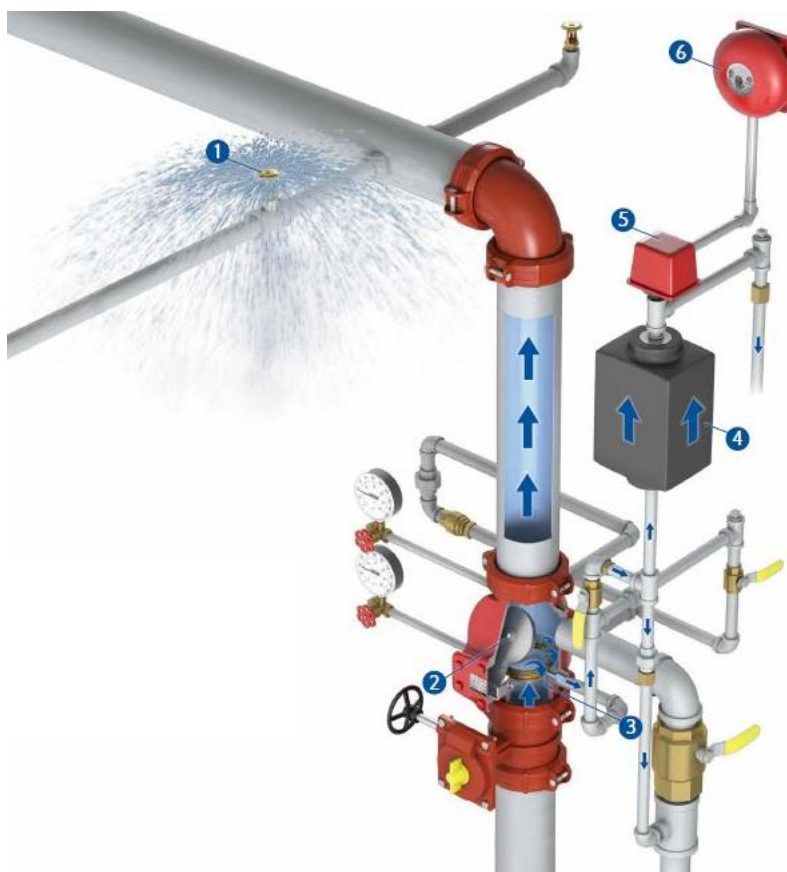
I hovedsak er det to virksomheter som kreves beskyttet med sprinkleranlegg i *TEK17/VTEK17*. I henhold til *TEK17* § 11-12 kreves det automatisk brannsløkkeanlegg i alle risikoklasse 6-bygg (Sykehus, hoteller m.m.), samt i risikoklasse 4-bygg (hovedsakelig boliger) der det også er krav om heis (fra og med tre etasjer og høyere) [6]. Videre kan sprinkleranlegg eksempelvis benyttes som en

alternativ preakseptert løsning for å veie opp for manglende klassifisering på vinduer og takfot med tanke på brannsmitte, for overskridelse i brannseksjonerings-arealer m.m.

Sprinkleranlegg oppdager, varsler og kontrollerer branner. For at anleggene skal kunne gjøre dette, må det bestå av noen viktige bestanddeler – blant annet et rørsystem som fordeler vannet, et kontrollventilsett som gir alarm ved aktivert sprinkler, samt sprinklerhoder som reagerer på varme og sprer vann over brannen.

Et kontrollventilsett består igjen av en alarmventil, en hovedstengeventil og annet tilbehør/trim som er essensielt for sprinkleranleggets funksjon. Hovedstengeventilen kan stenge alt vann nedstrøms ventilen, for eksempel ved nedtapping i forbindelse med service og modifikasjoner. En alarmventil er en tilbakeslagsventil⁴, som ved hjelp av trim utløser brannalarm ved aktivert sprinkleranlegg [35]. Når en sprinkler løser ut vil det frigjøre trykk i form av trykksatt vann eller luft. Dette skaper et trykkfall som vil få ventilklassen i alarmventilen til å åpnes, og følgelig frigjøre vann som forsynes via innlegget til sprinkleranlegget. I denne prosessen vil vann også strømme inn i alarmsløyfen via spalter/åpninger i ventiletet i alarmventilen. Alarmsløyfen er trim som i hovedsak består av rør og rørdeler, trykkutjevningsskammer/retardasjonsskammer og trykkbryter/pressostat for elektrisk signal til brannalarmanlegg og eventuell hydraulisk alarmklokke. Annet trim som er tilkoblet alarmventilen er test- og dreneringsventiler samt manometre oppstrøms og nedstrøms alarmventilklassen [36].

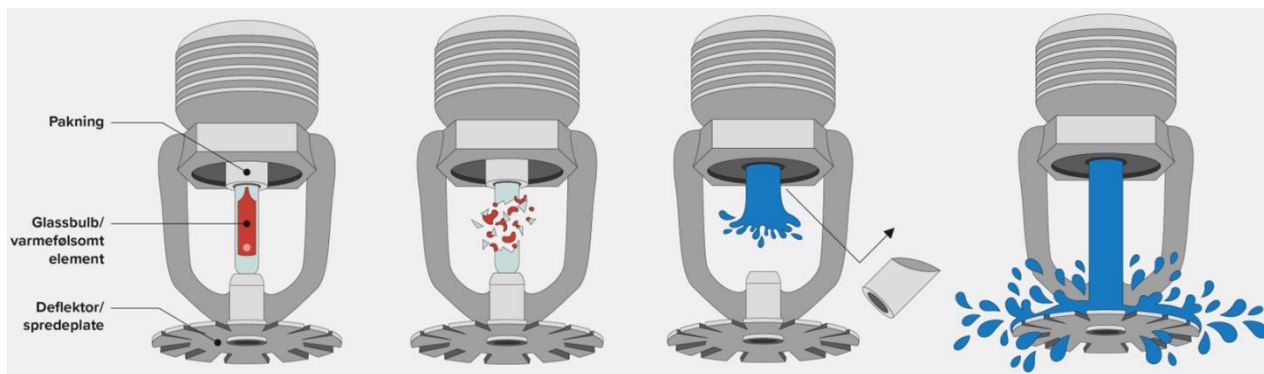
Komponentene som inngår i et sprinkleranlegg er vist i Figur 3, som er et eksempel på et sprinkleranlegg med våt alarmventil, kalt våtanlegg.



Figur 3 - Et våtanlegg (utsnitt av poster, gjengitt med tillatelse fra Viking Group Inc.) [37]

⁴ I denne sammenheng er det ikke snakk om en tilbakeslagsventil med klassifisering/godkjenning i henhold til NS-EN 1717, men en enkel tilbakeslagsventil med hengslet klaff.

Et sprinklerhode består av deflektor, sprinklerarmer, dyseåpning (som er gjenget utvendig) og varmemfølsomt element i form av glassbulb eller smeltemetall. Sprinklerhodene monteres i rør enten stående eller hengende, samt at de også kan monteres ut fra vegg. For at et sprinklerhode skal kunne fordele vann må først det varmemfølsomme elementet gi etter grunnnet varmempåkjening. Dette elementet holder vannet tilbake med en pakning. Ved kollaps av det varmemfølsomme elementet vil trykket som står imot pakningen – enten vann- eller lufttrykk – presses ut av dyseåpningen. Vann vil så presses mot deflektor/spredeplate som vil spre vannet i et mønster (spredemønster) over et dekningsareal. [36] Se Figur 4 for illustrasjon.



Figur 4 - Illustrasjon av sprinklerhode og dets virkemåte (Illustrasjon er laget av Marius Amundsen)

Det finnes flere typer sprinkleranlegg med forskjellig kompleksitet, utløsningsmekanisme og utforming. I henhold til FG-Skadeteknikk sin veiledning til NS-EN 12845, FG-930:1, faller følgende installasjoner inn under begrepet faste automatiske sprinklersystemer:

- Sprinkleranlegg utført som våtanlegg med eller uten tilsatsstoff
- Sprinkleranlegg utført som våtanlegg med endeanlegg
- Sprinkleranlegg utført som tørranlegg
- Sprinkleranlegg utført som pre-action anlegg
- Boligsprinkleranlegg

[38]

Den vanligste typen sprinkleranlegg er våtanlegg med såkalt våte alarmventiler. Motsatsen til denne er anlegg med tørre alarmventiler, kalt tørranlegg. Våt og tørr sikter her til hvorvidt det står vann eller luft/nitrogen over ventilklassen i alarmventilen. Det finnes også sprinkleranlegg som kalles preactionanlegg og alternerende anlegg. Boligsprinkleranlegg kan være både våte og tørre anlegg, og er en litt enklere utgave av sprinkleranlegg sammenlignet med det som blir benyttet i andre bygg. [36]

I et vått sprinkleranlegg er hele rørsystemet fylt med vann. Utløst sprinkler vil medføre trykkfall i vanntrykket over ventilklassen, som vil åpnes slik at mer vann strømmer ut i systemet og over brannen. I frostsatte områder kan vannet i en begrenset del av anlegget tilsettes frostvæske (glykol/glyserin). Denne sløyfen kalles for et endeanlegg, og må være utstyrt med stengeventil, tilbakeslagsventilen, manometer, ekspansjonskar og påfyllingsmulighet. [36] Glykol og glyserin er tillatt å benytte som frostvæske i sprinkleranlegg, siden de ikke er definert som giftige. Vann i kombinasjon med disse to stoffene kategoriseres under væskekategori 3.

I større bygg/områder med frostfare må tørranlegg benyttes i istedenfor våte sprinkleranlegg. I et tørranlegg er rørnett over (nedstrøms) ventilklassen trykksatt med luft eller nitrogen. Utløst

sprinkler vil medføre trykkfall over ventilklassen, som vil åpnes slik at vann strømmer ut i systemet og over brannen [36].

Det er også en mulighet å kombinere et vått og tørt anlegg. Slike anlegg kalles for alternerende anlegg, og de står ofte tørre på vintertid og våte på sommertid. Grunnen til at denne typen anlegg benyttes er frostfare og det faktum at tørranlegg er mer utsatt for korrosjon samt at reaksjonstiden er lengre enn for et vått sprinkleranlegg [36].

Preactionanlegg er spesielle tørranlegg som benyttes der en vil ha en ekstra sikkerhet mot vannskader eller der en ønsker vann raskere frem til sprinklerhodene enn i et ordinært tørranlegg. Det finnes flere typer preactionanlegg. Disse typene har ulik utløsermekanismen for alarmventilklassen – type A åpner ventilklassen kun ved signal fra et automatisk deteksjonssystem, mens for type B åpnes den enten ved utløst sprinkler eller brannalarmsignal [36].

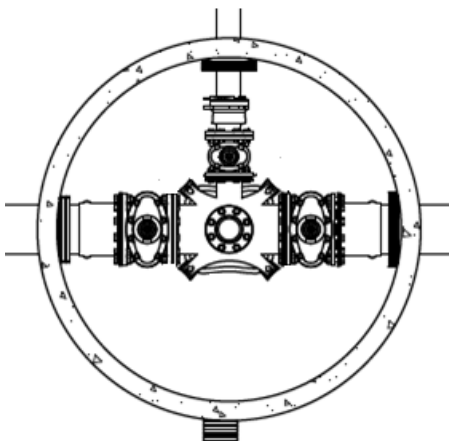
Sprinkleranleggets vann og trykk-krav, også kalt PQ-krav, angir hvor mye vann til hvilket trykk som kreves og skal fremkomme av prosjekteringen. Det skal verifiseres om vannforsyningen kan levere i henhold til PQ-kravet. Verifikasjonen skal gjøres ved vannmengdemålinger med utstyr montert i nærheten av sprinklerventilen. Sprinkleranlegg skal ha minst en pålitelig vanntilførsel som kan levere forutsatt vannmengde og trykk uansett årstid [36]. I hovedsak forsynes vann på to måter – enten direkte fra offentlig vannforsyningsnett eller fra et vannmagasin (basseng, tank) med sprinklerpumpe(r).

I denne oppgaven er det forsyning fra offentlig vannforsyningsnett som er av interesse. Vannforsyningsnettet i Norge vil de aller fleste steder kunne levere vannmengde og trykk i samsvar med PQ-krav for de aller fleste sprinkleranlegg. Dersom vannmengden er god, men den leveres ved for lavt trykk er det mulig å installere trykkøkingspumper i forbindelse med sprinkleranlegg.

I henhold til VA/Miljø-blad nr. 7 skal tilkobling av sprinkleranlegg på offentlig vannforsyningsnett utføres på følgende måte:

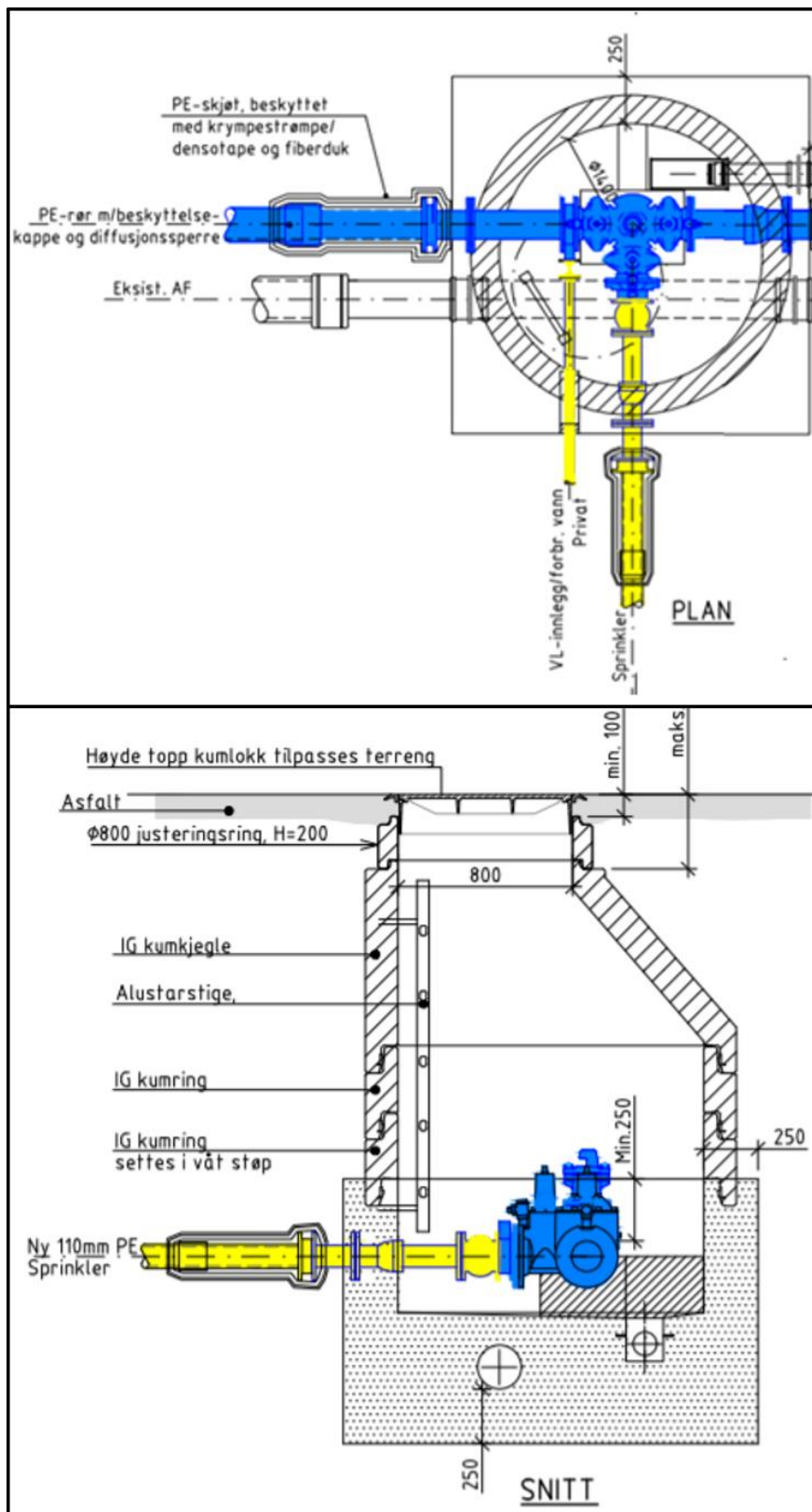
"Tilknytning skal foretas i kum med flenset T-rør og tre stengeventiler. Sprinkleranlegg har vanligvis tosidig vannforsyning. I en bygate kan det bli svært tett med kummer. Lokale tilpasninger kan da gjøres, f.eks. med nedgravde tilknytninger." [39]

Med tosidig vannforsyning menes her at vannet kan strømme fra begge sider av tilkoblingspunktet. Videre er det i Figur 5 fra VA/Miljø-blad nr. 7 illustrert hvordan tilkobling i kum skal utføres. Stikkledningen som går oppover i figuren er innlegget til et sprinkleranlegg.



Figur 5 - Tilkobling av sprinkleranlegg på offentlig vannforsyning [39]

Oslo Kommune Vann- og avløpsetat sin VA-norm har 308 vedlegg. Vedlegg 162 angir hvor skillet mellom privat og kommunal eiendom i kum går. I Figur 6 er det vist et utdrag fra denne. Figuren er også et eksempel på påkobling av sprinkler til offentlig nett [40].



Figur 6 – Utdrag fra Oslo Kommune VA-norm vedlegg 162. Gult representerer privat eiendom og blått representerer kommunal eiendom [40]

Figur 6 er et eksempel på hvor innlegg til sprinkler og annet forbruk er separate stikkledninger, men det finnes bygg som har felles innlegg for begge formål. En slik stikkledning er som regel koblet på fra gaten og inn til eiendommen. Noen stikkledninger er derfor lange, mens andre er korte. Dersom stikkledningen er lagt med store rørdimensjoner og/eller har lite vannforbruk kan en del av vannmassene i stikkledningene bli ganske stillestående og det blir lite vannutskiftning i røret.

FG stiller krav til at foretak som prosjekterer, kontrollerer prosjekteringen eller utførelsen, skal ha minst en fast ansatt med eksamen fra videregående skole eller likeverdig utdanning. Når det gjelder installering må det være minst en i foretaket med fagbrev. I tillegg skal personen være personellsertifisert i henhold til FG-900, når det gjelder prosjektering, installering og kontroll av sprinkleranlegg. For vedlikehold/service og reparasjoner kan personell være usertifisert så lenge de har sertifikat fra FG-ordningen eller "Blått Kompetansebevis" fra *Rådet for Vedlikehold av Brannslukkemateriell* [38].

For installering av sprinkleranlegg må kun godkjente produkter benyttes. Det er også viktig at prosjekteringsbeskrivelsen følges, samt datablader fra produsenter. Vedlikehold må utføres av kvalifisert personell hver 6. måned for tørranlegg, mens intervallet er hver 12. måned for våtanlegg [38]. Tredjepartskontroll av sprinkleranlegget skal også utføres hvert år. Kontrollen skal verifisere om sprinkleranlegget samsvarer med beskrivelser i sprinklerstandarden og prosjekteringsgrunnlaget [4]. I tillegg må sprinkleranlegg etterses ukentlig. I ettersynet inngår prøving av alarmer, avlesning av trykk og kontroll av riktig posisjon på stengeventiler. Det stilles ikke krav til sertifisering for personer som skal gjennomføre ettersyn [38].

2.4.2 Tilbakestrømningsbeskyttelse/tilbakeslagssikring

Det finnes flere typer tilbakestrømningsbeskyttelse. I dette underkapittelet vil kun det mest aktuelle beskyttelsesutstyret i forbindelse med sprinkleranlegg bli presentert.

For å beskytte den offentlige vannforsyningen mot risikoen for forurensning av vann fra sprinkleranlegg blir det benyttet tankpåfylling med luftgap eller tilbakeslagsventiler.

For sprinkleranlegg som forsynes av tank/basseng og tilhørende sprinklerpumper, er det beskyttelsesgruppe A luftgap (iht. *NS-EN 1717*) som benyttes. Tank/basseng forsynes av offentlig vannforsyningsnett, som da beskyttes med luftgap som normalt opprettholdes med flottør e.l. Denne formen for beskyttelse utgjør ikke særlig stor risiko for vannkvaliteten siden luftgap er det sikreste beskyttelsesprinsippet, forutsatt at flottører og lignende fungerer. I denne oppgaven vil det derfor hovedsakelig være fokus på tilbakeslagsventiler.

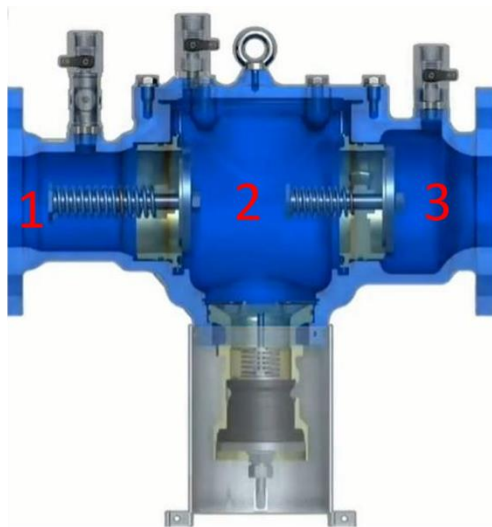
Tilbakeslagsventiler skal stoppe strømming av uønsket væske i forbindelse med tilbakeslag og tilbakesug. Det finnes mange typer tilbakeslagsventiler, men de mest brukte i forbindelse med sprinkleranlegg er BA-ventiler og EA-ventiler.

2.4.2.1 BA-tilbakeslagsventiler (Beskyttelse av væskekategori 4)

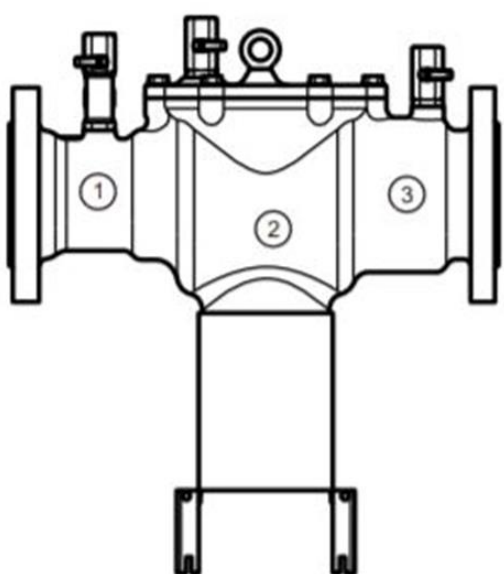
BA-tilbakeslagsventiler beskrives i henhold til *NS-EN 1717* som sikring av gruppe B "Kontrollerbart avbrudd" og type A "Tilbakestrømningsbeskyttelse med kontrollerbar trykksone". Denne sikringen kan i henhold til standarden benyttes for beskyttelse av drikkevann mot inntrengning fra væske av væskekategori 1 til og med 4, og kalles ofte for en kategori 4-ventil [5].

BA-ventiler består av tre trykksoner, som er adskilt av to tilbakeslagsventiler (engelsk: "check valves"), se Figur 7. I den mellomste trykksonen er det automatisk drenering til atmosfære, med luftgap over avløp. Den automatiske dreneringsmekanismen styres ved at vanntrykk fra trykksone 1 kontrollerer åpning/stenging av dreneringsventil (engelsk: "discharge valve"). Ventilen er

kontrollerbar ved at det er tilkoblingsmulighet i form av en kuleventil på hver trykksone. For å kontrollere trykkene i de tre sonene må det benyttes spesialverktøy [41]. Et eksempel på en BA-ventil er vist i Figur 8.



Figur 7 – Illustrasjonsbilde av innsiden på en BA-ventil (Skjermdump fra youtube-video. Redigert av forfatter for å illustrere forskjellige trykksoner med tall) [42]



Figur 8 – BA300 tilbakeslagsventil av merket Honeywell Home (Gjengitt med tillatelse fra Resideo Technologies, Inc) [41]

Virkemåte/prinsipp

Ved små trykkforskjeller mellom de forskjellige trykksonene holder BA-ventilens to tilbakeslagsventiler stengt, slik at det ikke er strømning gjennom ventilen. Dette skyldes at fjærkraften som presser klaffene i tilbakeslagsventilene overvinner kraften som skapes av trykkforskjellene. Drenering av trykksone 2 (mellomkammeret) hindres ved at vanntrykk fra trykksone 1 holder dreneringsventilen stengt.

Dersom trykket skulle falle nedstrøms ventilen, vil tilbakeslagsventilen mellom trykksone 2 og 3 åpne grunnet at trykkforskjellen mellom trykksone 2 og 3 overvinner fjærkraften. Dette vil igjen få tilbakeslagsventilen mellom trykksone 1 og 2 til å åpne grunnet samme mekanisme. Dermed vil

vannet strømme gjennom ventilen. Drenering av mellomkammeret hindres ved at vanntrykk fra trykksone 1 holder dreneringsventilen stengt.

Ved potensielle tilbakeslagshendelser som kan skapes av overtrykk nedstrøms ventilen vil den fungere på følgende måte:

Trykkforskjellen mellom trykksone 2 og trykksone 3 vil skape en kraft som virker i samme retning som fjærkraften i tilbakeslagsventilen mellom de to sonene. På denne måten vil tilbakeslagsventilen stenge for å unngå tilbakestrømning.

Ved potensielle tilbakeslagshendelser som kan skapes av sugeeffekt/hevertvirkning oppstrøms ventilen vil den fungere på følgende måte:

Ved trykkfall oppstrøms ventilen vil det kunne skapes sugeffekt eller hevertvirkning. BA-tilbakeslagsventilen motvirker tilbakestrømning i slike tilfeller ved å drenere bort vann fra trykksone 2. Denne tømme mekanismen aktiveres når trykkdifferansen mellom trykksone 1 og trykksone 2 faller til 0,14 bar eller lavere. Fjernkrafta som forsøker å åpne dreneringsventilen vil overstige kraften fra trykkdifferansen og på denne måten vil vannet i mellomkammeret føres til avløp. En følge av dette er at tilbakeslagsventilen ved innløpet stenger og dermed hinder tilbakestrømning. Dersom det skulle være fremmedlegemer i ventilen som hindrer ventilen å stenge skikkelig, vil det fortsatt ikke strømme forurenset væske tilbake grunnet dreneringsfunksjonen.

Normaltilstand for BA-tilbakeslagsventiler i forbindelse med sprinkleranlegg er at tilbakeslagsventilene står i stengt posisjon fordi trykkforskjellene mellom de forskjellige trykksone er små. Ved utløst sprinkler vil vanntrykket falle nedstrøms ventilen som igjen vil få ventilen til å åpne og vannet til å strømme igjennom. Ved tilbakeslag i form av sug eller overtrykk vises det til beskrivelsene over. [41] [42]

Montering

I henhold til datablad ("Specification sheet") fra Resideo kan deres modell BA300 fås i størrelse med nominell diameter mellom DN 65 og DN 200. Videre skal ventilen installeres sammen med innretninger der maksimalt trykk ikke overstiger 10 bar⁵ eller i forbindelse med medium som holder mindre enn 65 °C [41].

For montering av BA-ventiler må følgende hensyn tas i henhold til VA/Miljø-blad nr. 61:

- Det skal installeres stengeventil foran og etter ventilen
- Det skal installeres sil med tømmeventil foran ventilen
- Ventilen skal ikke installeres der det er fare for oversvømmelse, eller i forurenset atmosfære
- Ventilen skal monteres horisontalt
- Utløpet fra drenering må kobles til avløp/sluk [8]

Ytterligere spesifikasjoner er gitt i NS-EN 1717:

- Det skal være et luftgap mellom drenering/utløp og avløp/sluk
- Ventil skal monteres med drenering/utløp pekende ned [5]

⁵ Denne trykk-klassen blir også oppgitt av flere leverandører (iht. NS-EN 1717 skal BA-ventiler testes for trykk opp til 10 bar.) I NS-EN 12845 tillates det at sprinkleranlegg kan ha trykk opptil 12 bar. Dette vil si at det iht. sprinklerregelverket er tillatt med større trykk enn det BA-ventiler testes for.

Sil oppstrøms tilbakeslagsventil

Silen som normalt monteres med Resideo sine BA-ventiler har en maskevidde på 0,5 mm i henhold til datablad ("Specification sheet") fra Resideo, modell *FY69P* [43]. Vanlig praksis hos Krüge AS er å sende med ekstra sil som har maskevidde på 0,8 mm [44].

Ettersyn, vedlikehold og inspeksjon

Utilstrekkelig eller dårlig vedlikehold av tilbakestrømningsbeskyttelse kan medføre dårligere vannkvalitet. Derfor skal det regelmessig utføres vedlikehold og inspeksjon av beskyttelsesmoduler [5]. Det er eiers ansvar at utstyret blir inspisert og vedlikeholdt i henhold til datablad for produktet [8]. Hyppigheten av inspeksjon og vedlikehold beskrives i "Table A.1" i europeisk standard *NS-EN 806-5:2012 Krav til drikkevannsinstallasjoner i bygninger. Del 5: Drift og vedlikehold*. I henhold til standarden skal inspeksjon og rutine-vedlikehold utføres henholdsvis hver sjette og tolvte måned [45].

Det som ligger i begrepet inspeksjon, er at det skal sjekkes/utføres:

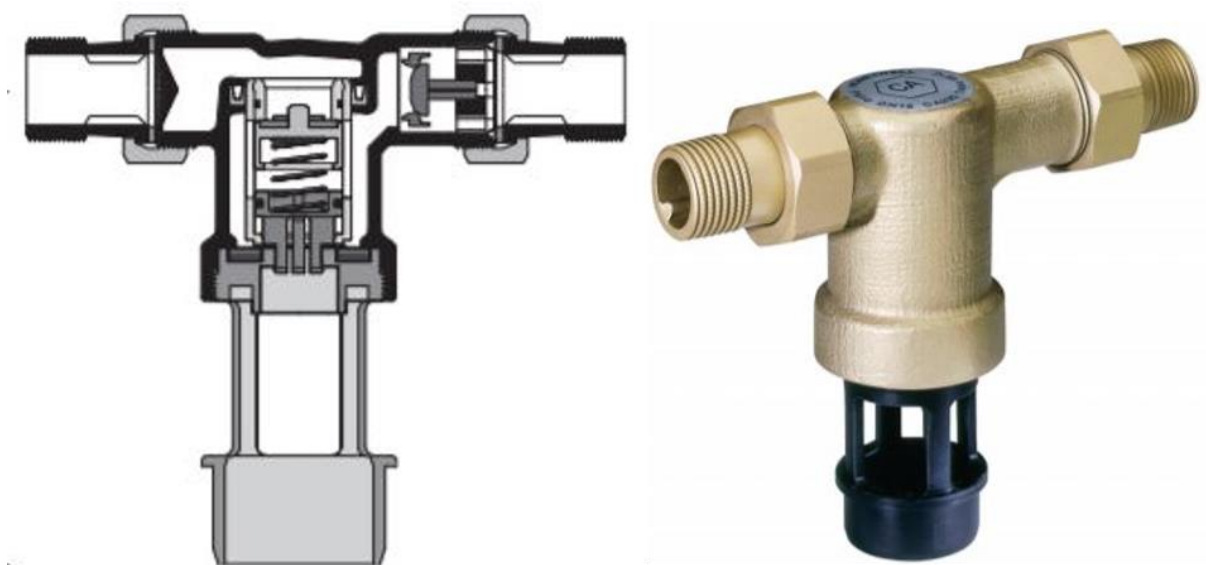
- Om montering er i henhold til monteringsanvisning for ventilen
- Om valgt beskyttelsesmodul fortsatt er egnet for væsken – da i form av endringer på rørnett og bruken av vannet/væsken
- Ventilens tilgjengelighet
- At det ikke er mulighet for oversvømmelse av rommet
- Om det er overflaterust
- Kapasiteten til dreneringen i rommet
- Beskyttelse mot frost og mot høy temperatur
- En enkel funksjonstest av ventiler med spesialverktøy, samt av sil/filter [45]

Begrepet rutine-vedlikehold forklares i standarden med følgende:

- Demontering og rens sil/filter
- Test tetthet til ventiler og pakninger
- Test åpning og lukking av drenering/utløp ("discharge port")
- Rens dreneringspotten/utløpet
- Trykktest med passende utstyr (statisk, dynamisk og differensial)
- Sjekk funksjonen til tilbakestrømningsbeskyttelsen i henhold til leverandørbeskrivelser [45]

2.4.2.2 CA-tilbakeslagsventiler (Beskyttelse av væskekategori 3)

CA-tilbakeslagsventiler beskrives i henhold til *NS-EN 1717* som sikring av gruppe C "Ikke-kontrollerbart avbrudd" og type A "Tilbakestrømningsbeskyttelse med ulike ikke-kontrollerbare trykksoner" [5]. Denne sikringen kan i henhold til standarden benyttes for beskyttelse av drikkevann mot inntrengning fra væske av væskekategori 1 til og med 3, og kalles derfor ofte for en kategori 3-ventil. Figur 9 er et eksempel på en CA-tilbakeslagsventil.



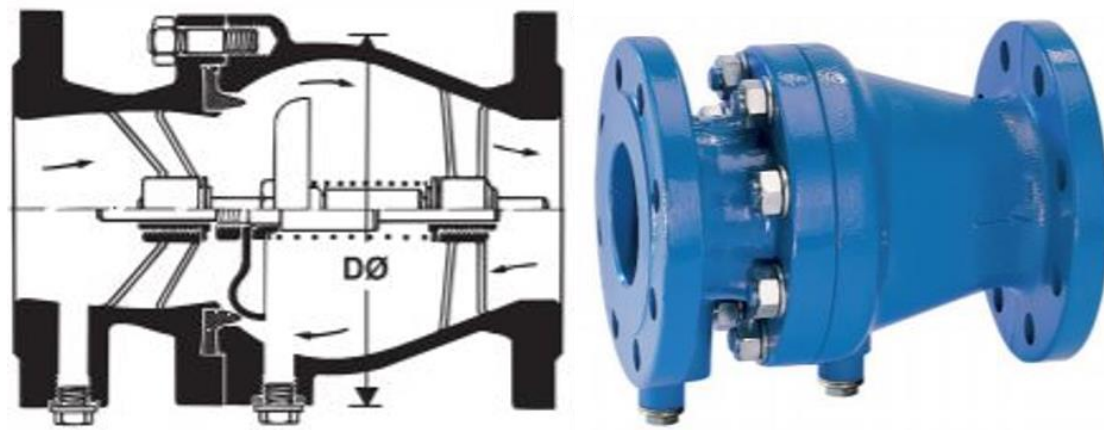
Figur 9 - CA295 tilbakeslagsventil av merket Honeywell Home (Gjengitt med tillatelse fra Resideo Technologies, Inc) [46]

Hovedforskjellen mellom CA-ventiler og BA-ventiler er kontrollerbarheten av trykksone. I tillegg finnes CA-ventiler kun i små dimensjoner. For ventiler fra Resideo er det kun dimensjonene $\frac{1}{2}$ " (DN 15) og $\frac{3}{4}$ " (DN 20) som er tilgjengelige [46]. Dette betyr at CA-ventiler ikke kan benyttes i forbindelse med sprinkleranlegg, som nesten alltid blir forsynt med vann fra rørledninger med større dimensjoner. Det gis ikke ytterligere beskrivelse av CA-ventilen i denne oppgaven, siden denne typen ventiler ikke finnes i riktige dimensjoner.

2.4.2.3 EA-tilbakeslagsventiler (Beskyttelse av væskekategori 2)

EA-tilbakeslagsventiler beskrives i henhold til NS-EN 1717 som sikring av gruppe E "Tilbakeslagsventiler" og type A "Kontrollerbar tilbakeslagsventil" [5]. Denne sikringen kan ifølge standarden benyttes for beskyttelse av drikkevann mot inntrengning fra væske av væskekategori 1 og 2. Denne ventilen kalles derfor ofte for en kategori 2-ventil.

EA-ventiler består av en fjærbelastet tilbakeslagsventil (engelsk: "check valve") som ligger i et ventilhus. I stengt posisjon dannes det to soner inne i ventilhuset – en sone oppstrøms ventilklaften og en nedstrøms klaffen. Ventilen er kontrollerbar ved at den har drenerings/test-plugger. Et eksempel på en EA-ventil er vist i Figur 10.



Figur 10 - RV283S tilbakeslagsventil av merket Honeywell Home (Gjengitt med tillatelse fra Resideo Technologies, Inc) [47]

Virkemåte/prinsipp

Ventilklaffen virker imot normal strømningsretning ved at fjærkraften dytter klaffen mot ventiletet som vist nederst i vestre del av Figur 10. Vannstrøm ved en gitt grense vil motvirke fjærkraften slik at vann kan strømme gjennom ventilen som vist øverst i samme figur.

Ved potensielle tilbakeslagshendelser som kan skapes av overtrykk nedstrøms ventilen vil den fungere på følgende måte:

Overtrykket vil trykke mot klaffen, som sammen med fjærkraften vil presse ventilklaffen mot ventiletet⁶.

Ved potensielle tilbakeslagshendelser som kan skapes av sugeffekt/hevertvirkning oppstrøms ventilen vil den fungere på følgende måte:

Fallende trykk oppstrøms ventilklaffen vil resultere i at fjærkraft sammen med trykk fra nedstrøms klaffen presser klaffen mot ventiletet.

Normaltilstand for EA-tilbakeslagsventiler i forbindelse med sprinkleranlegg er at tilbakeslagsventilene står i stengt posisjon fordi det ikke er noe strømming. Ved utløst sprinkler vil vanntrykket falle nedstrøms ventilen som igjen vil få ventilen til å åpne og vannet til å strømme igjennom. Ved tilbakeslag i form av sug eller overtrykk vises det til beskrivelsene over. [47]

Montering

I henhold til datablad ("Specification sheet") fra Resideo kan deres modell RV283S fås i størrelse med nominell diameter mellom DN 50 og DN 150. Videre skal ventilen installeres sammen med innretninger der maksimalt trykk ikke overstiger 16 bar eller i forbindelse med medium som holder mindre enn 65 °C [47].

I henhold til *VA/Miljø-blad nr. 61* må det installeres stengeventil foran sikringsutstyret [8]. Videre har noen produsenter, som Resideo, installasjonskrav som sier at ventilen skal installeres horisontalt med test- og dreneringsplugg nedover [47]. Samtidig tillater andre leverandører som Bayard by Talis, at deres *NOREPOL EA tilbakeslagsventil* også kan monteres vertikalt [48].

Ettersyn, vedlikehold og inspeksjon

EA-ventiler skal i henhold til "Table A.1" i *NS-EN 806-5:2012 Krav til drikkevannsinstallasjoner i bygninger. Del 5: Drift og vedlikehold* ha inspeksjon og rutine-vedlikehold 1 gang hvert år [45].

Det som ligger i begrepet inspeksjon, er at det skal sjekkes/utføres:

- Om montering er i henhold til monteringsanvisning for ventilen
- Om valgt beskyttelsesmodul fortsatt er egnet for væsken – da i form av endringer på rørnett og bruken av vannet/væsken
- Sjekk om det er lekkasje eller korrosjon
- Ventilens tilgjengelighet

Begrepet rutine-vedlikehold forklares i standarden med følgende:

- Sjekk at rørene nedstrøms er trykksatt, og at det ikke er strømming. Dette kan bli gjort ved å stenge en ventil nedstrøms tilbakeslagsventilen.

⁶ Dette er for øvrig akkurat samme virkemåte som for ventilklauff og fjær i BA-ventiler.

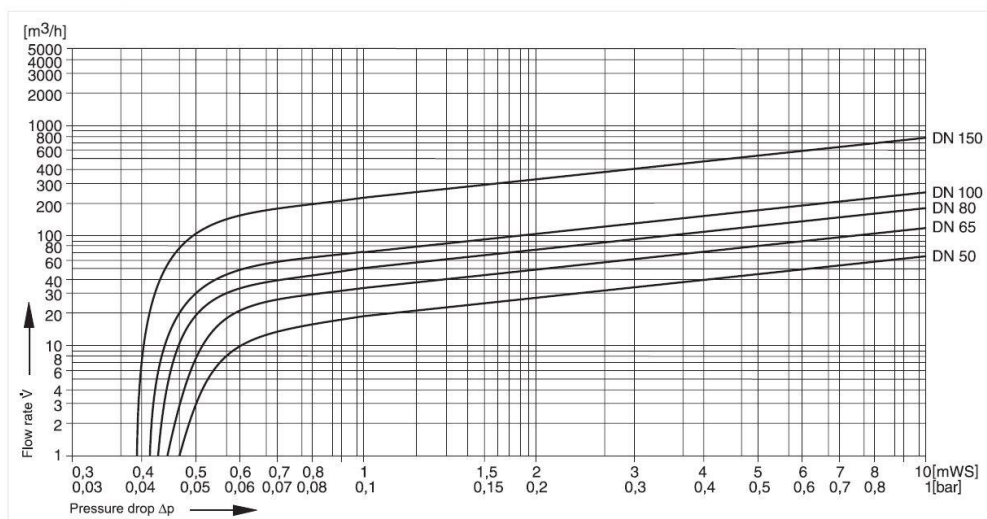
- Steng ventilen oppstrøms og åpne oppstrøms testplugg på ventilen. Gjennomstrømningen skal stoppe etter tømning. Hvis ikke, sjekk tettheten til ventilen oppstrøms enheten. Hvis gjennomstrømningen fortsetter, bytt EA-ventilen [45].

2.4.2.4 Trykktap

De to ventilene av interesse i denne oppgaven er BA-tilbakeslagsventil og EA-tilbakeslagsventil. En av de viktigste forskjell mellom de to ventilene, i tillegg til at BA-ventilen gir en "dobbel beskyttelse" i form av to tilbakeslagsventiler, er trykktapet som skapes over ventilene. Denne forskjellen er forsøkt illustrert med tabeller og figurer.

Figur 11 og Figur 12 er hentet fra datablader ("Specification sheet") for EA-tilbakeslagsventil RV283S [47] og BA-tilbakeslagsventil BA300 [41] fra *Resideo Technologies, Inc.* Figurene viser trykktap over ventil som funksjon av vannstrøm gjennom ventilen, med flere grafer for forskjellige størrelse på ventilene.

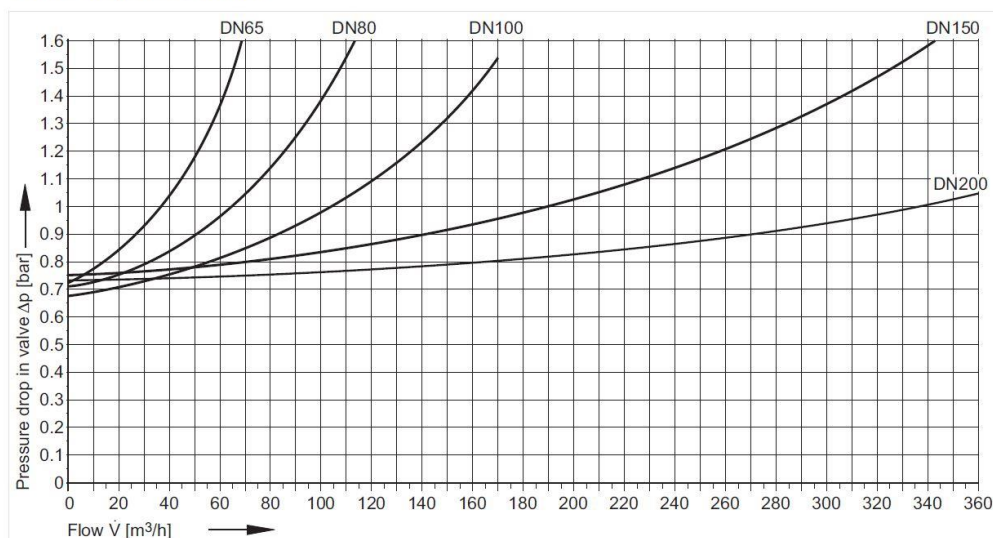
Pressure drop characteristics



Figur 11 - Trykktapskurer for EA-ventil. (Gjengitt med tillatelse fra Resideo Technologies, Inc) [47]

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Pressure drop characteristics



Figur 12 - Trykktapskurer for BA-ventil. (Gjengitt med tillatelse fra Resideo Technologies, Inc) [41]

Det bemerkes at de oppgitte verdiene i Figur 11 og Figur 12 kun er for ventil, og dermed ikke representerer virkeligheten fullt, siden tallene ikke viser hvordan trykktapet blir påvirket av filter oppstrøms ventilen.

Tabellene under er laget med utgangspunkt i "normale" dimensjonerende vannmengder⁷. Utvalget er gjort på bakgrunn av erfaringer og sjekket opp mot dimensjonerende vannmengde oppgitt i et lite utvalg kontrollrapporter fra ESS-databasen⁸. Utvalget er gjort kun for å illustrere forskjeller i trykktap. Verdiene for trykktap er estimert ut fra Figur 11 og Figur 12, og det er kun laget tabeller for dimensjonene DN 100 og DN 150 siden disse dimensjonen ofte benyttes i forbindelse med sprinkleranlegg.

DN 100

Tabell 3 – Eksempler på trykktap over tilbakeslagsventiler type EA og BA i størrelse DN 100

Vannmengde [L/min]	Vannmengde [m³/h]	Trykktap EA-ventil [bar]	Trykktap BA-ventil [bar]
250	15	Ca. 0,045	Ca. 0,700
500	30	Ca. 0,050	Ca. 0,730
1000	60	Ca. 0,070	Ca. 0,820
1500	90	Ca. 0,140	Ca. 0,930
2000	120	Ca. 0,250	Ca. 1,100
2500	150	Ca. 0,300	Ca. 1,300

DN 150

Tabell 4 – Eksempel på trykktap over tilbakeslagsventiler type EA og BA i størrelse DN 150

Vannmengde [L/min]	Vannmengde [m³/h]	Trykktap EA-ventil [bar]	Trykktap BA-ventil [bar]
250	15	Ca. 0,039	Ca. 0,750
500	30	Ca. 0,040	Ca. 0,770
1000	60	Ca. 0,045	Ca. 0,790
1500	90	Ca. 0,050	Ca. 0,820
2000	120	Ca. 0,052	Ca. 0,870
2500	150	Ca. 0,055	Ca. 0,910

Av figurene og tabellene fremkommer det at trykktapet er betydelig mye større over BA-ventiler, sammenlignet med EA-ventiler. En mer illustrativ fremstilling av denne forskjellen kan ses i Figur 21 i kapittel 6.1.1.

2.4.3 Pålitelighet/driftssikkerhet

Tekniske tiltak som sprinkleranlegg og tilbakeslagsventiler er barrierer som skal motvirke en uønsket hendelse – sprinkleranlegg skal motvirke brannspredning, mens tilbakeslagsventiler skal motvirke spredning av forurenset vann over i drikkevann.

En barriere er et tiltak med hensikt å beskytte verdier mot konsekvenser i feil, fare- og ulykkessituasjoner ved enten å hindre hendelser fra å oppstå/eskalere eller å begrense tap/skade.

⁷ I samtale med en av de med lengst erfaring fra sprinklerbransjen, Frank Elton i Kontroll & Rådgivning AS, ble det opplyst at de aller fleste anlegg skal kunne levere mellom 200-5000 L/min iht. PQ-krav.

⁸ ESS står for Elektronisk System for Sprinkleranlegg og er en database for registrering av kontrollrapporter for sprinkleranlegg. Databasen er opprettet og driftes av FG-skadeteknikk (Finans Norge).

Dette kan gjøres ved tekniske, organisatoriske eller operasjonelle barrierer. Sprinkleranlegg og tilbakeslagsventiler er tekniske barrierer som virker på ulike stadier i en feil, fare- og ulykkessituasjon [49]. Sprinkleranlegg skal begrense tap/fare etter faren har oppstått, mens tilbakeslagsventiler skal hindre at faren oppstår.

Barrierer har altså en funksjon, men de må i tillegg ha integritet og robusthet. Det betyr at en barriere må være aktiv og intakt (integritet), samt at de også må tåle påkjenninger i form av slitasje og belastning (robusthet). Når en barriere har integritet og robusthet kan den kalles pålitelig [49]. Pålitelighet er ifølge *Store Norske Leksikon* definert som: "(...) e v n e n e n k o m p o n e n t e n t i l å v i r k e s o m t i l t e n k t ." [50]. For at en barriere skal være pålitelig over tid, må den testes, inspiseres og vedlikeholdes – noe som er å anse som en organisatorisk/operasjonell barriere som er knyttet til den tekniske barrieren. [49]

I prosessindustrien brukes barriere-filosofi i stor grad i forbindelse med risikostyring. Risikostyringsprosessene kan deles inn i fire grupper: Aktive, passive, prosedyre og "Inherent Safety Design" (i mangel av et godt norsk ord vil det nærmeste oversettelsen bli "iboende sikker utforming"). Aktive tiltak vil minimere de potensielle farene ved å oppdage og korrigere avvik i prosessene. Passive tiltak vil minimere de potensielle farene ved å være utformet på en slik måte at enten sannsynligheten for eller konsekvensen av en hendelse vil reduseres uten å bli aktivert av noe eksternt. Gode utarbeidede prosedyrer i form av sjekklister, trening/øving m.m. vil også minimere risikoen for uønskede hendelser. Den siste prosessen er "Inherent Safety Design", som baseres på å helst unngå farene istedenfor å prøve og kontrollere dem [51].

"Inherent Safety Design" baseres på fire strategier:

- Å minimere mengden farlig stoff
- Å bytte ut stoffet med et mindre farlig stoff
- Å endre prosessforholdene slik at eventuelle konsekvenser blir redusert
- Å forenkle utformingen, slik at unødvendig kompleksitet blir eliminert. [51]

Mannen bak denne tankegangen, Trevor Kletz, kom i 1978 med følgende sitat: "*W h a t y o u d o n ' t c a n ' t*" [51]. Videreføres meningen bak denne setningen vil det si at en prosess eller sikringsutstyr kan forenkles for å øke påliteligheten. Dette fordi alle ekstra prosesser og alt ekstra utstyr, utover det mest grunnleggende, vil kunne ha en ekstra risiko for å medføre feil eller fare.

3 Metode

For å belyse oppgavens problemstilling ble det benyttet praktiske forsøk samt gjennomgang av litteratur og kvalitativ kartlegging. Til slutt ble det gjort to risikoanalyser – en grovanalyse med fokus på brannsikkerhet og en helserisikoanalyse. I risikoanalysene ble det tatt utgangspunkt i funn fra de overnevnte metodene. Under vil de forskjellige metodene beskrives.

3.1 Gjennomgang av litteratur

Gjennomgang av litteratur i denne oppgaven er basert på metode for litteraturstudier – og ligner mest på tradisjonelle litteraturstudier, men er en noe forenklet utgave av denne metoden. En litteraturstudie er en kvalitativ undersøkelsesmetode der informasjonen fra relevante rapporter og publikasjoner systematisk blir samlet inn [52].

Hensikten med gjennomgang av litteratur var å kartlegge situasjonen rundt tilbakestrømning og tilbakestrømningsbeskyttelse, både ved å se på historiske tilbakestrømningshendelser samt nåværende praksis rundt tilbakestrømningsbeskyttelse. Når det gjelder historiske hendelser har disse gitt en indikasjon på alvorligheten og omfanget av tidligere tilbakestrømningshendelser. I forbindelse med nåværende praksis rundt tilbakestrømningsbeskyttelse har funnene gitt et bilde av den varierende praktiseringen i ulike kommuner. I tillegg ble innholdsstoffer i vann i sprinkleranlegg kartlagt i gjennomgang av litteratur ved å granske rapporter fra tidligere vannprøver av sprinklervann. Det ble også funnet informasjon om legionella i rørsystemer og feilrater for tilbakeslagsventiler i gjennomgang av litteratur.

Gjennomgang av litteratur ble basert på både utenlandske og norske kilder funnet via søk på internett eller mottatt fra sentrale personer i VA- og sprinklerbransjen under intervju/samtaler. Siden det finnes lite materiale som dekker oppgavens problemstilling spesifikt ble det innhentet kilder i et videre perspektiv – for eksempel er ikke alle kilder direkte knyttet mot sprinkleranlegg, men til tilbakestrømning som et generelt tema. Det ble funnet kilder enten direkte via søk eller ved å følge tråder i form av kilder det er henvist til i andre kilder. Utvalget av kilder ble basert på en helhetsvurdering med tanke på relevans og i et kildekritisk perspektiv. Abstract og lignende ble lest, eller så ble større deler av rapportene skimlet for å kunne ta et valgt rundt relevansen av kilden. Følgende søkemotorer ble benyttet i prosessen: *Google, Google Scholar, Academic Search Elite, ScienceDirect, Web of Science og Scopus*. Søkordene som ble brukt kan ses i Tabell 5.

Tabell 5 – Søkord benyttet i gjennomgang av litteratur

Hovedsøkord	Søkord i tillegg
Backflow	+ Fire Sprinkler System + contamination
Backflow	+ contamination
Cross-connection	+ Fire Sprinkler System
Cross-connection	+ Fire Sprinkler System + contamination
Tilbakeslag	+ Sprinkleranlegg
Tilbakeslag	+ Sprinkleranlegg + forurensning
Tilbakestrømning	+ Sprinkleranlegg + forurensning
Tilbakestrømning	+ Sprinkleranlegg
Backflow preventer	+ reliability
Backflow preventer	+ failure rates
Tilbakeslagsventiler	+ pålitelighet
Tilbakeslagsventiler	+ feilrate
Legionella	+ fire sprinkler system
Legionella	+ sprinkleranlegg

3.2 Kvalitativ kartlegging

Den kvalitative kartleggingen besto i hovedsak av samtaler/intervju. Intervjuene ble gjennomført på telefon og som e-postkorrespondanse med personer i VA-etatene i et lite utvalg kommuner. I tillegg ble andre personer i VA-bransjen også kontaktet. Hensikten med den kvalitative kartleggingen var å kartlegge den varierende praktiseringen/tolkningen av kravene i *NS-EN 1717* i de forskjellige kommunene, samt undersøke tilbakestrømningshendelser.

Den kvalitative kartleggingen var basert på samtaler med personer i følgende kommuner:

- Oslo
- Trondheim
- Bergen
- Stavanger
- Bærum

Det er kun noen av de største kommunene i landet som ble valgt ut i denne kartleggingen. Denne utvelgelsen skyldtes at det ble vurdert som lite hensiktsmessig med tanke på tidsforbruk å gjøre en større undersøkelse siden kartleggingen ikke skulle være hovedtyngden av oppgaven.

I forbindelse med kartleggingen ble det stilt spørsmål rundt hvilke krav som er satt til tilbakestrømningsbeskyttelse av sprinkleranlegg i kommunene, og om kommunene har erfart tilfeller av tilbakestrømning fra sprinkleranlegg. De valgte kommunikasjonsformene ble valgt for å kunne stille oppfølgingsspørsmål.

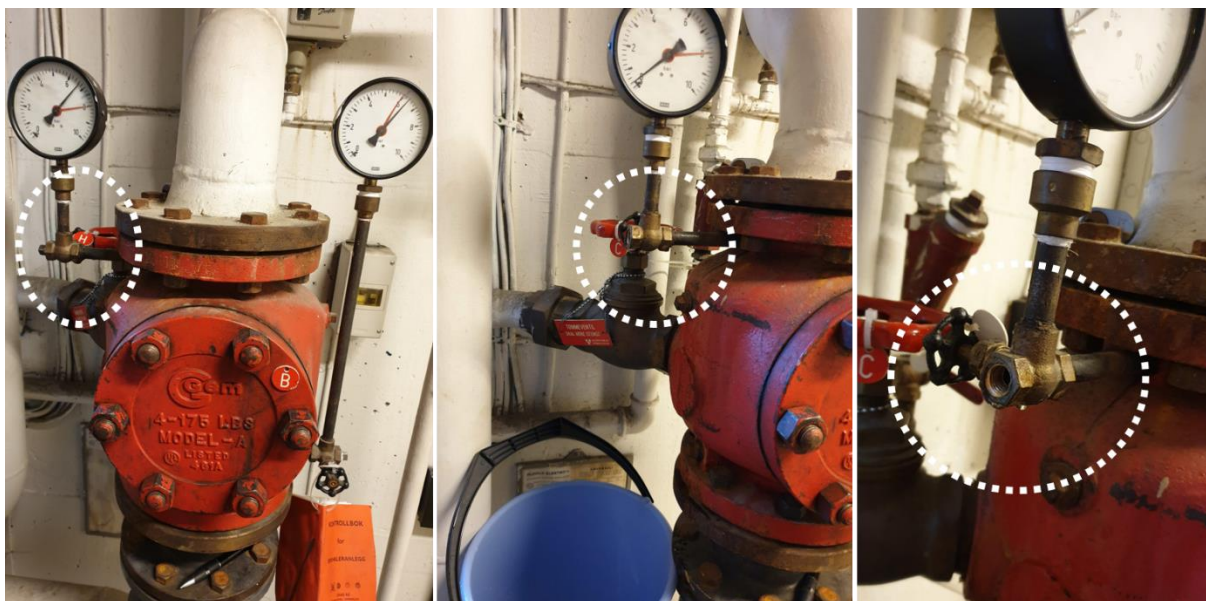
3.3 Forsøk – vannprøver

Det ble gjort totalt ti prøver av vann fra ti forskjellige sprinkleranlegg. Vannprøvene ble tatt ved først å tappe anlegget for vann nærmest alarmventilen via dreneringsventilen i 30-60 sekunder, for så å fylle opp prøveflaskene. Etter at flaskene ble fylt med vann fra sprinkleranleggene ble de avkjølt i kjøleboks med kjøleelementer og levert samme dag til laboratoriet for analyse. Prosedyren og utstyrslisten for forsøkene kan finnes i *Vedlegg A: Prosedyre og utstyrsliste for vannprøver*.

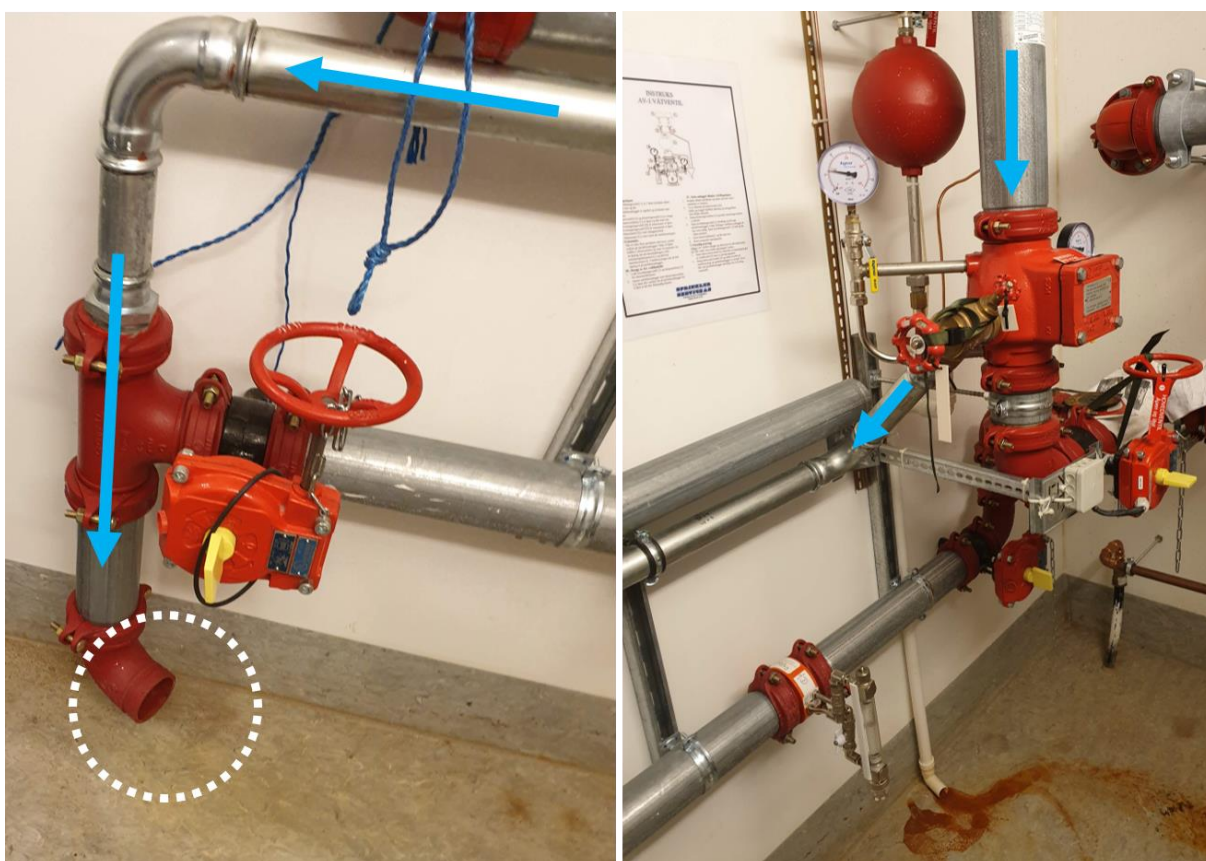
Tappeprosedyrens formål var å sikre at "nytt vann" ikke ble tappet på prøveflaskene – altså vann som kan ha kommet inn over alarmventilklassen ved alarmprøver i forbindelse med rutinemessig ettersyn. Om det ble valgt 30 eller 60 sekunders tapping ble avgjort på stedet med bakgrunn i om det var sannsynlig at alt "nytt vann" var drenert bort eller ikke. Dette ble bestemt av indikasjoner på farge og lukt, samtidig som anleggets totale størrelse ble tatt med i betraktningene. Studien *Wet-pipe fire sprinklers and water quality* [13] ble brukt som inspirasjon til forsøkene. I studien ble det tatt vannprøver der det også ble tappet i både 30 og 60 sekunder før påfylling av prøveflasker.

Siden det forekommer enkelte forskjeller i utforming av sprinkleranlegg, er det ikke alle anlegg som har like tappemuligheter med tanke på tilgjengelighet for vannprøver. Det ble derfor tatt vannprøver via tre forskjellige steder på de ti sprinkleranleggene:

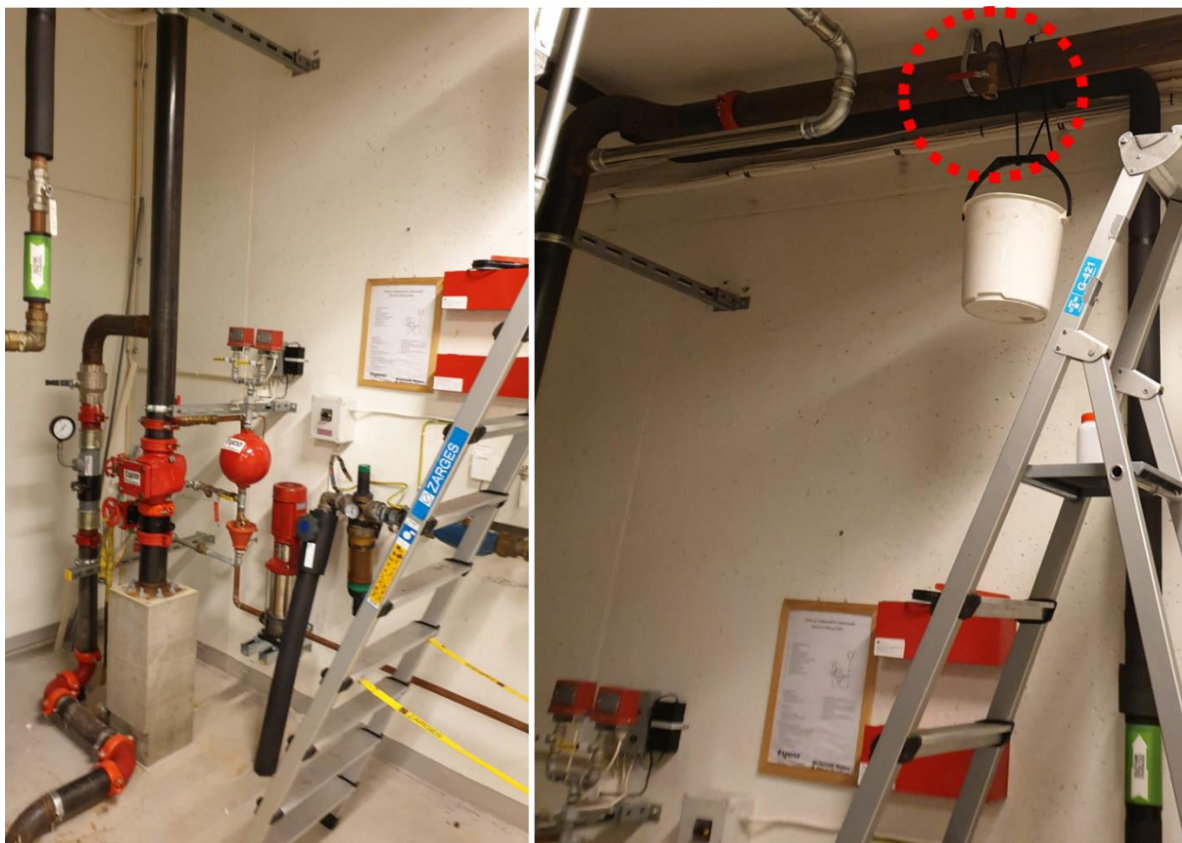
- Plugg i C-manometer (se Figur 13)
 - o 5 av de 10 vannprøvene ble tatt fra dette prøvestedet.
- Drenering/avløp fra sprinkleranlegg (se Figur 14)
 - o 4 av de 10 vannprøvene ble tatt fra dette prøvestedet.
- Plugg like nedstrøms sprinklerventilen (se Figur 15)
 - o 1 av de 10 vannprøvene ble tatt fra dette prøvestedet.



Figur 13 - Tappepunkt via C-manometer er vist på ett av anleggene som det ble tatt vannprøver av



Figur 14 - Tappepunkt via drenering/avløp er vist på ett av anleggene som det ble tatt vannprøver av. Blå piler er lagt til for å illustrere hvor sprinklervannet ble tappet fra



Figur 15 - Tappepunkt via plugg like nedstrøms sprinklerventil er vist på ett av anleggene som det ble tatt vannprøver av

Det ble utført analyse av vannprøvene hos to forskjellige laboratorier fordi det første laboratoriet ikke ville utføre flere vannprøver grunnet frykt for å ødelegge utstyr samt tidkrevende rengjøringsarbeid i forbindelse med vannprøvene. Dette var fordi vannprøvene var mer møkkete enn normale vannprøver som de vanligvis analyserer. Det bemerkes at begge laboratorier er akkrediterte laboratorier, så dette bytter forutsetter å ha minimalt utslag på resultatene. De to laboratoriene som ble brukt var *Noranalyse Nedre Romerike Vannverk IKS* og *ALS Laboratory Group Norway AS*.

Metodespesifikasjon kan ses i *Vedlegg F: Resultater fra vannprøve-analyser utført av ALS Global (Prøve A,B,G,H,I,J)* der det er en oversikt over navn på prøvepakker og parametere. I tillegg finnes det der en beskrivelse av standarder for prøvetakingsmetoder, måleprinsipp, måleområde og måleusikkerhet. Mye av det samme kan finnes i *Vedlegg E: Resultater fra vannprøve-analyser utført av NRV Noranalyse (Prøve C,D,E,F)* der oversikt over navn på parametere, standarder for prøvetakingsmetoder og måleusikkerhet er gitt.

I Tabell 6 er det en oversikt over de ti sprinkleranleggene som det er tatt vannprøver av. I tabellen er det beskrivelser av forskjellige detaljer, som hvilken type bygg anleggene beskytter, når anleggene ble montert, når de sist ble tappet ned m.m.

Tabell 6 - Oversikt over analyseobjekter for vannprøver

Anonym- isert kode	Type bygg / virksomhet	Dato for vann- prøve	Sist anlegget ble tømt og fylt opp igjen (opplyst av kontaktpersoner/vaktmestere)	Annet	Sprinkler- anlegg opprinnelig montert
A	Skole	2.april 2020	Uvisst, men etter 2017	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	2006
B	Hallbygg	2.april 2020	Januar/februar 2020 (2-3 måneder før vannprøver ble tatt)	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	2006
C	Kontor og lab	14.jan 2020	Rundt januar 2019 (Ca. 1 år før vannprøver ble tatt)	<ul style="list-style-type: none"> • DN 150 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	1976
D	Kontorbygg	14.jan 2020	02.03.19 (10 måneder før vannprøver ble tatt)	<ul style="list-style-type: none"> • DN 150 sprinklerventil • 60 sek tapping før vannprøve 	1983
E	Kontorbygg	14.jan 2020	Rundt april 2019 (Ca. 9 måneder før vannprøver ble tatt)	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	1976
F	Kontor og lager	14.jan 2020	Ingen eksakt dato, men muligens 2015 (Omtrent 4-5 år før vannprøver ble tatt)	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	2005
G	Skole	1.april 2020	Uvisst	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	2013
H	Skole	1.april 2020	Uvisst, men etter 2017	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	2009
I	Kontor /forretninger	2.april 2020	Oktober/november 2019. (5-6 måneder før vannprøver ble tatt)	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	1976
J	Hallbygg	2.april 2020	Uvisst, men sannsynligvis i tidsrommet 2015 - 2017.	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	1969

3.4 Risikoanalyser

Det ble utført to risikoanalyser. En grovanalyse med brannsikkerheten i fokus, og en helserisikoanalyse.

3.4.1 Grovanalyse brannsikkerhet

Hensikten med analysen var å belyse mulige hendelser som kan redusere brannsikkerheten i forbindelse med tilbakeslagsventiler som skal beskytte vannforsyningen fra stillestående vann i sprinkleranlegg. I denne oppgaven ble analysen kun utført kvalitativt, det finnes derfor ikke tallfestede vurderinger av alvorlighetsgrader, sannsynligheter og lignende. Dette er fordi det finnes lite datagrunnlag innenfor dette feltet.

En grovanalyse består normalt av sju trinn [53]:

1. Innledning
2. Fareidentifikasjon
3. Frekvensvurdering
4. Konsekvensvurdering
5. Risikoreduserende tiltak
6. Vurdering av risiko
7. Rapportering

I denne oppgaven ble grovanalysen benyttet for å vise forskjellen mellom de to aktuelle tilbakeslagsventilene som benyttes for å sikre sprinkleranlegg. Dette ble gjort ved å vurdere trinn 2-6 for hver ventiltipe.

3.4.2 Helserisikoanalyse

Helserisikoanalyse er en systematisk analyse av potensielle helsefarer, samt tilhørende dose og eksponering de rammede kan utsettes for.

Hensikten med helserisikoanalysen var å benytte verdiene fra vannprøvene for å undersøke i hvilken grad de parameterne som overskrider drikkevannsforskriftens grenseverdier/tiltaksgrenser var helseskadelig. Dette kan benyttes videre til å ta beslutninger rundt valg av tilbakeslagsventiler.

Gangen i en helserisikoanalyse er illustrert i Figur 16 og består av helsefareidentifisering, dose-respons-vurdering, eksponeringsvurdering og risikokarakterisering.



Figur 16 - Utsnitt fra forelesningsnotat [54] som illustrerer gangen i en helserisikoanalyse

I helserisikoanalyser vurderes mulige helseskader ved hjelp av data fra eksperimentelle og/eller epidemiologiske studier. I forsøk som er utført på dyr benyttes resultatene ved hjelp av ekstrapolering og ilagt sikkerhetsmargin til å kunne si noe om konsekvenser for mennesker [2]. Analysen inneholder en identifisering av potensielle farer og en dose-responsvurdering som omfatter sammenhengen mellom tilført dose og skade. I tillegg er det gjort en eksponeringsvurdering der inntak av de aktuelle stoffene blir vurdert. Til slutt gjøres en risikokarakterisering, som kan benyttes for å gjøre beslutninger og tiltak [54].

Eksponering for miljøfaktorer kan skje gjennom innånding, inntak av mat og drikke samt ved opptak gjennom huden etter direkte kontakt med stoffer. Beregning av eksponering kan gjøres ved å måle konsentrasjoner av aktuelle stoff i tilførende medium og ved å relatere konsentrasjonen til inntatt volum i forhold til kroppsvekt. Resultatet av dette kan igjen sammenlignes opp imot verdier fra eksperimentelle og/eller epidemiologiske studier. Eksponering av miljøfaktorer kan resultere i akutte helseskader i form av forgiftninger eller lokale effekter på hud og slimhinner (etsing, irritasjon). Helseskader kan også forårsakes av langvarig eksponering over tid ved at stoffer som først må akkumuleres i kroppen før en helseskadelig kroppsdose oppstår. Noen helseskader er reversible, slik at den skadelige effekten normaliseres etter at eksponeringen opphører. Andre ganger fører eksponeringen til en irreversibel skade [2].

3.5 Metodekombinasjon

Siden det benyttes mange metoder for å belyse problemstillingen i denne oppgaven er det i dette kapittelet forsøkt å gi en bedre begrunnelse for valg av de ulike metodene, samt en oversikt over hvordan de henger sammen.

3.5.1 Gjennomgang av litteratur

Denne metoden ble valgt for å belyse tidligere arbeider som direkte eller indirekte kan knyttes til oppgavens tema. Den ble også brukt for å få frem tidligere tilbakestrømningshendelser som har skjedd i Norge, og i andre land. Metoden gir mye informasjon som kan benyttes til nevnte formål, men blir begrenset av hvor godt søkeprosessen blir gjennomført. En svakhet med metoden er at det kan være kilder som ikke blir oppdaget, og at viktig informasjon derfor uteblir fra oppgaven.

3.5.2 Kvalitativ kartlegging

Denne metoden ble valgt for å belyse hvordan sprinkleranlegg påvirker sikkerheten for drikkevann og hvordan tilbakeslagsventiler påvirker brannsikkerheten. I tillegg har den kvalitative kartleggingen kartlagt hvordan enkelte kommuner håndhever krav til tilbakestrømningsbeskyttelse. Metoden gir mye informasjon som kan benyttes til nevnte formål, men blir begrenset av hvor god kommunikasjonen er med intervjuobjektene. Det ble også vurdert å lage en spørreundersøkelse til samme formål, men en slik metode stiller enda større krav til at spørsmålene er gode i utgangspunktet, siden det ikke er mulig å stille oppfølgingsspørsmål.

3.5.3 Forsøk – vannprøver

Denne metoden ble valgt for å kartlegge hvilke innholdsstoffer som finnes i sprinklervann. Dette er viktig for å kunne foreslå alternative løsninger som ivaretar brannsikkerhet og drikkevannskvalitet på en bedre måte enn dagens løsninger.

3.5.4 Risikoanalyser

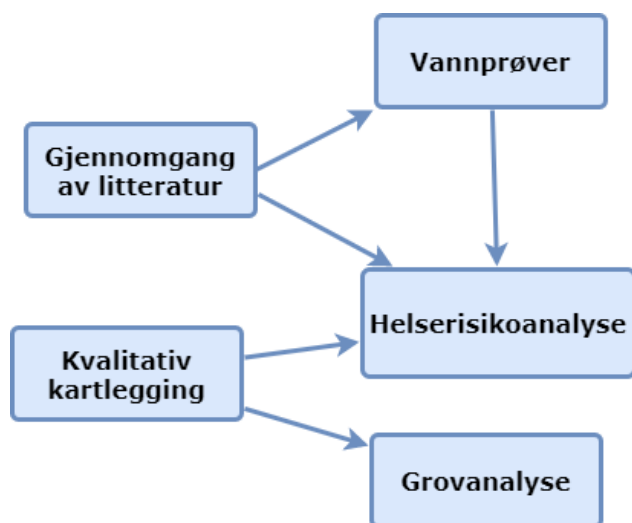
3.5.4.1 Grovanalyse brannsikkerhet

Denne metoden ble valgt for å belyse de branntekniske utfordringer som tilbakeslagssikring medfører. Metoden er valgt fordi det finnes meget få studier og tidligere arbeid på dette området. På grunn av dette er det ikke valgt en mer omfattende risikoanalyse-metode.

3.5.4.2 Helserisikoanalyse

Denne metoden ble valgt for å belyse hvordan innholdsstoffene i vannet fra sprinkleranlegg kan påvirke helse.

Figur 17 viser hvordan de forskjellige delene av oppgaven henger sammen, og hvilke metoder som bygger på resultater fra andre metoder. Enkelte resultater fra "Gjennomgang av litteratur" har gitt inspirasjon til metoden for prøvetapping av vann fra sprinkleranlegg. Denne metoden har også dannet grunnlag for helserisikoanalysen ved at enkelte funn fra "Gjennomgang av litteratur" har blitt medtatt i denne analysen. Videre har resultatene fra vannprøvene blitt brukt i helserisikoanalysen. Enkelte funn fra metoden "Kvalitativ kartlegging" har også blitt brukt i de to risikoanalysemetodene.



Figur 17 - Sammenheng mellom de forskjellige delene av metodikken

4 Gjennomgang av litteratur og kvalitativ kartlegging

I dette kapittelet er det presentert 15 tilbakestrømningshendelser som er funnet ved å benytte de to metodene. Hendelsene er nummerert, og de er merket med denne nummereringen i parentes der de omtales. Til slutt i dette kapittelet er det i Tabell 9 en oversikt over alle de 15 tilbakestrømningshendelsene.

4.1 Gjennomgang av litteratur

Dette underkapittelet er igjen delt opp i underkapitler der kildene presenteres sammen med andre kilder med tematisk likt innhold.

4.1.1 Tilbakestrømningshendelser og konsekvenser av slike hendelser

4.1.1.1 *Potential Contamination Due to Cross-Connections and Backflow and the Associated Health Risks [14]*

Rapporten ble utgitt av *United States Environmental Protection Agency, Office of Ground Water and Drinking Water (EPA)* i 2001, og hadde til formål å kartlegge: årsaker for forurensning ved tilbakestrømning, risiko ved tilbakestrømning, kostnader ved tilbakestrømningshendelser, andre problemer ved tilbakestrømning, forebyggende tiltak mot tilbakestrømning, mulige indikatorer ved tilbakestrømning og forskningsmuligheter innenfor feltet. Rapporten omhandler tilbakestrømning generelt og er ikke rettet mot sprinkleranlegg direkte.

Rapporten konkluderte med at det på generelt grunnlag var en viss helserisiko forbundet med tilbakestrømning, basert på tidligere hendelser av tilbakeslag som er knyttet opp mot sykdomsutbrudd. Det vises til statistikk fra *Centers for Disease Control and Prevention (CDC)*, som har dokumentert 57 vannbårne sykdomsutbrudd relatert til tilbakestrømning, mellom 1981 – 1998. Av disse 57 sykdomsutbruddene skyldtes 20 (6333 syke personer) mikrobiell forurensning. 15 sykdomsutbrudd (679 syke personer) skyldtes kjemisk forurensning, mens resterende 22 sykdomsutbrudd (2722 syke personer) hadde ukjent årsak/smittekilde. 30,3 % av alle vannbårne sykdomsutbrudd i det offentlige vannsystemet skyldtes forurensning av vann i distribusjonssystemet. Videre skyldtes 50,6 % av disse tilbakestrømning.

I EPA sin egen dataoversikt for perioden 1970-2001 er det registrert 459 tilfeller av tilbakestrømning. For å danne sammenligningsgrunnlag med tallene fra CDC er det i rapporten gjort en innsnevring i tallmaterialene, slik at det kun medtas tilfeller for samme periode som i CDC sitt arbeid (1981-1999). Dette betyr at det er totalt 309 tilbakestrømningshendelser i denne perioden. I kun 97 av de 309 tilbakeslagshendelsene er det laget rapporter som beskriver sykdomsutvikling i sammenheng med hendelser. I 22 av de 97 rapportene ble det ikke rapportert om sykdomsutbrudd. Det bemerkes at tallene som beskriver sammenhengen mellom sykdomsutbrudd og tilbakeslagshendelser høyst sannsynlig er underestimert fordi sykdom ikke er blitt vurdert i 212 av de 309 tilfellene.

I 66 av de rapporterte tilfellene er smitekilden syntetiske og flyktige organiske forbindelser, med etylenglykol, propylenglykol, freon og propan som de mest vanlige. 16 tilfeller skyldtes etylenglykol, mens 5 tilfeller skyldtes propylenglykol. I ytterste konsekvens er det rapportert om dødsfall ved tilbakeslag av etylenglykol – da i form av tilbakeslag fra luftkondisjoneringsapparat til vannsystemet på sykehus, og videre til dialyseapparater, som kobles inn i blodomløpet til pasientene. Ellers er det registrert sykdomstilfeller av kvalme, svimmelhet og utmattelse ved denne typen tilbakestrømningshendelser. Det er rapportert om ett tilfelle av tilbakeslag fra sprinkleranlegg. Denne hendelsen innebar tilbakestrømning av propylenglykol i 1993 i Arizona. Hendelsen vil videre blir omtalt i "*Stop backflow news*" [55], nedenfor.

EPA lister opp flere grunner til at tilbakestrømningshendelser ikke blir detektert og følgelig høyst sannsynlig er underestimert/under-rapportert:

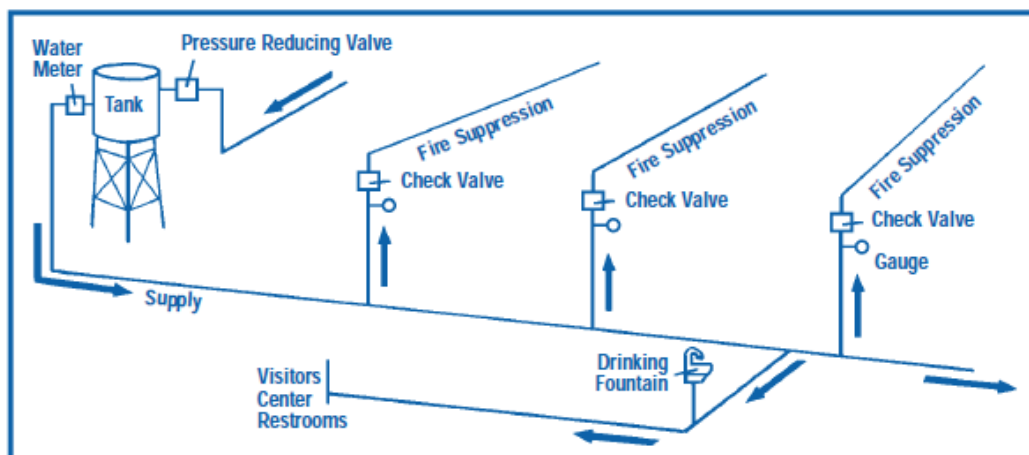
- Bakteriell forurensning har en tendens til å være kortvarig og veldig lokal
- Overvåkning av bakteriell forurensning i vannsystemer blir kun gjort på et utvalg bakterier, og derfor kan noen bakterier gå uoppdaget gjennom systemet
- Tilbakestrømning blir kun rapportert dersom det blir oppdaget unormal lukt, smak og/eller farge hos forbruker. Det er ikke alle forurensninger som gir utslag på disse parameterne.
- Det er ikke alltid uregelmessigheter som lukt, smak og farge blir rapportert av forbruker

4.1.1.2 Stop backflow news [55] (Tilbakestrømningshendelse 1)

Rapporten "Stop backflow news" ble i 1998 utgitt av *Watts Regulator Company*. Hensikten med denne rapporten er å spre forståelse for hvor kritiske tilbakestrømningshendelser kan være med tanke på forurensning. For å gjøre dette er det i rapporten samlet en rekke historiske tilbakestrømningshendelser der det ikke var tilstrekkelig tilbakestrømningsbeskyttelse til stede. I tillegg presenteres lærdom fra hendelsene.

Rapporten har samlet en rekke hendelser, men det er kun en hendelse som omfatter tilbakestrømning fra sprinkleranlegg. Det er bare denne hendelsen som vil bli omtalt i dette kapittelet. Tilbakestrømningshendelsen skjedde i Arizona, i august 1993. Det var et arboret/botanisk hage kalt "The Boyce Thompson Arboretum" som ble rammet av en tilbakestrømningshendelse.

"The Boyce Thompson Arboretum" ble forsynt med vann fra "Arizona Water Company". En oversikt over vannforsyningen og vandistribusjonen på området kan ses i Figur 18. Etter denne hendelsen ble det klart at det ikke var et luftgap mellom påfylling fra "Arizona Water Company" og kanten av overløpet til tanken. Dette medførte at tilbakestrømning fra tanken til vannforsyningsnettet var mulig. I figuren vises det interne distribusjonsnettet nedstrøms tanken, inkludert de tre boligsprinkleranleggene på området, inntegnet. Boligsprinkleranleggene var fylt med en propylen-glykolblanding, som besto av 30 % propylen-glykol. Sprinkleranleggene hadde ikke tilbakestrømningsbeskyttelse, kun uklassifiserte tilbakeslagsventiler⁹ (engelsk: "check valves").



Figur 18 - Oversiktsbilde som illustrerer hvordan sprinkleranleggene var koblet til drikkevannet. [55]

Hendelsen ble oppdaget etter klager på smak og lukt fra drikkevannet. En tilbakestrømningsbeskyttelse-tester (engelsk: "a certified backflow prevention device tester")

⁹ I boligsprinkleranlegg benyttes ofte slike ventiler siden disse sprinkleranleggene normalt ikke består av alarmventiler, men har en simplere oppbygning.

lokaliserte tilbakestrømning i nærheten av den botaniske hagen. Tilbakestrømningsbeskyttelsestesteren kontaktet *Southern Regional Office* i *Arizona Department of Environmental Quality*, som igjen kontaktet *Arizona Water Company*, som ikke hadde mottatt klager på drikkevannet. Etter hvert ble "*The Boyce Thompson Arboretum*" forespurt om situasjonen. Lederen der bekreftet at de hadde oppdaget tilbakestrømning fra sprinkleranlegget dagen før. Det viste seg at de ansatte i den botaniske hagen hadde klaget på smak og lukt fra drikkevannet noen uker i forveien. Flere ansatte ble syke med kvalme og magesjau. Etter flere undersøkelser hadde de kommet frem til at det ene sprinkleranlegget hadde et tilnærmet likt statisk trykk nedstrøms tilbakeslagsventilen som på tilførsel – noe som tydet på at denne ventilen var lekk. Det ble straks satt i gang tiltak ved å bytte tilbakestrømningsventilene på alle sprinkleranleggene med nye ventiler med redusert trykk-prinsipp (tilsvarende europeisk klassifisering "BA-ventil").

Etterforskningen etter hendelsen dreide seg om hvordan glykolen kunne skape slike sykdomsforløp og lukt som var rapportert. Det viste seg at glykolen hadde blitt fylt i kanner som før var brukt til skum. I et forsøk på å reprodusere forholdene ble lignende oppsett testet ut og tilsvarende lukt ble oppnådd i en kanne med rester av skumkonsentrat, fylt med propylenglykol og lagret i 10 dager.

4.1.1.3 Hendelse i Flekkefjord [56] (Tilbakestrømningshendelse 2)

I bladet Rørfag ble en tilbakestrømningshendelse som skjedde i juli 2009, omtalt. Det var et kombinert kontor- og leilighetsbygg i Flekkefjord som ble rammet av tilbakeslag fra et sprinkleranlegg med en giftig type glykol (frostvæske), som ikke er tillatt å bruke i forbindelse med sprinkleranlegg. Det frostvæskedytete sprinklervannet ble blandet med drikkevannet i bygget og noen beboere fikk i seg det forurensede vannet, men ingen ble alvorlig syke.

Tilbakeslaget skyldtes en feil som oppsto da anlegget skulle settes i drift etter ombygging. I bladet siteres Ove Valle, i Norsk sprinklerservice, på følgende:

"Både hovedklaffen i tilbakeslagsventilen¹⁰ og en annen mindre ventil ble så fylt med smuss fra kommunens vannledning da det ble satt vanntrykk på anlegget. Dermed fungerte ikke ventilene som de skulle. Det gjorde at 10-15 liter glykolfylt væske blandet seg med drikkevannet til bygningene."

4.1.1.4 Hendelse i Malvik kommune [57] (Tilbakestrømningshendelse 3)

I fagblad for allmenn- og samfunnsmedisin – "*Utposten*", ble en tilbakestrømningshendelse som skjedde i 2012, omtalt. Det var en skole i Malvik Kommune som ble rammet av tilbakeslag fra et sprinkleranlegg med frostvæsken etylenglykol¹¹.

Det ble oppdaget mørkt delvis skummende vann i kraner rundt om på skolen. Dette medførte at vannet ble stengt av. I prosessen ble det oppdaget et synkende trykk i sprinkleranlegget, noe som ga mistanke om at dette var kilden til forurensningen. Dermed ble sprinkleranlegget umiddelbart stengt og tappet ned, samt at det ble gjennomført spyling av vannledningsnettet. Kartlegging viste at det sannsynligvis var en liten lekkasje i en defekt tilbakeslagsventil som var synderen. Lekkasjen ble utbedret og forbudet mot å drikke vannet på skolen ble opphevet da vannprøver ikke viste rester av glykol i drikkevannet.

¹⁰ Her menes: ventilklassen i alarmventilen. Dette fremkom i telefonsamtale med Ove Valle, den 4. november 2019.

¹¹ Denne type glykol aksepteres ikke å benytte i sprinkleranlegg iht. *FG-930*, som er FG-veiledning til europeisk standard *NS-EN 12845* [38]. Normalt brukes propylenglykol, som ikke er helseskadelig og defineres som væskekategori 3. I sjeldne tilfeller benyttes monoetylenglykol, som er helseskadelig, men også faller inn under væskekategori 3 [25].

Totalt inneholdt sprinkleranlegget 100 liter 50 %-etylenglykol av typen *Dowcal 10*. Kommunen har i ettertid av hendelsen opplyst om at det ikke var meldte sykdomstilfeller, eller indikasjoner på sykdomsforløp, som kunne ses i sammenheng med drikkevannet på skolen. Følgende informasjon om sprinkleranlegget er gitt i artikkelen:

"Anlegget ble bygget i 1995, første del med påbygging ifm. ombygging av skolebygget i 1999 og sist i 2011. Anlegget har vært tappet ned to ganger, dvs. våren 2011 og september 2011."

Forfatterne nevner også en lignende hendelse som skjedde i Trondheim noen år i forveien, uten å utdype videre. Avslutningsvis hevder de at det mest sannsynlig er flere slike sprinkleranlegg, som potensielt utgjør en helserisiko, flere steder i Norge.

4.1.1.5 The University of Florida, Training, Research and Education for Environmental Occupations [58] (Tilbakestrømningshendelse 4)

The University of Florida, Training, Research and Education for Environmental Occupation (UF TREEO) har på sine nettressurser laget en oversikt over 35 historiske tilbakestrømningshendelser. Av disse 35 er det kun en hendelse som omfatter tilbakestrømning fra sprinkleranlegg. Det er bare denne hendelsen som vil bli omtalt i dette kapitlet. Tilbakestrømningshendelsen skjedde i Meridian, Idaho, i juni 1979. Det var et supermarked som ble rammet av en tilbakestrømningshendelse.

Tilbakestrømningen ble oppdaget etter klager på lukt fra drikkevannet i et område. Dette skjedde i sammenheng med rutinemessig spyling av brannhydranter. Etter en kartleggingsjobb ble synderen funnet – det var en alarmventil på et sprinkleranlegg på supermarkedet som var lekk. Vannprøver fra det stillestående vannet i sprinkleranlegget viste at det var bakterier (Engelsk: *Clonothrix fusa* og *Zoogleora ramigera bacteria*) som forårsaket forandret lukt og smak på drikkevannet.

4.1.1.6 Summary of backflow incidents [59] (Tilbakestrømningshendelse 5-12)

Pacific Northwest Section American Water Works Association har laget en oversikt over tilbakestrømningshendelser kalt "*Summary of backflow incidents*". Hensikten med denne oversikten er å gjøre allmenheten kjent med den eksisterende risikoen for forurensning ved tilbakestrømning. Det er samlet 210 tilbakestrømningshendelser fra perioden 1923 til 1994. Av disse er det 9 hendelser omhandler tilbakestrømning fra sprinkleranlegg. Kun 8 av disse er omtalt i dette kapitlet, siden den ene hendelsen er nevnt i *UF TREEO* [58] sin oversikt tidligere i denne gjennomgangen.

Salem, Oregon – januar 1985 (Tilbakestrømningshendelse 5)

Tilbakestrømningshendelsen skjedde i Salem, Oregon, i januar 1985. Det var et lager som ble rammet av en tilbakestrømningshendelse.

Tilbakestrømningen ble oppdaget da den nye leietageren skulle spyle parkeringsplassen. Slangen som ble brukt ble tatt ut like oppstrøms tilkoblingen for brannslukkesystemet ¹² og det ble oppdaget grønn frostvæske under spyling med slangen. Tilsvarende frostvæske var benyttet i brannslukkesystemet, siden lageret ikke var oppvarmet. Hendelsen skjedde 2 dager før det skulle monteres en tilbakeslagsventil med redusert trykk-prinsipp (tilsvarende europeisk klassifisering "BA-ventil"). Tilbakesuget antas å skyldes underdimensjonering av rørnett internt i bygget.

¹² Merk at sprinkleranlegg ikke er nevnt spesifikt i denne kilden, men det siktes til brannslukkesystem (engelsk: "fire suppression system") med frostvæske. Det antas derfor at det er snakk om et sprinkleranlegg, men det kan også være andre typer slukkesystemer.

Anchorage, Alaska – september 1988 (Tilbakestrømningshendelse 6)

Tilbakestrømningshendelsen skjedde i Anchorage, Alaska, i september 1988. Det var et høyhus som ble rammet av en tilbakestrømningshendelse.

Tilbakestrømningen ble oppdaget etter at leietagere klaget på at drikkevannet hadde endret farge og lukt. Det var mørkt og hadde en lukt som kunne minne om glykol. Etter gjentagende tendenser etter spyling av rørnett ble det tatt vannprøver av vannet i høyhuset. Synderen var en enkel uklassifisert tilbakeslagsventil på sprinkleranlegget som var lekk. Sprinkleranlegget hadde rester av glykol fra byggeperioden. Sprinkleranlegget hadde ikke godkjent tilbakeslagsventil, men fikk montert dette samme måned som hendelsen inntraff.

Edmonton, Alberta – september 1988 (Tilbakestrømningshendelse 7)

Tilbakestrømningshendelsen skjedde i Edmonton, Alberta, i september 1988. Det var et kontorbygg (høyhus) som ble rammet av en tilbakestrømningshendelse.

Tilbakestrømningen ble oppdaget ved at folk klaget på brunt vann i flere av byggets vannkraner. En inspektør (engelsk: "*Cross Connection Control Inspector*") oppdaget en krysskobling mellom sprinkleranlegget og drikkevannsledningen i bygget. I forbindelse med denne krysskoblingen var det en tilbakeslagsventil av typen skiveventil (Engelsk: "*single wafer check valve*") som ikke lukket ordentlig. På denne måten lekket det forurenset vann inn i drikkevannet i bygget. Inspektøren anbefalte å skifte ut denne ventilen med en dobbel tilbakeslags-ventilkonfigurasjon (engelsk: "*Double Check Valve Assembly*").

Edmonton, Alberta – mai 1989 (Tilbakestrømningshendelse 8)

Tilbakestrømningshendelsen skjedde i Edmonton, Alberta, i mai 1989. Det var et kjøpesenter som ble rammet av en tilbakestrømningshendelse.

Tilbakestrømningen ble oppdaget ved at folk klaget på brunt vann i flere av byggets vannkraner. En inspektør (engelsk: "*Cross Connection Control Inspector*") oppdaget at alarmventilen på sprinkleranlegget hadde aktivert alarmer flere ganger ved forstyrrelser i det kommunale vanntrykket. Vannprøver ble tatt i området, og det var kun prøvene fra dette bygget som overskred tiltaksgrense/grenseverdi for jern og turbiditet.

Inspektøren anbefalte å montere en dobbel tilbakeslags-ventilkonfigurasjon (engelsk: "*Double Check Valve Assembly*") på ledningen som forsynte sprinkleranlegget.

Edmonton, Alberta – juli 1989 (Tilbakestrømningshendelse 9)

Tilbakestrømningshendelsen skjedde i Edmonton, Alberta, i juli 1989. Det var en transittstasjon som ble rammet av en tilbakestrømningshendelse.

Tilbakestrømningen ble oppdaget ved at oljete, gulaktig vann ble observert i springen på de offentlige toalettene i bygget. Etterforskningen viste at hendelsen skyldtes at tre ULC-godkjente tilbakeslagsventiler av typen skiveventil (Engelsk: "*wafer check valve*") ikke lukket grunnet blokkering av fremmedlegemer. Disse fremmedlegemene skyldtes rester fra en gjennomspyling av kloakkledningen i forkant av hendelsen. En inspektør anbefalte å montere en tilbakeslagsventil med redusert trykk-prinsipp (tilsvarende europeisk klassifisering "BA-ventil") siden det var glykol på anlegget.

Edmonton, Alberta – august, 1989 (Tilbakestrømningshendelse 10)

Tilbakestrømningshendelsen skjedde i Edmonton, Alberta, i august 1989. Det var et trykkeri (engelsk: "print shop") som ble rammet av en tilbakestrømningshendelse.

Tilbakestrømningen ble oppdaget ved at det ble mottatt klager på brunt vann i vaskerom og utstyr. Forurensningen skjedde gjentatte ganger når brannpumper på naboeiendom ble testet. Dette bygget var et dekkklager med et nylig installert et nytt brannsystem¹³. Dette systemet hadde en enkel ULC-godkjente tilbakeslagsventil av typen skiveventil (Engelsk: "wafer check valve") som beskyttelse mellom drikkevann og brannvann. Eieren ble pålagt å installere en dobbel tilbakeslags-ventilkonfigurasjon (engelsk: "Double Check Valve Assembly"), og etter dette forsvant problemene.

Salt Lake City, Utah – juni 1989 (Tilbakestrømningshendelse 11)

Tilbakestrømningshendelsen skjedde i Salt Lake City, Utah, i juni 1989. Det var et kjøpesenter som ble rammet av en tilbakestrømningshendelse.

Tilbakestrømningen ble oppdaget ved at vannverket mottok klager på at drikkevannet i kjøpesenteret hadde en søt smak og at det skummet av vannet. Synderen var en enkel tilbakeslagsventil som var lekk. På denne måten ble glykolholdig sprinklervann spredt til drikkevannet. I ettertid ble det installert en dobbel tilbakeslags-ventilkonfigurasjon (engelsk: "Double Check Valve Assembly").

Edmonton, Alberta – april, 1991 (Tilbakestrømningshendelse 12)

Tilbakestrømningshendelsen skjedde i Edmonton, Alberta, i april 1991. Det var en transittstasjon som ble rammet av en tilbakestrømningshendelse.

Tilbakestrømningen ble oppdaget ved at det ble rapportert om problemer med vannet i to rom. Under inspeksjon ble det funnet ut at brannsystemet (engelsk: "fire system")¹⁴ var beskyttet med en enkel tilbakeslagsventil (engelsk: "single check valve") som var lekk. Dette var fordi rust hindret den fra å lukke, slik at den var tre-fjerdedels åpen.

4.1.1.7 Hendelse i notat delt av Fredrik Ording [60] (Tilbakestrømningshendelse 13)

Fredrik Ording har samlet en rekke tilbakeslagshendelser i et upublisert notat, som han har delt som et bidrag til denne masteroppgaven. I dette notatet er det kun en hendelse som omfatter tilbakestrømning i forbindelse med sprinkleranlegg. Det er bare denne hendelsen som vil bli omtalt i dette kapitlet. Det bemerkes at informasjon angående denne hendelsen er hentet inn omtrent 30 år etter at hendelsen skjedde, så noen unøyaktigheter kan forekomme. Tilbakestrømningshendelsen skjedde i Øystad kommune ved Nidelva, rett etter påske i 1978¹⁵. Tilbakestrømningen ble oppdaget ved at det ble rapportert uvanlig mange tilfeller av magesykdom i området. Det var uforståelig siden det ikke hadde vært ledningsbrudd den siste tiden. En jobb med å kartlegge lekkasjer ble startet, men ingen lekkasjer som kunne skyldes sykdomsutbruddene ble funnet. Grunnen til utbruddet ble nærmest oppdaget ved en tilfældighet.

Det viste var en båtfabrikk som hadde en eller flere pumper som forsynte sprinkleranlegget i bygget med vann fra elven like ved. På en eller annen måte hadde elvevannet blitt pumpet over på

¹³ Merk at sprinkleranlegg ikke er nevnt spesifikt i denne kilden, men det siktes til brannsystem (engelsk: "fire system"). Det kan derfor være snakk om et sprinkleranlegg, men også andre typer slokkesystemer.

¹⁴ Se fotnote 13.

¹⁵ I kommunikasjon med Fredrik Ording kom det frem at tidspunktet for hendelsen kan være feil siden det er knyttet noe usikkerhet til datoen.

kommunalt vannforsyningsnett i flere dager. Mest sannsynlig var det en feil på tilbakeslagsventil eller en feilkobling/feil utførelse som gjorde at dette kunne skje.

Noe som er verdt å merke seg er altså at det var elvevann og ikke normalt sprinklervann som forårsaket sykdomstilfellene i denne hendelsen.

4.1.2 Tidligere vannprøver av sprinkleranlegg

4.1.2.1 *Orienterande undersökning av vattenkvalitet i några sprinkleranläggningar för brandsläckning i Stockholms kommun [12]*

Stockholm Vatten AB publiserte i 2005 en rapport som omfattet resultater av vannprøver fra fem sprinkleranlegg i Stockholm. Dette arbeidet hadde til formål å kartlegge vannkvaliteten i sprinkleranleggene for å kunne vurdere om eksisterende krav til tilbakestrømningsbeskyttelse var tilstrekkelig eller ikke.

Vannprøvene ble tatt fra fem sprinkleranlegg i bygg med følgende virksomheter: restaurant, teater, lagerlokale og hotell. Vannprøvene ble tatt 16. oktober 2004, og det ble tappet vann både fra innlegget på sprinkleranleggene og ute i anlegget via tappeventil nedstrøms alarmventilen. Vannprøvene ble analysert på akkrediterte laboratorier.

Resultatene fra vannprøvene viser at korrosjonsprosesser har påvirket vannkvaliteten. Vannet er generelt grumsete, lukter ubehagelig og har en mørk farge. Turbiditeten/partikkelinnholdet skyldes trolig rust fra ledningsnett og kalkutfelling fra vannet. Korrosjon har gitt vannet høyere jerninnhold, turbiditet og PH-verdi, samt lavere innhold kalsium, magnesium, alkalitet og konduktivitet.

For alle sprinkleranleggene overskrider tiltaksgrensen for jern i vannet fra tappepunkter ute i anlegget, samt i 3 av 5 innlegg. I 2 av 5 sprinkleranlegg overskrider grenseverdien for bly. Forfatterne angir at blyinnholdet trolig stammer fra korrosjon på eldre blyholdig materiale i rør og rørdeler som normalt ikke er benyttet i nyere tid. Sinkinnholdet er også høyt, men det finnes ingen grenseverdi til sammenligning for denne parameteren.

Forekomsten av mikroorganismer er lav i alle vannprøvene. Det var et sprinkleranlegg der legionella ble undersøkt, men undersøkelsene ga ingen utslag på denne bakterien.

Mangelen på aktivt klor i 3 av 5 sprinkleranlegg tyder på en lav utskiftningshastighet av det stillestående vannet.

Konklusjonen i arbeidet er at sprinklervann ikke holder drikkevannskvalitet, og kan utgjøre en potensiell risiko for å gjøre drikkevannet uegnet til sitt formål ved tilbakestrømning. Det er først og fremst at vannet er grumsete, samt dets farge og lukt som bidrar til dette. Det bemerkes at erfaringer tilsier at små forandringer på lukt, smak og utseende normalt vil oppdages og rapporteres av forbrukere av drikkevann.

I rapporten gis det flere forslag til utbedringer med tanke på risikoen for tilbakeslag. Det anbefales at det i forbindelse med sprinkleranlegg skal benyttes en effektiv tilbakestrømningsbeskyttelse for beskyttelse av drikkevannskilden som forsyner sprinkleranlegget. Ytterligere foreslås følgende tiltak i forbindelse med sprinkleranlegg:

- Materialer i rør og rørdeler skal minst ha drikkevannskvalitet
- Det laveste beskyttelsesnivået som skal velges er EA-ventiler.
- I tillegg skal vannmengden i sprinkler-rørene skiftes ut med jevne mellomrom for å unngå opphopning av skadelige stoffer

4.1.2.2 *Wet-pipe fire sprinklers and water quality [13]*

Denne artikkelen er en oppsummering av et 18 måneder langt arbeid som er støttet av *American Water Works Association Research Foundation*. Formålet med arbeidet var å undersøke vannkvaliteten i sprinkleranlegg og undersøke om det er en helserisiko forbundet med vannet. I tillegg hadde arbeidet til oppgave å identifisere beskyttelsestiltak mot forurensning av drikkevannet i form av tilbakestrømning fra sprinkleranlegg.

Innledningsvis i rapporten bemerkes det at det har vært en del debatt rundt tilbakestrømningsbeskyttelse på sprinkleranlegg. Debattens kjerne er hvorvidt det er forbundet en helsefare med tilbakestrømning fra sprinkleranlegg. Det er også bekymringer rundt hvordan tilbakeslagsventiler vil påvirke de hydrauliske forholdene og skape trykktap.

Sprinkleranleggene som ble undersøkt hadde rør som besto av svart stål. Anleggene kan kategoriseres under to klasser – "Class 1" og "Class 2" – der "Class 1" er sprinkleranlegg som er direkte forsynt fra offentlig vannforsyningsnett, uten pumper, tank, reservoar eller andre forbindelser med vannkilder. Vannet er uten frostmiddel eller andre tilsetningsstoffer. "Class 2" er nesten tilsvarende som "Class 1", med unntak av at sprinkleranlegg under denne kategorien kan ha trykkøkingspumpe(r).

Vannprøvene ble tatt for å teste både "Class 1" og "Class 2" – sprinkleranlegg for innhold av metaller, mikrobiologiske parametere og generell vannkvalitet. Analysene av vannprøvene ble ferdigstilt i november 1995. Følgende parametere ble testet:

1. Metaller: Bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn), jern (Fe), mangan (Mn), kadmium (Cd), krom (Cr), natrium (Na), kalsium (Ca).
2. Generelle vannkvalitets-parametere: pH, temperatur, sulfat, ledningsevne (TDS), totalt suspendert stoff (TSS), konduktivitet, alkalitet, turbiditet, olje og fett.
3. Mikrobiologiske parametere: heterotrofe organismer (totalantall bakterier), koliforme bakterier.

Vannprøvene ble tatt forskjellige steder og på ulike måter. Det var totalt 9 forskjellige oppsett for prøvetaking:

1. "Hovedledning drikkevann, nærmeste tappested"
2. Rett oppstrøms tilbakestrømningsbeskyttelse (dersom det fantes)
3. Rett nedstrøms tilbakestrømningsbeskyttelse (dersom det fantes)
4. Rett oppstrøms alarmventil
5. Rett nedstrøms alarmventil
6. Via dreneringsventil, som først ble skylt i 30 sek
7. Via dreneringsventil, som først ble skylt i 60 sek
8. Via dreneringsventil, som først ble skylt i 120 sek
9. Via dreneringsventil, som først ble skylt i 240 sek

I tillegg ble det utført forsøk der tilbakestrømning ble simulert ved Idaho National Engineering Laboratory (INEL). Det ble simulert tilbakestrømning fra sprinkleranlegg der alarmentilen sto åpen. Vannstrømmen som ble forårsaket av tilbakestrømning ble målt. Det ble gjort 3 typer forsøk - to typer simulerte trykktap i vannforsyningen, i form av rørbrudd. Den siste typen simulerte mindre trykktap i form av et stort vannuttak som for eksempel brannhydrant-uttak e.l.

Totalt 84 sprinkleranlegg ble undersøkt mellom mars og november 1995. Antallet prøver som ble tatt varierte fra anlegg til anlegg – avhengig om det var montert tilbakeslagsventil eller ikke. Det ble derfor tatt enten 7 eller 9 vannprøver av hvert anlegg.

Resultater

Nedenfor er kun de viktigste funnene gjengitt:

- Bly: Største blykonsentrasjon som ble målt var 12 mg/L. Dette ble målt rett nedstrøms tilbakestrømningsbeskyttelsen. Gjennomsnittlig blykonsentrasjon rett nedstrøms alarmventilen var 0,52 mg/L, mens medianen var 0,15 mg/L. I andre enden av skalaen var gjennomsnittlig konsentrasjon 0,007mg/L i "hovedledning drikkevann, nærmeste tappested".
- Jern: Største jernkonsentrasjon som ble målt var 494 mg/L. Dette ble målt rett oppstrøms alarmventil. Gjennomsnittlig konsentrasjon av jern varierte fra 0,869 mg/L i "hovedledning drikkevann, nærmeste tappested" til 25 mg/L via dreneringsventilen etter systemet ble drenert i 60 sekunder. Medianen varierte fra 0,05 – 5,41 mg/L.
- TOC¹⁶: Betydelige mengder TOC ble funnet rett nedstrøms alarmventilen. Dette antas å skyldes bruk av oljer i forbindelse med montering og kutting av rør og/eller i forbindelse med produksjonsmåten av svarte stålrør.
- I forbindelse med tilbakestrømnings-simuleringene fremkom det at de fleste simuleringene resulterte i tilbakestrømning av rundt 0,4 m³ sprinklervann.

Konklusjon

I artikkelen konkluderes det med at:

- Grenseverdier for bly, kadmium, jern, mangan, ledningsevne, sulfat, farge, smak og lukt ble overskredet. Løselig bly så ut til å stamme fra alarmventiler som hadde ventilklafter med innhold av bly og/eller blyholdige rørdeler.
- Koliforme bakterier ble stort sett ikke observert. Det var fire sprinkleranlegg der det ble observert, men disse observasjonene ble knyttet til nylig usanitært arbeid på sprinkleranleggene. En annen observasjon som ble gjort var at heterotrofe organismer (totalantall bakterier) overskred anbefalte grenser.
- Metall- og uorganisk karbon-konsentrasjoner var høyest i nærheten av alarmventilen, og tendensen var at konsentrasjonene sank i takt med avstanden fra alarmventilen.
- Vannet i våte sprinkleranlegg kan være "dødt", aerobt og anaerobt. Oppløst oksygen-konsentrasjon økte med avstanden fra alarmventilen, der konsentrasjonen var høyest.

Til slutt foreslås det at nye sprinkleranlegg bør få installert tilbakeslagsventil, men at det på eksisterende anlegg er mer kostnadseffektivt å bytte ut alarmventilen dersom denne ikke har en godkjenning i henhold til Underwriters Laboratories (UL). Dette med forbehold om at rutinemessig vedlikehold utføres på ventilen.

¹⁶ TOC står for "Totalt organisk karbon"

4.1.3 Legionella i rørsystemer

4.1.3.1 *Effect of flow regimes on the presence of Legionella within the biofilm of a model plumbing system [61]*

Denne rapporten er utgitt i *Journal of Applied Microbiology* i 2006 og har til hensikt å se hvordan forskjellige strømningsforhold i vannsystemer påvirket innholdet av legionellabakterier i biofilm.

I dette arbeidet er det undersøkt hvordan forskjellige vannhastigheter påvirker legionellakonsentrasjoner i rørsystemer under kontrollerte forhold. Dette er gjort ved å undersøke forholdene i tre parallelle rør av PVC der det ble opprettholdt forskjellig strømningsforhold – et rør med laminær strømning, et med turbulent strømning og et med stillestående forhold.

Resultatene fra forsøkene viste at den laveste konsentrasjon av legionella ble observert i rørsystemet med stillestående strømningsforhold. Forfatterne bemerker at funnet kan forklares med at stillestående vann er oksygenfattig og har lite tilførsel av næring. I rapporten nevnes tilsvarende funn i forsøk utført av Sidari et al. i 2004, der fjerning av rør med stillestående vann ikke hadde noen effekt på legionella-konsentrasjonen i et rørsystem på et sykehus.

4.1.3.2 *Amoebae in domestic water systems: resistance to disinfection treatments and implication in Legionella persistence [62]*

Denne rapporten er utgitt i *Journal of Applied Microbiology* i 2004 og har til hensikt å se hvordan forandringer i mikrobiologi i vannsystemer påvirkes av ulike desinfiseringsmetoder.

Dette arbeidet rapporterer også om lignende funn som i overnevnte rapport [61]. Dette arbeidet ble utført ved å sammenligne vannets legionella-konsentrasjon i rørsystem med re-sirkulasjon og i rørsystem med stillestående vann. Resultatet fra forsøkene viste at legionella-konsentrasjonen i vannmassene i det stillestående vannet var sammenlignbart med konsentrasjonen i rørene med re-sirkulasjon. Ved å sammenligne legionella-konsentrasjonen i biofilmen i de to systemene ble det funnet høyere konsentrasjon av legionellabakterier i rørsystemet med re-sirkulasjon, sammenlignet med systemet med stillestående vann. Forfatterne bemerker at funnet kan forklares med at sirkulasjonen tilførsel næring til bakteriene.

4.1.4 Forskjellige løsninger - Tilbakeslagsventiler i forbindelse med sprinkleranlegg

4.1.4.1 *Backflow Prevention Theory and Practice [63]*

I henhold til AWWA M14 skal høy-risiko-abonnementer, eksempelvis sprinkleranlegg med frostvæsketilsetning, beskyttes med BA-tilbakeslagsventil (engelsk: "Reduced Pressure Principle Backflow Preventer"). Sprinkleranlegg uten tilsetningsstoffer eller tilkoblinger til andre vannforsyninger blir klassifisert som lav-risiko-abonnementer og skal beskyttes med dobbel tilbakeslags-ventilkonfigurasjon (engelsk: "Double Check Valve Assembly").

I USA kreves det tilbakestrømningsbeskyttelse på alle nye våt-sprinkleranlegg. For eksisterende våt-sprinkleranlegg kategorisert som lav-risiko-abonnementer (uten tilsetningsstoffer eller tilkoblinger til andre vannforsyninger) kan vannverk kreve at det installeres en dobbel tilbakeslags-ventilkonfigurasjon som kan testes, eller en UL-godkjent alarmventil med en trykkbryter.

Når det gjelder sprinkleranlegg med tilsetningsstoffer, som frostvæsker, gjelder andre krav. Det er ikke tillatt å koble sprinkleranlegg med etylenglykol til offentlig vannforsyning direkte. Dersom det benyttes ikke-giftige tilsetningsstoffer (eksempelvis propylenglykol, glyserin) må eksisterende og nye sprinkleranlegg beskyttes med BA-tilbakeslagsventil (engelsk: "Reduced Pressure Principle Backflow Preventer").

For eksisterende våt-sprinkleranlegg der det foretas store utbygginger/modifikasjoner må en dobbel tilbakeslags-ventilkonfigurasjon (engelsk: "Double Check Valve Assembly") vurderes. For eksisterende våt-sprinkleranlegg med alarmventil med ventilklauff eller andre bestanddeler med innhold av bly anbefales installasjon av en FM/UL-godkjent dobbel tilbakeslags-ventilkonfigurasjon.

4.1.4.2 *Slokkevann for brannvesenet og for sprinkling (Godt Vann Drammensregionen) [64]*

Veilederen har til formål å hjelpe huseiere og utbyggere, samt å lette saksbehandlingen i kommunene. Retningslinjene er utarbeidet av en arbeidsgruppe fra *Godt Vann Drammensregionen*, som består av de seks kommunene Modum, Øvre Eiker, Drammen, Lier, Holmestrand og Asker, samt Glitrevannverket IKS. I denne oppgaven er det kun fokusert på de deler av veilederen som omhandler sprinkleranlegg.

I punkt 7 i veilederen står det følgende:

"Sprinkleranlegg som forsynes fra egen vanntank, basseng og/eller fra annen vannkilde enn vannverksledning, tillates ikke samtidig å ha direkte trykksatt tilkobling til vannledningsnett. I slike tilfeller skal vannforsyningen enten levere til trykkløst basseng eller være fysisk atskilt fra alternativ forsyning."

En slik løsning vil eksempelvis kunne være påfylling med flottør-stoppmekanisme i vanntanker for å sørge for opprettholdelse av luftgap, eller utløp til basseng med konstant luftgap ned til bassengkant¹⁷.

Punkt 8 i veilederen sier følgende om tilbakeslagsventiler:

"Sprinkleranlegg som er koblet til vannverkets ledningsnett skal være isolert fra dette med dobbel tilbakeslagsventil, jfr. NS-EN 1717 pkt. 5.2.2 kategori 2.

I særskilte tilfeller kan utvidet sikring iht. NS-EN 1717, pkt. 5.2.4 kategori 4 være aktuelt for å sikre mot tilbakesug til ledningsnett. Slike særskilte krav gjelder blant annet sprinkleranlegg som er fylt med frostvæske eller annet som kan forurense drikkevannet."

Med dobbel tilbakeslagsventil menes her en ventil innomhus og en i kum. Videre bemerkes det at konsentrasjonen av frostvæske må hensyntas med tanke på brennbarhet og helseskadelige effekter.

4.1.4.3 *"Brosjyre med retningslinjer angående slokkevann for brannvesen, og vann til sprinkling" av Sarpsborg Kommune [65]*

Veilederen har til formål å hjelpe huseiere og utbyggere, samt å lette saksbehandlingen i kommunene. Retningslinjene er utarbeidet av en arbeidsgruppe i Sarpsborg kommune bestående av representanter fra Enhet kommunalteknikk, Enhet plan- og samfunnsutvikling, Enhet utbygging, Enhet byggesak, landbruk og kart, og Enhet Sarpsborg brannvesen. I denne oppgaven er det kun fokusert på de deler av veilederen som omhandler sprinkleranlegg.

Ordlyden i denne veilederens punkt 7 er tilnærmet identisk med kravspesifikasjoner som er gitt i punkt 7 og 8 i *"Slokkevann for brannvesenet og for sprinkling (Godt Vann Drammensregionen)" [64]* som er beskrevet over. Det er derfor identiske krav i de to veilederne med tanke på tilbakestrømningsbeskyttelse av sprinkleranlegg.

¹⁷ Dette er tilleggsopplysninger som ikke står i kilden, men som er redigert inn av forfatter.

4.1.5 Feilrate tilbakeslagsventiler

Det finnes få amerikanske kilder som omhandler pålitelighet/feilrate i forbindelse med tilbakeslagsventiler. I denne oppgaven er det bare tatt med en kilde som omtaler pålitelighet/feilrate til tilbakeslagsventiler.

4.1.5.1 Backflow Protection for Residential Sprinkler Systems [66]

Funnene fra denne kilden er presentert i denne oppgaven, men det bemerkes at det er knyttet stor usikkerhet til dataene. Dette fordi det henvises til en kilde for testene som er gjort, men denne har ikke vært mulig å finne. Derfor er fremgangsmåten i forsøkene ukjent. Det er også gjort en forenkling/antagelse, som vil påvirke usikkerheten av verdiene. Denne blir beskrevet under.

American Water Works Association - Pacific Northwest Section, Cross Connection Control Committee ("Summary of Annual Test Reports Reduced Pressure Principle and Double Check Valve Assemblies, December 1988") testet påliteligheten til dobbel tilbakeslags-ventilkonfigurasjon (engelsk: "Double Check Valve Assembly", forkortet DCVA) og BA-tilbakeslagsventil (engelsk: "Reduced-Pressure Principle Backflow-Prevention Assembly", forkortet RPBD). I denne rapporten er det gjort en forenkling/antagelse i form av at resultater for feilrate av den første tilbakeslagsventilen i den doble tilbakeslagsventilen er å anse som resultater for en separat/enkel tilbakeslagsventil (engelsk: "Single Check Valve", forkortet SCV). Denne antagelsen avhenger av de to typene tilbakeslagsventiler har lik teknologi/mekanisme og pålitelighet.

Kriteriet som feilraten baseres på er at begge ventilene i de doble tilbakeslagsventil-modulene (både DCVA og RPBD) ikke holder tett. I rapporten er det kun gitt feilrater for små dimensjoner. For større dimensjoner er data for antall tester og antall feil gitt, men det er ikke utregnet feilrater for disse. Dataene kan ses i Tabell 7.

Tabell 7 - Data fra forsøk med tilbakeslagsventiler [66]

Size (in.)	Total Number of Tests	Single Check Valve Failed	Double Check Valve Failed
0.75	1465	65	22
1.00	1795	65	29
1.25	22	0	0
1.50	756	89	59
2.00	1155	67	59
2.50	54	5	4
3.00	213	15	17
4.00	307	12	12
6.00	226	8	6
8.00	272	17	12
10.00	67	7	8

Size (in.)	Total Number of Tests	Both Checks Failed
0.75	1946	29
1.00	1071	26
1.25	171	3
1.50	543	9
2.00	1158	19
2.50	146	1
3.00	252	3
4.00	273	3
6.00	158	3
8.00	62	0
10.00	28	0

For å kunne relatere disse dataene til mer aktuelle dimensjoner i "normale" sprinkleranlegg har det blitt tatt utgangspunkt i disse tabellene ved utforming av egen tabell. Denne tabellen baseres altså på tabellene i kilden, men det er lagt til ekstra kolonner med nominell diameter (DN) og feilrate. Det er også gjort en utvelgelse i hvilke dimensjoner som medtas. Verdiene er gjengitt i Tabell 8¹⁸, der gul merking markerer felter som er lagt til.

¹⁸ Det bemerkes at disse tallene ikke på noen måte kan benyttes for å si noe håndfast om pålitelighet. Dette fordi det ikke er noe informasjon om forsøksoppsettet eller feilraten over tid, samt at det er utført et ulikt antall forsøk per ventil og per diameter. Metoden for feilrate er basert på antagelse gjort i kilden.

Tabell 8 - Resultater fra tester (tabell er utarbeidet av meg, men baseres på data fra kilden)

Diameter		Antall tester			Tester der ventil feilet			Feilrate		
DN	Tommer	SCV	DCVA	RPBD	SCV	DCVA	RPBD	SCV	DCVA	RPBD
65	2,5	54	54	146	5	4	1	9,26 %	7,41 %	0,68 %
80	3	213	213	252	15	17	3	7,04 %	7,98 %	1,19 %
100	4	307	307	273	12	12	3	3,91 %	3,91 %	1,10 %
150	6	226	226	158	8	6	3	3,54 %	2,65 %	1,90 %
200	8	272	272	62	17	12	0	6,25 %	4,41 %	0,00 %
250	10	67	67	28	7	8	0	10,45 %	11,94 %	0,00 %

* SCV tilsvarer Separat/enkel tilbakeslagsventil, DCVA tilsvarer dobbel tilbakeslags-ventilkonfigurasjon, RPBD tilsvarer BA-tilbakeslagsventil

4.2 Kvalitativ kartlegging

Resultatene fra den kvalitative kartleggingen presenteres i dette kapittelet. Resultatene har kommet som følge av personlig kommunikasjon med personer i de forskjellige kommunene, samt kommunikasjon med andre kontakter som er gitt i forbindelse med den kvalitative kartleggingen.

4.2.1 Kommunikasjon med forskjellige kommuner

4.2.1.1 Trondheim Kommune [67]

Vann- og avløpsetaten i Trondheim Kommune krever kategori 2-tilbakeslagsventiler på sprinkleranlegg uten glykol. For glykolfylte anlegg er det krav til at kategori 4-ventil skal stå før sprinklersentral hvis hele anlegget er glykolfylt. Er det en glykolstreng/sløyfe (endeanlegg) ute i anlegget er det krav til kategori 4-ventil før påfylling av glykol. I Utgangspunktet skilles det ikke mellom eksisterende og nye anlegg, men det er alltid mulig å søke om dispensasjon fra kravene gitt i sanitærreglementet for Trondheim kommune. Det bemerkes at det for prosjektering av nye anlegg vil det være vanskeligere å få godkjent en slik søknad med bakgrunn i plassmangel eller økonomi.

I kommunen har det vært tilfeller av tilbakeslag av glykol på næringsbygg og boligkompleks. Disse tilfellene er ikke dokumentert.

4.2.1.2 Stavanger Kommune [68]

Vann- og avløp i Stavanger Kommune krever at sprinkleranlegg blir beskyttet med kategori 3-tilbakeslagsventiler, men siden denne typen ikke finnes i riktige dimensjoner er det derfor kategori 4-ventiler som må installeres. Det er ikke foretatt en risikovurdering rundt innføringen av dette kravet. Per nå krever de ikke at eksisterende anlegg skal oppdateres i henhold til dette kravet, men antyder at det kan komme på sikt. De har ikke registrert tilfeller av tilbakestrømning fra sprinkleranlegg.

4.2.1.3 Oslo Kommune [69]

Vann- og avløpsetaten i Oslo Kommune krever kategori 2-ventil i kum samt kategori 4-ventil ved vanninntaket til sprinkleranlegget innvendig i bygget så nært grunnmuren som mulig. For eksisterende sprinkleranlegg kan det søkes om fravik fra væskekategori 4 til væskekategori 2, hvis det kan dokumenteres at installasjon av kategori 4-ventil og medfølgende utstyr gir et så høyt trykkfall at det ikke suppleres nok vann til alle sprinklerhodene. Det må i slike tilfeller sendes inn en skriftlig søknad om dispensasjon.

Vurderingen bak disse kravene er som følger:

"Vår vurdering er at stillestående vann i sprinkleranlegg innvendig i bygg kan bli kjemisk forurenset ved utlekking fra rørmaterialer og armatur. Det kan i tillegg være en risiko for oppvekst av mikrober som for eksempel legionella i stillestående vann ved romtemperatur. En av VAV sine hovedoppgaver er å levere godt og trygt drikkevann. Det foreligger meget

strengt kvalitetskrav til leveransen da det benyttes som næringsmiddel. Det er helt klart at vann som har stått i sprinkler ikke egner seg som drikkevann. Rørene blir ikke klorert før bruk, rørmaterialet er ikke godkjent til drikkevann og vannet blir utsatt for temperatursvingninger. I tillegg er nettvannet og vannet i sprinkleranlegget direkte tilkoblet, det vil si at ved et eventuelt tilbakesug vil det bli tilbakestrømning av sprinklervann til drikkevannsnettet hvis det ikke er installert tilbakestrømningsbeskyttelse. Sårbare abonnenter som sykehus og sykehjem har ofte sprinkleranlegg. Tilbakestrømning fra disse sprinkleranleggene vil være spesielt kritisk, da pasientene kan ha nedsatt immunitet og høy alder. Ut ifra det som står i NS-EN 1717 punkt 4.5, er det tydelig for oss at sprinkleranlegg faller innunder væskekategori 4."

I tillegg har kommunen delt en risikomatrix som de har utarbeidet selv som et verktøy for å indentifisere kritiske virksomheter. Et utdrag fra risikomatriksen vedrørende sprinkleranlegg kan ses i Vedlegg B: Risikomatrix Oslo Kommune.

Vann- og avløpsetaten i Oslo Kommune er ikke kjent med konkrete tilfeller av tilbakestrømning fra sprinkleranlegg, men hevder tilbakeslag fra sprinkleranlegg kan være en av flere aktiviteter på drikkevannsnettet som kategoriseres som «diffus forurensning». Det betyr at både kilde og opprinnelse er problematisk å påvise.

4.2.1.4 Bærum Kommune [70]

Vann- og avløpsetaten i Bærum Kommune krever at sprinkleranlegg uten tilsetningsstoffer skal sikres med tilbakestrømningssikring for væskekategori 3, montert innomhus. Siden denne typen ikke finnes i riktige dimensjoner er det derfor kategori 4-ventiler som må installeres. Bærum kommune krever også at det blir gjort tiltak for å hindre tilbakestrømning av «dødt» vann i innlegget, som kan forringe kvaliteten på det kommunale drikkevannet. Slike tiltak kan være at det søkes fravik fra NS-EN 12845/VTEK17 og man sørger for sirkulasjon på ledningen, eller det må monteres en tilbakestrømningssikring for væskekategori 2 (EA-tilbakeslagsventil eller tilsvarende) i privat utvendig kum. Anlegg med tilsetningsstoffer skal sikres med tilbakestrømningssikring for væskekategori 4, montert innomhus.

I kommunen stilles det samme krav til nye og eksisterende sprinkleranlegg. Men dersom det ikke er gjennomførbart på eksisterende anlegg – i form av dimensjonering og tekniske utfordringer – må dette begrunnes og dokumenteres. Dette må så sendes til kommunen, med søknad om å fravike fra standarden. Det er opp til utførende å påse at anlegget er driftssikkert.

Vann- og avløpsetaten i Bærum Kommune er ikke kjent med konkrete tilfeller av tilbakestrømning fra sprinkleranlegg, men hevder tilbakeslag fra sprinkleranlegg kan være en av flere aktiviteter på drikkevannsnettet som kategoriseres som «diffus forurensning». Det betyr at både kilde og opprinnelse er problematisk å påvise.

4.2.1.5 Bergen Kommune [71]

Vann- og avløpsetaten i Bergen Kommune krever kategori 3-tilbakeslagsventil, men siden denne ikke finnes i riktig dimensjoner kreves kategori 4-tilbakeslagsventil (type BA) på tilførsel til sprinkleranlegg. I kommunen har det vært to tilfeller av tilbakeslag av frostvæskeholdig vann fra sprinkleranlegg. Disse tilfellene vil bli beskrevet videre i neste avsnitt.

4.2.1.6 Bergen Vann KF [72]

Bergen Vann ble etablert som selvstendig enhet ved at driften er skilt ut fra VA-etaten i Bergen kommune. Virksomheten eies av Bergen kommune og er organisert som et kommunalt foretak. I dag

er *Bergen Vann KF* er et av Norges største operatørselskap på VA-sektoren og selskapet har ansvar for drift og vedlikehold av alle VA-anlegg i Bergen og Bjørnafjorden.

I samtale med Bergen Kommune ble det henvist til *Bergen Vann KF*, for informasjon om tilbakestrømningshendelser. Det er snakk om to ulike hendelser som har skjedd i nyere tid i Bergen. For begge disse hendelsene er det mottatt rapporter/notater, som kan ses i henholdsvis *Vedlegg C: Informasjon i forbindelse med Tilbakestrømningshendelse 14* og *Vedlegg D: Informasjon i forbindelse med Tilbakestrømningshendelse 15*.

Tilbakestrømningshendelse 14 skjedde i 2013 i en boligblokk, og det var kun forurensning internt i bygget. Hendelsen ble oppdaget i ettertid av arbeid på sprinkleranlegget til boligblokken ved at det kom klager fra abonnentene på hvitt, skummende vann som luktet/smakte dårlig. I den forbindelse ble *Bergen Vann* kontaktet, men fant fort ut at det kun var dette bygget som var rammet. Dermed kunne det ikke være problemer med offentlig nett. Det ble også tatt vannprøver som utelukket hygienisk forurensning. I samarbeid med rørlegger ble det påvist lekkasje mellom sprinkleranlegget og vannledningen til bygget. Frostvæsken glyserin forårsaket trolig lukt/smaksproblemer [*Vedlegg C*]. Anlegget var utstyrt med en tilbakeslagsventil av typen +GF+ PVC. Det ble opplyst i samtale med Terje Mellingen i *Bergen Vann KF* [73] at denne var plassert mellom vannledning og sprinklerventil. Det er usikkert om ventilen hadde en klassifisering for beskyttelse av drikkevann (EA eller lignende). For at tilbakeslaget kunne skje var det lekkasje i både sprinklerventil og tilbakeslagsventil. Ingen personer ble rapportert syke som følge av hendelsen [73].

Tilbakestrømningshendelse 15 rammet et mindre boligkompleks med 5 leiligheter, og det var kun forurensning internt i bygget. Hendelsen ble oppdaget ved at det kom klager fra abonnentene på hvitt, skummende vann i 2018. En annen beboer opplyste i ettertid at dette fenomenet har vært der siden han flyttet inn i 2016 – i begynnelsen sporadisk, men etter hvert mer permanent. Denne hendelsen resulterte i sykdom hos beboerne. Etter samtaler med to av beboerne, som ønsker å være anonyme, har det blitt opplyst følgende om sykdomsforløpet: Det var ganske store smerter i mage og bryst, samt kvalme i perioder. I ettertid har denne smerten gitt seg, men beboerne er plaget av mye luft i magen. Det har også vært noe avføringsbesvær – i form av problemer med uregelmessig avføring som ofte må løses med medisiner. Beboerne har også hatt urolig mage og milde kramper som følge av hendelsen.

Det ble i regi av *Bergen Vann KF* tatt vannprøver av flere tappepunkter på stedet, for å kartlegge hendelsen. Det ble analysert på et bredt spekter parametere for å kunne ha best mulig grunnlag til å finne årsaken til forurensningen. Drikkevannet var ved første prøvetaking den 03.01.18, forurenset av glykol og bakterien *Enterococcus casseliflavus*. Samtlige ble påvist i større mengder enn kravene i drikkevannsforskriften, hvilket betyr at vannet ikke var godkjent som drikkevann på dette tidspunktet.

Glykolen og innholdet av intestinale enterokokker som ble påvist i drikkevannet var av samme type som ble påvist i sprinkleranlegget. Dette tyder på at forurensningen skyldes lekkasje fra bygningens sprinkleranlegg inn på det interne ledningsnett.

Bakteriene som ble påvist ble kun påvist i sprinkleranlegget og i drikkevannet internt i bygget. Bakterien ble hverken påvist i kannen med glykol som sto i garasjen eller i det offentlige drikkevannet. Hvor disse bakteriene stammet fra er derfor ukjent.

I to ventiler i sprinkleranlegget ble det funnet store mengder brunt slam (se Figur 19). Det ble tatt prøver fra dette slammet, som inneholdt store mengder glykoler og intestinale enterokokker. Det ble også påvist store mengder organisk materiale, samt høye konsentrasjoner av bor, bly og nikkel i dette

slammet. Årsaken til at ventilene inneholdt slam/organisk materiale er ukjent [Vedlegg D].¹⁹ Denne hendelsen vil bli videre beskrevet i neste avsnitt.

4.2.2 Kommunikasjon med andre aktører

4.2.2.1 Samtale med Daglig leder i Sprinkler Vest, Henning Tøkje [74]

Sprinkler Vest AS er et firma lokalisert i Bergen som driver med prosjektering og installasjon, samt vedlikehold, service og kontroll av sprinkleranlegg. Dette firmaet, ved Daglig leder Henning Tøkje, er kontaktet siden de var involvert i denne hendelsen (tilbakestrømningshendelse 15).

Tøkje angir at sprinkleranlegget dekker hele bygget, og har et frostvæskedyt endeanlegg med glykol i garasjen. På dette endeanlegget var det installert en tilbakeslagsventil. Han var på befaring av anlegget i etterkant av hendelsen og sier det ble funnet en del organisk materiale i både sprinklerventil og tilbakeslagsventil, blant annet myrjord. Tøkje mener en av ventilen ble holdt åpen av en bit med gammelt treverk, og at ventilen derfor var lekk. Grunnen til at dette organiske materialet kunne ha kommet inn i ventilene er ukjent. Bilder tatt på stedet er vist i Figur 19.



Figur 19 – Bildet til venstre er av innsiden av tilbakeslagsventil på glykolsløyfe. Bildet til høyre er av tilhørende ventilkloff

4.2.2.2 Samtale med Tore Eide, grunnlegger av Tore Eide Ingeniørfirma [75]

Denne samtalen er ikke relatert til en tilbakestrømningshendelse, men omfatter en hendelse med en tett sil oppstrøms en sprinklerventil, samt andre erfaringer fra karrieren angående offentlig vannledningsnett.

Tore Eide etablerte i 1982 *Tore Eide Ingeniørfirma*, som har spesialisert seg på aktivt brannvern, det vil si sprinkleranlegg og andre stasjonære slukkesystemer. Eide er kontaktet i forbindelse med en hendelse som skjedde i Bergen for en stund tilbake. Kontakten ble formidlet via ekstern veileder, som visste at Tore Eide hadde informasjon om denne hendelsen.

¹⁹ Jac van Geel i Vann- og avløpsetaten i Bergen Kommune opplyser at det hadde vært brudd i stikkledningen som gikk inn i bygget. Dette skjedde 2 ganger i forbindelse med gravearbeider i juni og juli 2015. Jac legger til at han er usikker på hvordan rensingen av rørene hadde vært i etterkant av ledningsbruddene.

I 1998²⁰ Tore Eide AS hadde oppdrag med en mindre modifikasjon av sprinkleranlegget i Postterminalen i Bergen. Montøren klarte ikke å fylle opp sprinkleranlegget med vann, i etterkant av arbeidet med å legge om rør i sprinkleranlegget. Etterfyllingen tok uvanlig lang tid, og dermed ble Tore Eide kontaktet for å bistå.

Innlegget foran sprinklerventilen besto av en stengeventil og y-sil. Sprinklerventilen var en 150mm våt alarmventil. Silen besto av en grovmasket netting ("støttenett") samt en netting med finere maskevidde – rundt et par millimeter.

Eide stengte vanntilførselen oppstrøms silen og undersøkte silen som en del av feilsøkingen. Det ble klart at denne var synderen – silen var helt tett med et tykt belegg av "grums". I ettertid viste deg seg at ettersynsrutinen for sprinkleranlegget hadde blitt misforstått av driftspersonellet. Anlegget hadde i et par år dermed blitt tappet ned helt og fylt opp igjen hver uke. Hver oppfylling av anlegget har sannsynligvis medført at vannstrømmen (som i dette tilfellet har vært større enn ved en normal alarmprøve) har løsrevet biofilm fra rørveggene og på denne måten tettet silen over tid. Situasjonen ble løst med at den fineste nettingen ble tatt bort, slik at silen da kun besto av den groveste nettingen.

Videre forteller Eide om flere observasjoner han har gjort under arbeidet med vannmengdemålinger av offentlig vann-nettet flere steder i landet. Det har blitt observert en del fremmedlegemer som har kommet frem ved vannstrømmer i størrelsesorden på noen tusen liter i minuttet. Fremmedlegemer som stein og grus har blitt observert flere ganger, men det har også kommet frem verktøy som sannsynligvis er gjenglemt i rørene. Rust og korrosjonsprodukter var også vanlig å finne under slike målinger.

4.3 Tabell med oversikt over tilbakestrømningshendelser

Med bakgrunn i funnene i gjennomgang av litteratur og kvalitativ kartlegging er det laget en liste over tilbakestrømningshendelser, kun med formål å gi en bedre oversikt. Innholdet i Tabell 9 er kun oppsummering av innhold i gjennomgang av litteratur og kvalitativ kartlegging.

Tabell 9 – Oversikt over tilbakestrømningshendelser

Hendelse nr.	Sted og dato	Konsekvens (sykdom)	Årsak/beskrivelse	Kilde
1	Arizona, USA. august 1993	Flere ble syke med kvalme og magesjau.	Lekk ventil. Glykolfylt anlegg.	[55]
2	Flekkefjord, Norge. juli 2009	Ingen alvorlig syke	Lekk ventil(er). 2 ventiler ble fylt med smuss fra kommunens vannledning da det ble satt vanntrykk på anlegget. Glykolfylt anlegg.	[56]
3	Malvik Kommune, Norge. 2012.	Ingen meldte/rapporterte sykdomstilfeller	Lekk tilbakeslagsventil. Glykolfylt anlegg.	[57]
4	Meridian i Idaho, USA. juni 1979	Ukjent	Lekk alarmventil	[58]
5	Salem i Oregon, USA. januar 1985	Ukjent	Antas å være forårsaket av underdimensjonering av rørnettet internt i bygget	[59]

²⁰ Tore Eide anslår at det skjedde i 1998, men er ikke helt sikker på at det er riktig årstall.

Hendelse nr.	Sted og dato	Konsekvens (sykdom)	Årsak/beskrivelse	Kilde
6	Anchorage i Alaska, USA. september 1988	Ukjent	En enkel uklassifisert tilbakeslagsventil på sprinkleranlegget som var lekk. Rester av glykol	[59]
7	Edmonton i Alberta, Canada. september 1988	Ukjent	En enkel tilbakeslagsventil av typen skiveventil (Engelsk: "single wafer check valve") som ikke lukket ordentlig.	[59]
8	Edmonton i Alberta, Canada. mai 1989	Ukjent	Lekk alarmventil.	[59]
9	Edmonton i Alberta, Canada. juli 1989	Ukjent	Ventiler lukket ikke grunnet at de ble blokkert av fremmedlegemer.	[59]
10	Edmonton i Alberta, Canada. august 1989	Ukjent	En enkel tilbakeslagsventil av typen skiveventil (Engelsk: "single wafer check valve") som ikke lukket ordentlig.	[59]
11	Salt Lake City i Utah, USA. juni 1989	Ukjent	En enkel tilbakeslagsventil som var lekk	[59]
12	Edmonton i Alberta, Canada. april 1991	Ukjent	En enkel tilbakeslagsventil (engelsk: "single check valve") som var lekk.	[59]
13	Øyestad kommune, Norge. 1978	Uvanlig mange tilfeller av magesykdom i området.	Mest sannsynlig var det en feil på tilbakeslagsventil eller en feilkobling/feil utførelse. Ellevann ble pumpet inn på offentlig nett.	[60]
14	Bergen, Norge 2013	Ingen meldte/rapporterte sykdomstilfeller	Lekkasje i både alarmventil og tilbakeslagsventil.	[Vedlegg C] og [72]
15	Bergen, Norge. 2018	Flere rammet. Smerter i bryst og mage, og noe kvalme. I ettertid mye luft i magen og uregelmessig avføring. Urolig mage og milde kramper i mage har også forekommet.	Lekkasje i ventiler. Sannsynligvis forårsaket av fremmedlegemer	[Vedlegg D] og [72]

* I kildene til tilbakestrømningshendelse 5, 10 og 12 er det ikke beskrevet "sprinkler system", men ordene "fire system" / "fire suppression system" er benyttet. Mest sannsynlig er det sprinkleranlegg det er snakk om, men siden det er noe upresis formulering kan det være andre systemer som er benyttet.

5 Forsøksresultater

Det er tatt vannprøver fra ti forskjellige sprinkleranlegg. Byggene de var plassert i har varierende bruk, og sprinkleranleggene hadde ulike installasjonsdatoer, størrelse m.m. De forskjellige anleggene er presentert i Tabell 10. I tabellen er det blant annet gitt noen detaljer angående metode for tapping og informasjon angående hvor lenge vannet kan ha stått uten utskiftning. Vannprøvene er anonymisert med bokstaver fra A til J.

Tabell 10 - Oversikt over analyseobjekter for vannprøver

Anonymisert kode	Type bygg / virksomhet	Dato for vannprøve	Sist anlegget ble tømt og fylt opp igjen (opplyst av kontaktpersoner/vaktmestere)	Annet	Sprinkleranlegg opprinnelig montert
A	Skole	2.april 2020	Uvisst, men etter 2017	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	2006
B	Hallbygg	2.april 2020	Januar/februar 2020 (2-3 måneder før vannprøver ble tatt)	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	2006
C	Kontor og lab	14.jan 2020	Rundt januar 2019 (Ca. 1 år før vannprøver ble tatt)	<ul style="list-style-type: none"> • DN 150 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	1976
D	Kontorbygg	14.jan 2020	02.03.19 (10 måneder før vannprøver ble tatt)	<ul style="list-style-type: none"> • DN 150 sprinklerventil • 60 sek tapping før vannprøve 	1983
E	Kontorbygg	14.jan 2020	Rundt april 2019 (Ca. 9 måneder før vannprøver ble tatt)	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	1976
F	Kontor og lager	14.jan 2020	Ingen eksakt dato, men muligens 2015 (Omtrent 4-5 år før vannprøver ble tatt)	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	2005
G	Skole	1.april 2020	Uvisst	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	2013
H	Skole	1.april 2020	Uvisst, men etter 2017	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	2009
I	Kontor /forretninger	2.april 2020	Oktober/november 2019. (5-6 måneder før vannprøver ble tatt)	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	1976
J	Hallbygg	2.april 2020	Uvisst, men sannsynligvis i tidsrommet 2015 - 2017.	<ul style="list-style-type: none"> • DN 100 sprinklerventil • 30 sek tapping før vannprøve 	1969

Tabell 11 viser analyseresultatene fra vannprøvene som er utført i forbindelse med denne oppgaven. Rapportene fra de to labene som har analysert vannprøvene kan finnes i *Vedlegg E: Resultater fra vannprøve-analyser utført av NRV Noranalyse (Prøve C,D,E,F)* og *Vedlegg F: Resultater fra vannprøve-analyser utført av ALS Global (Prøve A,B,G,H,I,J)*.

Tabell 11 - Analyseresultater av vannprøver utført hos NRV Noranalyse og ALS Global

Parameter	Vannprøve										Enhet	Grenseverdi/ tiltaksgrense drikkevannsforskriften
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
Alkalinitet pH 4.5	0,48	0,36	0,42	0,48	0,44	0,48	0,36	0,41	0,38	0,34	mmol/l	Ingen grense
Aluminium (Al)	0,0538	0,0198	<0,02	<0,1	<0,1	<0,2	0,0348	0,0673	0,0293	0,0285	mg/l	0,2
Arsen (As)	<0,500	<0,500	N/A	N/A	N/A	N/A	<0,500	0,501	1,480	<0,500	µg/l	10
Barium (Ba)	6,63	10,40	N/A	N/A	N/A	N/A	87,10	111	24,10	74	µg/l	Ingen grense
Bly (Pb)	1,71	6,49	8	5,20	44	90	1,73	5,18	9,52	60,30	µg/l	10
E.coli	<10	<10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<10	<10	MPN/ 100ml	0
Jern (Fe)	7,460	19,700	1,300	8,100	9,900	60	0,492	52,400	21,600	24,500	mg/l	0,2
Kadmium (Cd)	<0,05	<0,05	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	µg/l	5
Kalium (K)	<0,4	<0,4	N/A	N/A	N/A	N/A	<0,4	0,647	<0,4	<0,4	mg/l	Ingen grense
Kalsium (Ca)	9,15	9,03	N/A	N/A	N/A	N/A	15,90	8	10,80	7,28	mg/l	Ingen grense
Kimtall, 22°C 3 dager	<1	<1	Ikke påvist	7	3	Ikke påvist	<1	400	<1	<1	CFU/ml	100 og ingen unormal endring
Kobolt (Co)	<0,2	<0,2	N/A	N/A	N/A	N/A	<0,2	0,970	0,338	0,345	µg/l	Ingen grense
Koliforme bakterier	<10	<10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<10	<10	MPN/ 100ml	0
Konduktivitet (Ledningsevne)	5,49	5,64	5,70	5,60	6,10	5,70	9,49	2,26	7,36	4,96	mS/m	250
Kobber (Cu)	0,0095	0,0070	<0,001	0,0033	0,0013	0,0420	0,0015	0,0064	0,0141	0,0043	mg/l	2
Krom (Cr)	<0,9	<0,9	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	µg/l	50
Kvikksølv (Hg)	<0,02	<0,02	N/A	N/A	N/A	N/A	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	µg/l	1
Legionella *	<10	<10	Ikke påvist	Ikke påvist	Ikke påvist	Ikke påvist	<10	<10	<10	<10	CFU/l	Ingen grense

Parameter	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Enhet	Grenseverdi/ tiltaksgrense
Magnesium (Mg)	0,356	0,338	N/A	N/A	N/A	N/A	0,344	0,374	0,424	<0,2	mg/l	Ingen grense
Mangan (Mn)	0,1140	0,1930	0,0170	0,0520	0,1000	0,4900	0,0228	0,1960	0,0740	0,1860	mg/l	0,05
Molybden (Mo)	5,20	1,48	N/A	N/A	N/A	N/A	1,02	8,83	2,95	6,33	µg/l	Ingen grense
Natrium (Na)	1,90	1,69	N/A	N/A	N/A	N/A	1,90	2,35	2,69	1,98	mg/l	200
Nikkel (Ni)	2,530	0,690	<1,0	1,400	1,400	1,900	<0,6	10,700	0,893	<0,6	µg/l	20
pH	8,2	8,9	8,6	9,1	8,2	8,9	8,6	7,5	8,6	9,9		6,5-9,5
Sink (Zn)	8,35	30,40	54	50	310	140	1470	939	13,50	52,80	µg/l	Ingen grense
Temperatur v/pH-måling	21	21	23	23,1	22,9	22,5	21	21	21	21	°C	-
Turbiditet	51	68	12	44	38	70	3,46	110	35	29	FNU	Akseptabel for abonnentene
Vanadium (V)	<0,2	<0,2	N/A	N/A	N/A	N/A	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	µg/l	Ingen grense

Kommentarer til tabellen:

* Resultat "<10" regnes som ikke påvist (se øvrige detaljer i labrapport i Vedlegg F: Resultater fra vannprøve-analyser utført av ALS Global (Prøve A,B,G,H,I,J))

"N/A" betyr at parameteren ikke er undersøkt i den aktuelle vannprøven. Dette er et resultat av at det er benyttet flere laboratorier, og at de har forskjellige analysepakker.

Gul merking indikerer de verdier som overskrider grenseverdiene/tiltaksgrensene i drikkevannsforskriften.

Når det gjelder parameterne E.coli og koliforme bakterier er det skjedd en glipp fra laboratoriet for vannprøvene A, B, I og J. I disse vannprøvene er det ikke benyttet en ønskelig nøyaktighet. Den laveste rapporteringsgrensen i måleintervallet for de to parameterne i de fire vannprøvene er "<10 ". I drikkevannsforskriften er det gitt at alt over 0 bakterier er overskridelse av grenseverdi/tiltaksgrense for begge de aktuelle parametrene. Med de resultatene som er kommet fra laboratoriet for disse fire vannprøvene er det derfor umulig å si om det er en overskridelse eller ikke, siden resultatene kan ligge mellom 0-9 bakterier per 100 ml.

For flere parametre oppgis svar som <1. Dette er nedre rapporteringsgrense for disse parameterne, noe som betyr at det ikke er påvist.

Som vist i Tabell 11 overskrides drikkevannsforskriftens grenseverdi/tiltaksgrense for jern, bly, mangan, kimtall og pH. I alle vannprøver overskrides grensen for jern, mens alle utenom en vannprøve overskrider fastsatte grenser for mangan. For bly overskrides grenseverdi for tre av ti sprinkleranlegg. For parameterne pH og kimtall er det overskridelser av drikkevannsforskriftens grenser i en av ti sprinkleranlegg. Disse overskridelsene vil bli videre omtalt i neste kapittel.

De fleste vannprøver hadde endret farge og lukt i forhold til normalt drikkevann. Eksempler på fargeendring kan ses i Figur 20.



Figur 20 - Eksempler fra vannprøvetaking med tydelig fargeforandring

6 Risikoanalyser

Under presenteres de to risikoanalysene som er gjort i forbindelse med denne masteroppgaven – en grovanalyse der brannsikkerhet er i fokus, samt en helserisikoanalyse.

6.1 Grovanalyse brannsikkerhet

6.1.1 Innledning

6.1.1.1 *Definer målsetning for analysen*

Målsetningen for analysen er å vurdere hvordan tilbakeslagsventiler påvirker brannsikkerheten når denne type beskyttelsesutstyr er plassert oppstrøms sprinkleranlegg. Det vil bli gjort en sammenligning av EA-tilbakeslagsventiler og BA-tilbakeslagsventiler for å belyse de ulike ventilenes påvirkning.

6.1.1.2 *Beskriv og avgrens analyseobjektet*

Analyseobjekt er ikke ett konkret objekt, men alle sprinklerinstallasjoner – både nye og eksisterende – som er montert nedstrøms tilbakeslagsventiler med eventuell sil/filter.

I analysen gjelder de avgrensinger som er satt for resten av oppgaven. Det kan nevnes at analysen da avgrenses til kun å se på tilbakestrømningsbeskyttelse i form av tilbakeslagsventiler.

Tilbakestrømningsbeskyttelse av sprinkleranlegg kan i dag gjøres med to typer tilbakeslagsventiler – BA- tilbakeslagsventiler (beregnet for væskekategori 4) og EA-tilbakeslagsventiler (beregnet for væskekategori 2). I tillegg begrenses analysen av manglende data innenfor emnet med tanke på frekvens/sannsynlighet for de uønskede hendelsene. Det er derfor ikke utarbeidet noen risikomatrise i denne analysen.

6.1.1.3 *Frambring bakgrunnsinformasjon*

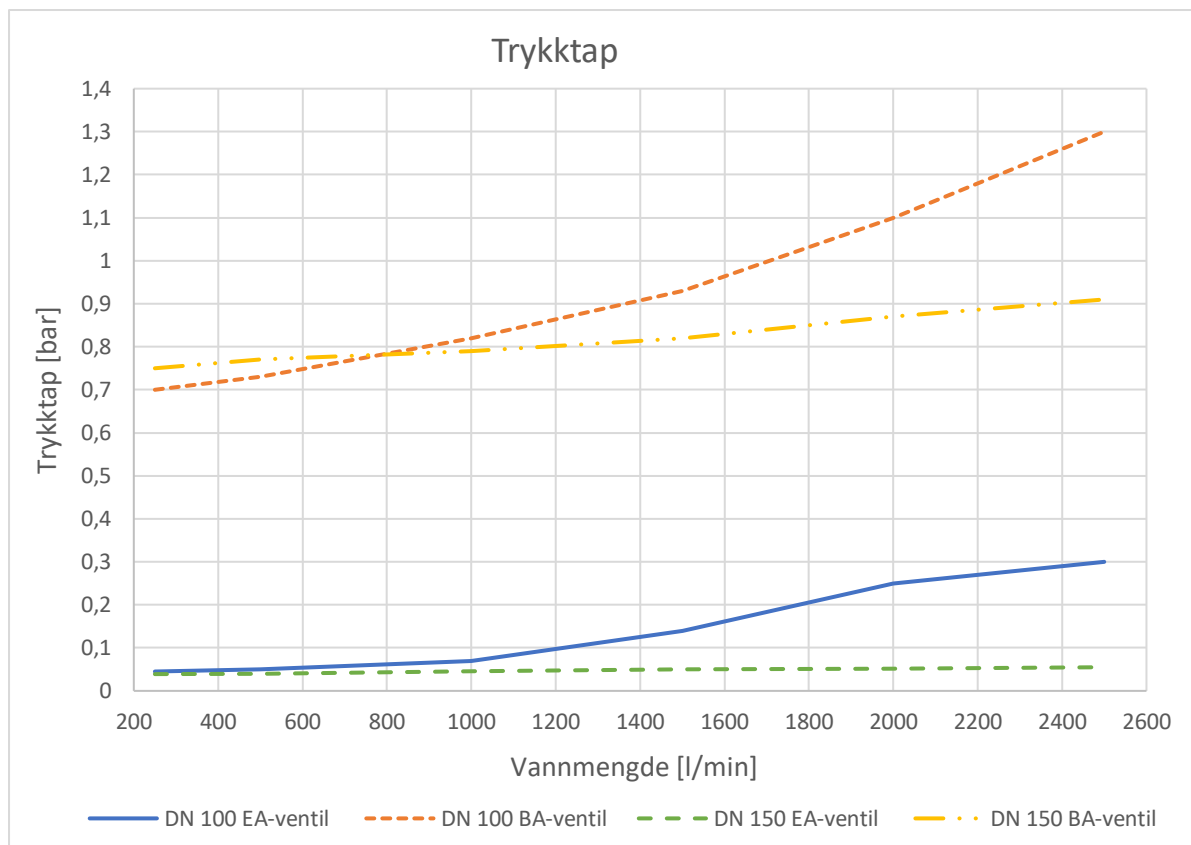
Tidligere hendelser/bakgrunnsinformasjon som er relevant for denne analysen:

I innledningen i denne analysen vil flere punkter, som tidligere er nevnt i oppgaven, bli referert til. Dette for å frembringe bakgrunnsinformasjon som er relevant i forbindelse med analysen.

Potensielle driftsproblemer

De potensielle driftsproblemene kan skyldes trykktap eller at vannmengden reduseres helt som følge av tett sil/filter.

I Figur 21 illustreres den store forskjellen i trykktap som kan forventes over de to forskjellige typene ventiler. Det vises at det er betydelig større trykktap over BA-ventiler sammenlignet med EA-ventiler. Figuren er basert på Tabell 3 og Tabell 4 fra kapittel 2.4.2.4.



Figur 21 - Trykktap over EA- og BA-tilbakeslagsventiler i størrelse DN 100 og DN 150

Det bemerkes at disse verdiene er gyldig for nye ventiler, og at faktiske trykktap i eksisterende anlegg kan avvike fra disse verdiene. Sil/filter monteres foran BA-tilbakeslagsventiler for å beskytte selve ventilen fra fremmedlegemer, som kan hindre den i å fungere som tiltenkt. Siler vil også medføre trykktap.

I dette underkapittelet er det kun undersøkt trykktap over siler fra to leverandører. Det finnes flere leverandører av både ventiler og siler/filter, så det er mulig at det finnes utstyr som er bedre egnet i bruk for sprinkleranlegg med tanke på lavere trykktap. Hensikten med å presentere disse trykktaps-verdiene er kun for å illustrere at implementeringen av slikt utstyr kan medføre utfordringer i forhold til brannsikkerheten. Under beskrives trykktap over et utvalg av siler:

- Y-sil fra AVK "Y-strainer, PN16" har, i henhold til datablad funnet på AVK sin nettside [76], noe høyere trykktap enn EA-ventil (i DN 100 og DN 150) i henhold til Resideo sitt datablad [47]. Sammenlignet med BA-ventilen fra Resideo [41] har silen betydelig lavere trykktap. Denne silen har maskevidde på henholdsvis 1,5mm for DN 100 og 2,0mm for DN 150 [76].
- Y-sil "Series 77F-DI-250" fra WATTS har, i henhold til datablad funnet på Watts sin nettside [77], noe lavere trykktap enn Y-sil fra AVK, men skiller seg ikke altfor mye fra disse verdiene. Denne silen har maskevidde på ca. 3,0mm (1/8") for både DN 100 (4") og DN 150 (6") [77].
- Sil fra Honeywell Home som normalt følger med BA-ventiler fra samme merke, har en maskevidde på 0,5 mm. I datablad for silen er det ikke oppgitt trykktapstabeller [43]. Grunnet den fine maskevidden antas det et større trykktap enn de overnevnte silene.

Overnevnte verdier og observasjoner gir et bilde av hva som kan forventes av trykktap for nye ventiler og siler. Etter installasjon av slikt utstyr antas det at trykktapet øker noe på grunn av at utstyret ikke kan forventes å være like "åpen"/"rent" som ved montering – det er altså mer motstand

i utstyret. Et godt eksempel på dette er funnene i forsøkene utført av Kurt R. Olaussen. I disse forsøkene²¹ ble det vist at trykktap over tilhørende sil/filter var høyt, men at trykktapet ble betydelig redusert etter at rens av filteret var foretatt. I disse forsøkene ble det også påvist et stort trykktap over BA-tilbakeslagsventil. Det er ikke funnet informasjon om forsøk på trykktap over EA-tilbakeslagsventiler.

Et annet aspekt med siler/filter er at det kan gå helt tett på grunn av smuss og fremmedlegemer i vannet. Et eksempel på dette er gitt i kapittel 4.2.2 Kvalitativ kartlegging. Her beskrives en hendelse der et filter foran en sprinklerventil har blitt tettet over tid. Denne hendelsen viser at det er mulig at filter går tett ved manglende/feil vedlikehold.

Lover/regler som er relevant for denne analysen:

De lover og regler som er relevante for denne analysen er beskrevet i kapittel 2.3, og er opplistet i dette avsnittet:

- Plan- og bygningsloven m/byggteknisk forskrift
- Brann- og eksplosjonsvernloven
- Drikkevannsforskriften m/veiledning
- NS-EN 1717
- VA/Miljø-blad nr. 61
- Standard abonnementsvilkår for vann og avløp
- NS-EN 16925
- NS-EN 12845

6.1.2 Fareidentifikasjon

6.1.2.1 Identifiser relevante farekilder og trusler

EA-tilbakeslagsventil	BA-tilbakeslagsventil
<ul style="list-style-type: none"> • Tilbakeslagsventil²² 	<ul style="list-style-type: none"> • Tilbakeslagsventil • Sil/filter

6.1.2.2 Identifiser mulige uønskede hendelser

EA-tilbakeslagsventil	BA-tilbakeslagsventil
–	1. <u>Uønsket hendelse 1 (UH1)</u> Sil/filter går tett og hindrer vannstrøm til sprinkleranlegget i en viss grad, eller i verste fall stopper vannstrømmen helt.
Felles for EA-tilbakeslagsventil og BA-tilbakeslagsventil	
2. <u>Uønsket hendelse 2 (UH2)</u> Tilbakeslagsventil og eventuell ²³ sil medfører for høyt trykktap i forhold til hva sprinkleranlegget er dimensjonert for.	

²¹ Forsøk utført av Kurt R. Olaussen i VVS og Sprinkler AS. Informasjon er gjengitt med tillatelse fra Kurt R. Olaussen, og er fra en presentasjon som ble holdt under "Sprinklerkonferansen 2019", den 13. - 14.mars 2019 på Radisson Blu Airport Hotell Gardermoen. Presentasjonen kan finnes på Finans Norge sine nettsider (https://www.fgsikring.no/siteassets/fg-sprinklerkonferanse/fg-sprinklerkonferansen-2019/presentasjoner-2019/020_190314-sprinklerkonferansen-2019-kro_vvs-og-sprinkler_kurt-olaussen.pdf)

²² Siden det ikke påkrevd at sil skal monteres foran EA-tilbakeslagsventiler, benyttes dette sjelden. Likevel vurderes det dithen at praksisen rundt dette bør endres siden det i kapittel 4 er vist at fremmedlegemer i vannet ofte medvirker til at enkle tilbakeslagsventiler er lekk. Det er da grovsil som fortrinnsvis bør benyttes. Ved montering av sil i forbindelse med EA-tilbakeslagsventiler gjelder det samme som beskrevet videre for BA-tilbakeslagsventiler med tanke på vurdering av frekvens og konsekvenser.

²³ Se forrige fotnote

6.1.3 Frekvensvurdering

6.1.3.1 Bestem mulige årsaker til hver av de uønskede hendelsene

EA-tilbakeslagsventil	BA-tilbakeslagsventil
–	<p>Uønsket hendelse 1 (UH1): <i>Sil/filter går tett og hindrer vannstrøm til sprinkleranlegget i en viss grad, eller i verste fall stopper vannstrømmen helt.</i></p> <p>1. <u>Årsaker til uønsket hendelse 1:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sil/filter kan tettes over tid pga. hummus og annet materiale i vannet • Gradvis biofilmoppbygging ved lave vannstrømmer • Ledningsbrudd kan føre til at mye smuss kan tette filter • Manglende vedlikehold kan medføre at sil/filter ikke lenger har de samme forutsetninger som da det ble montert. • Feilmontasje samt feil ettersyn og vedlikehold generelt vil kunne medføre en viss økning i sannsynlighet for at den uønskede hendelsen kan inntreffe.
Felles for EA-tilbakeslagsventil og BA-tilbakeslagsventil	
<p>Uønsket hendelse 2 (UH2): <i>Tilbakeslagsventil og eventuell sil medfører for høyt trykktap i forhold til hva sprinkleranlegget er dimensjonert for.</i></p> <p>2. <u>Årsaker til uønsket hendelse 2:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tilbakeslagsventil og eventuell sil blir montert uten videre hydrauliske beregninger eller vurderinger i eksisterende sprinkleranlegg • Tilbakeslagsventil og eventuell sil blir montert uten å medtas i hydrauliske beregninger for nye sprinkleranlegg • Vannmengdemåler er montert feil med hensyn til prosjekteringsforutsetninger. Dersom vannmengdemålerutstyr er montert oppstrøms tilbakeslagsventilen, men hydrauliske beregninger ikke hensyntar dette, kan målinger på denne måte gi falsk trygghet. Dette fordi vannmengdemålinger kan være tilfredsstillende med tanke på PQ-krav, som er fremkommet uten å medta alt utstyr som faktisk skaper trykktap. • Utstyret vil kunne gi økt trykktap over tid etter hvert som motstanden i utstyret øker. Dette kan skje som følge av begroing. • Feilmontasje samt feil ettersyn og vedlikehold generelt vil kunne medføre økt trykktap. 	

6.1.3.2 Bestem frekvensen til hver av de uønskede hendelsene

Det er meget vanskelig å tallfeste frekvens/sannsynlighet for de uønskede hendelsene, siden det ikke er funnet forskning eller statistikk innenfor dette feltet og det ikke finnes noe slags register for slike hendelser. Det er derfor i denne analysen kun gitt betraktninger rundt frekvens:

EA-tilbakeslagsventil	BA-tilbakeslagsventil
–	<p>Uønsket hendelse 1 (UH1): <i>Sil/filter går tett og hindrer vannstrøm til sprinkleranlegget i en viss grad, eller i verste fall stopper vannstrømmen helt.</i></p> <p>1. Selv om det ikke finnes statistikk eller register over hendelser med tett sil/filter har det likevel skjedd at slikt utstyr har tettet seg.</p> <p>Den eneste kjente hendelsen skjedde på Postterminalen i Bergen i 1998. For videre beskrivelse av denne hendelsen henvises det til</p>

	kapittel 4.2.2. Det antas at flere lignende hendelser kan ha skjedd uten at det er blitt registrert. Ved dårlig eller manglende vedlikehold eller rens av sil/filter, vil det være fare for at lignende hendelser kan skje.
Felles for EA-tilbakeslagsventil og BA-tilbakeslagsventil	
<p><u>Uønsket hendelse 2 (UH2):</u> <i>Tilbakeslagsventil og eventuell sil medfører for høyt trykktap i forhold til hva sprinkleranlegget er dimensjonert for</i></p> <p>2. Det antas at tilfeller der trykktap over slikt utstyr ikke blir medtatt i hydrauliske beregninger forekommer til en viss grad. Dette antas spesielt å gjelde for eksisterende sprinkleranlegg, som i tillegg kan ha mangelfull dokumentasjon i utgangspunktet.</p> <p>Det antas at den uønskede hendelsen skjer sjeldnere med EA-ventiler enn med BA-ventiler fordi trykktapet over EA-ventiler er lavere, og at trykktapet dermed vil ligge innenfor sikkerhetsmarginen oftere enn tilfeller med BA-ventiler.</p>	

6.1.4 Konsekvensvurdering

Likt som for frekvens finnes det lite eller ingen register, forskning eller lignende som kan benyttes som grunnlag for vurderingene i dette avsnittet. Det er derfor foretatt drøfting rundt mulige konsekvenser.

6.1.4.1 Anslå mulige konsekvenser for hver av de uønskede hendelsene

EA-tilbakeslagsventil	BA-tilbakeslagsventil
–	<p>1. <i>Uønsket hendelse 1 innebærer at sil/filter går tett og hindrer vannstrøm til sprinkleranlegget i en viss grad, eller i verste fall stopper vannstrømmen helt.</i></p> <p>Dersom silen tilstoppes så mye at vannstrømmen hindres betydelig vil dette påvirke sprinkleranleggets funksjon. Noen sprinkleranlegg har vann- og trykkrav (PQ-krav) som er en god del lavere enn det vannforsyningen kan levere. Disse anleggene har i så måte en sikkerhetsmargin/buffer mot økt trykktap. I motsetning er det sprinkleranlegg som er dimensjonert med en mindre sikkerhetsmargin. En trykkøkning vil for disse anleggene være kritisk, siden sprinkleranlegget er avhengig av krevet trykk for å kunne levere nok vann og opprettholde sin tiltenkte funksjon. Sprinkleranlegg dimensjoneres for å kunne kontrollere en brann innenfor et område kalt dimensjonerende utløsningsareal over en gitt tid – der begge disse parameterne bestemmes av hvilken sprinklerfareklasse anlegget er plassert i. Dersom den faktiske vannmengden ikke er i henhold til den dimensjonerte vannmengden vil sprinkleranlegget i verste fall ikke kunne begrense brannen innenfor dimensjonerende utløsningsareal. På denne måten vil en brann kunne vokse seg større og i ytterste konsekvens kreve store materielle tap i form av totalødeleggelse av bygg, eller menneskeliv.</p> <p>Ved delvis tilstoppet sil vil trykktapet over silen være større enn opprinnelig, og større enn det som er lagt til grunn ved dimensjonering av sprinkleranlegget. Konsekvensene av en slik hendelse vil også kunne medføre at sprinkleranlegget ikke får nok vann til å kontrollere en tiltenkt brann med lignende konsekvenser som nevnt over. Et slikt tilfelle kan</p>

	<p>også resultere i at en større mengde materielle verdier enn "forventet" kan gå tapt. På den annen side kan følgende også være tilfellet:</p> <p>Dimensjoneringsprinsippet for sprinkleranlegg er basert på at det skal bryte ut en brann over et større område, kalt utløsningsareal. Det er verdt å merke seg at i 88 % av alle branntilfeller der det finnes våtanlegg, kontrolleres eller slokkes brannen av 1-2 sprinklerhoder [78]. Dette utgjør et dekningsareal på rundt 20 m² – to hoder i OH og HH-fareklasse kan maksimalt dekke henholdsvis 24 og 18 m². Det dimensjonerende areal (utløsningsareal) skal minst være 72 m² og 260 m² for sprinkleranlegg i henholdsvis OH og HH-fareklasse. På denne måte kan det være muligheter for at brannen ikke vokser seg så stor som det som er lagt til grunn med tanke på utløsningsarealene. Dermed er mulighetene til stede for at sprinkleranlegget vil kunne opprettholde sin funksjon selv om vannforsyningen ikke er tilstrekkelig. Dette er avhengig av stedlige vann- og trykkforhold, samt anleggsstørrelse, brannutvikling, type brannenergi m.m.</p>
Felles for EA-tilbakeslagsventil og BA-tilbakeslagsventil	
<p>2. <i>Uønsket hendelse 2 innebærer at tilbakeslagsventil og eventuell sil medfører for høyt trykktap i forhold til hva sprinkleranlegget er dimensjonert for.</i></p> <p>Denne hendelsen vil også kunne påvirke sprinkleranlegget sin funksjon, på tilsvarende måte som nevnt over for uønsket hendelse 1 (UH1). Konsekvensene vil avhenge av hvor stort trykktap det er snakk om.</p> <p>Likt som for UH1 vil UH2 i verste fall resultere i tap av store materielle verdier eller menneskeliv. Også mildere konsekvenser kan forekomme, men alvorlighetsgraden av konsekvensene avhenger av flere faktorer som stedlige vann- og trykkforhold, samt anleggsstørrelse, type brannenergi m.m.</p> <p>For EA-ventiler vurderes sannsynligheten for de mest alvorlige konsekvenser å være lav siden det i utgangspunktet ikke er like stort trykktap over disse ventilene som for BA-tilbakeslagsventiler.</p>	

6.1.5 Vurdering av risiko

Det er først i senere tid, fra rundt 2010, det er blitt fokusert på å sikre drikkevann mot tilbakestrømning i henhold til *NS-EN 1717*. På grunn av dette finnes det lite erfaringsdata rundt tilbakeslagsventiler og deres påvirkning på sprinkleranlegget over tid. Det finnes heller ingen register for hendelser tilsvarende de nevnt i denne analysen. Siden det ikke foreligger tallmaterieell for sannsynlighet/frekvens, er det vanskelig å fastslå risiko. Det blir gjort en vurdering rundt risiko, men denne er basert på betraktninger/antagelser i frekvens- og konsekvensvurderingene.

Basert på egne observasjoner og erfaringer fra sprinklerkontroller, samt kvalitativ kartlegging i kapittel 4.2 kan det virke som det monteres BA-tilbakeslagsventiler i større grad enn EA-tilbakeslagsventiler. I den kvalitative kartleggingen er det flest kommuner som krever EA-ventiler, men de største kommunene har BA-ventilen som er eneste alternativ. Sammen med egne observasjoner og erfaringer antas det å være størst sannsynlighet for at BA-tilbakeslagsventiler er montert hyppigst rundt omkring i landet.

Det bemerkes at forutsetninger for de uønskede hendelsene er at standarder, veiledninger og datablader ikke følges. Et argument mot denne analysen kan derfor være at det er pålagt å følge slike retningslinjer, og at dette derfor ikke burde vært et problem. Det er dessverre slik at feil blir gjort i alle ledd, både i forbindelse med prosjektering, montering og ettersyn/vedlikehold. Dette medfører

derfor et behov for å vurdere en reell situasjon, og ikke en ideell situasjon der alle retningslinjer følges.

6.1.5.1 Sammenstill frekvens og konsekvens for hver av de uønskede hendelsene

Uønsket hendelse 1:

Sil/filter går tett og hindrer vannstrøm til sprinkleranlegget i en viss grad, eller i verste fall stopper vannstrømmen helt.

Dette er en hendelse som i hovedsak rammer sprinkleranlegg med BA-tilbakeslagsventiler siden det vanligvis ikke blir montert sil/filter oppstrøms EA-tilbakeslagsventiler. Sannsynligheten for at slike hendelser skjer er til stede, siden det har skjedd at sil/filter har tettet seg – jfr. Postterminalen i Bergen 1998. Det er derimot veldig vanskelig å fastslå mer spesifikke sannsynligheter/frekvenser siden det er så lite data innenfor dette emnet.

Konsekvensene av en slik hendelse er avhengig av hvor mye sil/filter er tilstoppet og hvilken maskevidde som er benyttet. Det kan derfor medføre at sprinkleranleggets funksjon svekkes litt, delvis eller fullstendig. Konsekvensene kan følgelig være "ikke merkbare", "middels", eller "katastrofale" – med tanke på tap av verdier og/eller menneskeliv i tilfelle brann.

Uønsket hendelse 2:

Tilbakeslagsventil og eventuell sil medfører for høyt trykktap i forhold til hva sprinkleranlegget er dimensjonert for.

Felles for både BA- og EA-tilbakeslagsventiler er at sannsynligheten for at trykktap over utstyret ikke hensyntas ved ettermontering i eksisterende sprinkleranlegg, antas å være like stor for begge ventiltypene. Det er likevel mer sannsynlig at BA-ventiler medfører et for høyt trykktap, på grunn av at disse ventilene har det største trykktapet og på denne måten kan "spise opp" den sikkerhetsmarginen som finnes. Konsekvensen med tanke på brann sikkerhet er større i installasjoner med BA-tilbakeslagsventiler, siden disse har det største trykktapet samt at de monteres med finmasket sil oppstrøms ventilen. På denne måten vil det være mer sannsynlig at BA-tilbakeslagsventiler vil medføre mest alvorlige konsekvenser. For nye sprinkleranlegg forventes det et større fokus på trykktapet over ventil og eventuell sil i forbindelse med prosjektering, men også i nye anlegg blir dette forsømt.

Montering av vannmengdemålerutstyr på sprinkleranlegg er også en potensiell feilkilde med tanke på trykktap i forbindelse med tilbakeslagsventiler. Dersom PQ-krav fra prosjektering er beregnet uten hensyn til tilbakeslagsventil, må resultatene fra vannmengdemålinger komme fra utstyr som er montert nedstrøms tilbakeslagsventil. Dersom dette ikke er tilfellet, vil en verifisering av om kapasitet tilfredsstiller PQ-krav kunne gi en falsk trygghet dersom trykktap over tilbakeslagsventil er større enn marginen mellom målt kapasitet og PQ-krav. Slike tilfeller vurderes på lik linje som i avsnittet over å være mer kritisk for sprinkleranlegg med BA-tilbakeslagsventilen enn for anlegg med EA-tilbakeslagsventil, på grunn av at trykktapet er større.

At trykktap ikke blir hensyntatt kan gjøre at sprinkleranleggets funksjon svekkes, noe som i verste fall kan resultere i store tap – både materielle verdier samt, i helt ytterste konsekvens, menneskeliv.

Oppsummering

Uønsket hendelse 2 (UH2) skjer sannsynligvis oftere enn *Uønsket hendelse 1 (UH1)*, mens **UH1** vil jevnt over ha større konsekvens sammenlignet med **UH2**.

Risiko-sammenligning av BA- og EA-tilbakeslagsventiler

Ved å legge til grunn at det er montert flest BA-tilbakeslagsventiler på sprinkleranlegg i Norge, vil det følgelig være større sannsynlighet for at både uønsket hendelse 1 og 2 skjer oftest med denne typen ventiler. I tillegg monteres sil/filter i mye større grad i forbindelse med denne typen ventiler enn for EA-tilbakeslagsventiler. Det er vurdert mer sannsynlig at det kan forbindes alvorligere konsekvensene som følge av de uønskede hendelsene for BA-tilbakeslagsventiler, sammenlignet med tilfeller der det er montert EA-tilbakeslagsventiler. Det vil derfor være størst risiko forbundet med BA-tilbakeslagsventiler siden de forbindes med størst sannsynlighet og konsekvens, samt at de antas å monteres i størst omfang.

6.1.6 Risikoreduserende tiltak

For de to ventiltypene vil det ikke være noen forskjell på de risikoreduserende tiltakene, og derfor blir mulige tiltak presentert uten å differensiere med tanke på ventiltipe.

6.1.6.1 Identifiser aktuelle risikoreduserende tiltak

- Vedlikehold

Korrekt og hyppig vedlikehold er viktig for å forebygge at utstyr tetter seg til. Rens av sil/filter er spesielt viktig siden dette vil redusere motstanden i filteret. En enkel spylefunksjon av sil bør vurderes. For BA-ventiler er det i *NS-EN 1717* inntegnet sil med tømmeventil i figuren som illustrerer hvilke elementer beskyttelsesmodulen skal bestå av. Denne ventilen vil i så måte kunne ha en spylefunksjon.

- Benytt grovsil istedenfor finmasket sil

Jo større maskevidde jo mindre trykktap er det over sil/filter. Det anbefales derfor å benytte så grovt filter som mulig. I henhold til europeisk standard *NS-EN 12845* punkt 9.2, skal det ikke benyttes sil/filter med større maskevidde enn 6 mm i forbindelse med sprinkleranlegg [4]. Det anbefales derfor siler/filter med maskevidde på 6 mm. Alternativt kan det gjøres en fraviksvurdering av å øke maskevidden dersom det er nødvendig med tanke på trykktap.

- Regelmessig "spyling" med store vannmengder

Ved å regelmessig sørge for at strømminger med store²⁴ mengder vann "spyer" sprinkler-innlegget/stikkledningen vil det sannsynligvis kunne redusere veksten av biofilm i røret. Det vil sannsynligvis løsne noe biofilm, men i mindre "flak" enn om det hadde stått over en lengre periode og vokst seg større uten dette tiltaket. Dette fordrer at rens av sil/filter blir gjort, slik at hendelser som den i Postterminalen i Bergen ikke oppstår. Flere kommuner har derimot restriksjoner når det gjelder å bruk av store vannmengder, så en slik løsning kan være sterkt uønsket i flere kommuner.

- Trykkøkingspumpe

Ved å installere trykkøkingspumpe vil økt trykktap bli kompensert. En slik installasjon medfører på en annen side at kompleksiteten av sprinkleranlegget øker. Økt kompleksitet kan medføre at det gjøres feil under prosjektering, montasje eller drift som kan påvirke brannsikkerheten på en negativ måte. Alt ekstra utstyr som monteres innebærer en økt sjanse for feil og driftsproblemer i henhold til prinsippene i "Inherent Safety Design"-tankegangen, som er beskrevet i kapittel 2.4.3. En slik løsning må derfor gjennomgå en grundig vurdering før den implementeres.

²⁴ Med store mengder menes her mengder som er endel større enn det som strømmer gjennom røret ved en normal alarmprøve.

6.2 Helserisikoanalyse

Denne helserisikoanalysen baseres i hovedsak på resultater fra vannprøvene som er beskrevet i kapittel 5, samt at vannprøver som er gjort i Sverige av Stockholm Vatten også blir medtatt i vurderingene (se Vedlegg G: *Sammenstilling av analyseresultater fra vannprøver utført i Norge og Sverige*). Det er i hovedsak de parametere/stoffer fra vannprøvene med verdier som overskrider grenseverdier og tiltaksgrenser i drikkevannsforskriften som blir benyttet i denne analysen. Dette fordi resterende parametere/stoffer blir vurdert å ikke utgjøre en helsefare siden verdiene for disse er innenfor de grenser som er satt.

Analysen deles inn i egne underkapitler for hver parameter/hvert stoff som overskrider grenseverdi/tiltaksgrense. Videre består hvert underkapittel for hver parameter/hvert stoff av de samme punkter: Helsefareidentifisering, Dose-respons-vurdering og Eksponeringsvurdering. Til slutt er det en risikokarakterisering der samlet risiko vil bli vurdert.

Følgende stoffer/parametere er i vannprøvene målt til større konsentrasjoner enn grensene i drikkevannsforskriften:

- Jern
- Bly
- Mangan
- Kimtall

En av parameterne med overskridelse som ikke vil bli behandlet noe detaljert i denne analysen er pH. Det var kun en av de ti vannprøvene som hadde overskridelse for denne parameteren. Grenseverdien er 6,5-9,5 og verdien fra vannprøven var 9,9 (10 som høyeste verdi i Svenske vannprøver). Grenseverdien i drikkevannsforskriften er satt med hensyn til å forhindre korrosjon. Ifølge Folkehelseinstituttet sin oversikt er det kun nevnt en direkte helseeffekt som følge av for høye pH-verdier – nemlig at pH-verdier over 10,5 vil kunne forårsake øyeskader ved dusjing og bading [79]. Siden den høyeste registrerte pH-verdi er under 10,5 vil ikke denne parameteren bli videre omhandlet.

I tillegg er sink også en del av denne analysen. Det finnes ingen grenseverdi/tiltaksgrense for sink i drikkevannsforskriften, men parameteren er tatt med for å undersøke helseaspekter ved de verdier som er målt i vannprøvene.

Hensikten med denne analysen er ikke å finne ut hvor mange og hvem som kan bli rammet av et tilbakeslag fra sprinkleranlegg, men heller belyse hvor helsefarlig et potensielt tilbakeslag kan være dersom sprinkleranlegg ikke er sikret med tilbakestrømningsbeskyttelse.

6.2.1 Jern

I vannkilder stammer jern fra sedimenter, berggrunn eller jordsmonn. I drikkevann vil deler av jerninnholdet stamme fra utlekking fra vannledningsnett. En stor andel av hovedvannledninger og stikkledninger består av støpejern [2]. I sprinkleranlegg er rør av bløtt stål en av de mest brukte typer rør. Dermed er det naturlig at vann i sprinkleranlegg inneholder noe jern på grunn av korrosjonsprosesser.

I drikkevann vil jernkonsentrasjoner under 0,3 mg/liter som regel ikke medfører endret smak, men endringer i farge kan forkomme for konsentrasjoner rundt 0,05-0,10 mg/liter [80].

Helsefareidentifisering

For flertallet av befolkningen vil ikke forhøyede konsentrasjoner av jern i drikkevannet ha helseskadelig effekter. For den delen av befolkningen med arvelig jernoverskudd (primær hemokromatose) vil alt ekstra inntak av jern være uheldig [2].

Gjennomsnittlig dødelig dose av jern er 200-250 mg jern/kg kroppsvekt, men det har skjedd dødsfall som følge av så lave doser som 40 mg/kg kroppsvekt. I den andre ende av skalaen er det satt en grenseverdi for maksimalt tolererbart daglig inntak (MTDI) på 0,8 mg jern/kg kroppsvekt. Denne verdien er satt for å forebygge at for store mengder jern hopper opp i kroppen [80].

Imellom de to yttergrensene, som er nevnt over, vil det være konsentrasjoner av jern som kan representere giftige doser. For høye doser av jern kan føre til skader på lever, ofte som en del av en jernforgiftning. En dose på 30 mg jern/kg kroppsvekt kan medføre symptomer på forgiftning [81]. En akutt jernoverdosering kan inndeles i fire faser:

1. Første fase inntreffer opptil 6 timer etter inntak og medfører oppkast og diare. Andre symptomer kan være hypotensjon (unormalt lavt blodtrykk), takykardi (hurtig puls) og lammelser av sentralnervesystemet i form av alt fra apati til koma.
2. Fase to inntreffer normalt 6-24 timer etter inntak og karakteriseres med en midlertidig remisjon (bedring).
3. Fase tre medfører gastrointestinale symptomer, samt sjokk, metabolsk acidose, koma, levernekrose, gulsott, hypoglykemi (lavt blodsukker), nyresvikt og lungeødem.
4. Fjerde fase kan skje flere uker etter inntak og kan medføre akutt stans i tarmpassasjen og leverskade [81].

Dose-respons-vurdering

I Tabell 12 gjengis de viktigste verdier som gjelder for jern.

Tabell 12 - Oppsummering av forskjellige verdier som gjelder for jern og stoffets påvirkning av helse

Type verdi	Verdi	Kilde
Grenseverdi for maksimalt tolererbart daglig inntak (MTDI)	0,8 mg/kg kroppsvekt	[80]
Gjennomsnittlig dødelig dose	200-250 mg/kg kroppsvekt	[80]
Dose som kan medføre symptomer på forgiftning	30 mg/kg kroppsvekt	[81]
Tiltaksgrense drikkevannsforskriften	0,2 mg/l	[22]

I vannprøvene er parameteren jern målt til å overskride tiltaksgrensen i drikkevannsforskriften for alle sprinkleranlegg. Høyeste konsentrasjon er målt til 60 mg/l, mens gjennomsnittlig konsentrasjon er 20,5 mg/l. Ved å ta med de fem vannprøvene som er utført i Sverige av Stockholm Vatten, blir gjennomsnittskonsentrasjon 14,5 mg/l. Se Vedlegg G: *Sammenstilling av analyseresultater fra vannprøver utført i Norge og Sverige* for resultatene fra de svenske og norske vannprøvene.

Vurdering av bidrag kun fra tilbakeslag av sprinklervann

I henhold til "Tabell 1: Standardverdier for å beregne human eksponering" i Folkehelseinstituttet sin rapport "Miljø og helse - en forskningsbasert kunnskapsbase" skal det benyttes et inntak på 2 liter per dag for beregning av human eksponering [2]. Dette medfører at det ved et inntak av vann med den største konsentrasjonen som er målt i vannprøvene vil det tilføres 120 mg jern i forbindelse med et tilbakeslag fra sprinkleranlegg (60 mg/l x 2 l/dag). Jerninntak på 120 mg/dag vil kunne medføre symptomer på forgiftning for barn som veier 4,0 kg eller mindre (120 mg / 30 mg/kg kroppsvekt). Denne vekten vil tilsvare vekten til babyer, og det er lite trolig at de drikker så store mengder vann.

Ved å benytte gjennomsnittsverdien for de ti vannprøvene vil det tilføres 41 mg jern i forbindelse med et tilbakeslag fra sprinkleranlegg (20,5 mg/l x 2 l/dag). Jerninntak på 41 mg/dag vil kunne medføre symptomer på forgiftning for barn som veier 1,4 kg eller mindre (120 mg / 30 mg/kg

kroppsvekt). Det bemerkes at de fleste barn som blir født veier mer enn dette, og at det er lite trolig at så små barn drikker slike mengder vann.

Når det gjelder maksimalt tolererbart daglig inntak (MTDI), vil personer med kroppsvekt på 51,2 kg og mer, trygt kunne drikke vann med en slik jernkonsentrasjon som gjennomsnittsverdien av de ti vannprøvene representerer (41 mg/dag / 0,8 mg/kg kroppsvekt).

Vurdering av bidrag fra tilbakeslag av sprinklervann samt normalt inntak

Ved å ta høyde for normalt inntak av jern i tillegg til inntak av jern via tilbakeslag fra sprinkleranlegg, vil det ved "minste daglige dose" av jern (gitt i neste avsnitt) være følgende vektgrenser som kan gi symptomer på forgiftning:

- Største konsentrasjon: Ved inntak på 120 mg via tilbakeslag og minste daglige dose på 50 mg, vil det samlede jerninntaket på 170 mg/dag kunne medføre symptomer på forgiftning for barn som veier 5,7 kg eller mindre.
- Gjennomsnittsverdi: Ved inntak på 41 mg via tilbakeslag og minste daglige dose på 50 mg, vil det samlede jerninntaket på 91 mg/dag kunne medføre symptomer på forgiftning for barn som veier 3,0 kg eller mindre.

Eksponeringsvurdering

Eksponeringsvurderingen i denne analysen er delt inn i to – en særegen del for hvert enkelt stoff, samt en felles del i kapittel 6.2.6. Dette fordi det er flere fellestrekk for alle stoffene/parameterne som blir vurdert i denne analysen, samt at det er noen særegne trekk for hvert stoff/parameter

I alle vannprøvene blir grensen for jern i drikkevann overskredet. Dette betyr at jerninnholdet i alle sprinkleranlegg med rør av bløtt stål eller lignende, mest trolig har for høyt innhold av jern i henhold til drikkevannsforskriften.

Det er derimot ikke drikkevann som er hovedkilden til jerninntak i kroppen – mesteparten kommer via mat. Så mye som rundt 10-14 mg blir tilført via mat, mens inntak via drikke og luft er betydelig mindre. Av det daglige jerninntaket er det bare 10-15 prosent som absorberes i kroppen. Det absorberte jernet transporteres til alle celler og spesielt til den røde benmargen, der det benyttes i produksjon av røde blodceller [82]. For mye jern i kroppen er ikke bra, men for lite jern er heller ikke bra. Jern er et viktig næringsmiddel i kroppen, og estimerer på minste daglige dose av jern varierer fra 10-50 mg – avhengig av alder, kjønn, m.m. [80].

Det er spesielt folk med primær hemokromatose som er spesielt utsatt for økt innhold av jern i drikkevannet. Det er vanskelig å anslå hvor ille de verdier som er fremkommet av vannprøvene er for denne befolkningsgruppen, men en slik eksponering vil helt klart være uheldig.

De funn som er beskrevet over i dose-respons-vurdering hensyntar ikke at drikkevann som inneholder mer jern enn 0,3 mg/l vil kunne ha endret smak, eller at endringer i farge kan forekomme for konsentrasjoner rundt 0,05-0,10 mg/l. Disse effektene av jerninnhold ville mest trolig føre til at personer oppdaget forurensningen og ikke drikker mer enn noen få slurker – slik at eksponeringen ville blitt minimal.

6.2.2 Bly

Det hender at vannkilder inneholder bly, men hovedkilden til blyet i drikkevannet stammer fra eldre rør og rørdeler som helt eller delvis består av bly [83]. Stoffet brukes i loddemetaller til skjøter i rør innomhus. I tillegg inneholder messingkraner en liten andel bly. [2]

Helsefareidentifisering

Det er ingen av kroppens funksjoner som avhenger av bly, derimot er stoffet meget giftig. Det kan komme inn i kroppen ved innånding av blyholdig støv, mat eller drikke [84]. Blyet som trenger inn i kroppen akkumuleres gjennom hele livet, og et voksent menneske har normalt rundt 120 mg bly i kroppen. I kroppen bindes stoffet sterkt til de røde blodcellene, som transporterer blyet til forskjellige organer. Mesteparten av blyinnholdet i mennesker er avleiret i bensubstansen, men det er en fare for at visse forhold kan medføre at stoffet går over i blodet og kan skape blyforgiftning [84].

En blyforgiftning kan forårsake forskjellige symptomer avhengig av hvilken grad av forgiftning det er snakk om. En mild forgiftning kan medføre tretthet, hodepine, magesmerter og forstoppelse. Alvorlige blyforgiftninger kan føre til lammelser, sterke magesmerter, blodmangel og symptomer på hjerneskader. Spedbarn, barn opptil 6 år, foster og gravide er de mest utsatte gruppene av befolkningen med tanke på blyforgiftning [83]. Foster og barn er spesielt utsatt for hjerneskade i forbindelse med blyforgiftning [84].

Bly kan hemme mange enzymer og forårsake giftvirkninger i forskjellige organer, men de mest kritiske organene er beinmargen og nervesystemet [2]. Bly blir ofte tatt for være kreftfremkallende, men dette er ikke entydig bevist. Derfor er stoffet kategorisert i gruppe 2B i henhold til *The International Agency for Research on Cancer* (IARC) sin kategorisering. I henhold til IARC sin kategori 2B betegnes derfor bly som "mulig kreftfremkallende for mennesker" [83].

Frem til 2010 har det vært en anbefalt MTDI-verdi på 3,5 µg bly/kg kroppsvekt. Denne grenseverdien er nå fjernet fordi funn i forskningsarbeider har vist at eksponering for slike verdier kan medføre tap av IQ på 3 poeng for barn, samt en økning i systolisk blodtrykk for voksne. Det finnes per dags dato derfor ingen grenseverdi for maksimalt tolererbart daglig inntak av bly [83].

Dose-respons-vurdering

I Tabell 13 gjengis de viktigste verdier som gjelder for bly.

Tabell 13 - Oppsummering av forskjellige verdier som gjelder for bly og stoffets påvirkning av helse

Type verdi	Verdi	Kilde
Grenseverdi for maksimalt tolererbart daglig inntak (MTDI)	Ingen grense	
Grenseverdi drikkevannsforskriften	10 µg/l	[22]

I vannprøvene er parameteren bly målt til å overskride grenseverdiene i drikkevannsforskriften for tre av ti sprinkleranlegg. Høyeste konsentrasjon er målt til 90 µg/l, mens gjennomsnittlig konsentrasjon er 23,2 µg/l. Ved å ta med de fem vannprøvene som er utført i Sverige av Stockholm Vatten, blir gjennomsnittskonsentrasjon 22,4 µg/l. Se *Vedlegg G: Sammenstilling av analyseresultater fra vannprøver utført i Norge og Sverige* for resultatene fra de svenske og norske vannprøvene.

Ifølge WHO [83] er det ikke grunnlag til å kunne gi en grense for eksponering som anses som et trygt nivå. En slik grense fantes inntil 2010, men er fjernet som følge av funn i forskningsarbeider. Derfor

blir alle konsentrasjoner av bly over tillatte grenseverdi i drikkevannsforskriften å anse som potensielt skadelige/giftige.

Eksponeringsvurdering

Av de ti vannprøvene blir grenseverdier for bly i drikkevann overskredet i tre av dem. I resultatene fra de svenske vannprøvene, som er nevnt tidligere, blir grenseverdien overskredet for to av fem vannprøver. Dersom denne trenden antas å være universell, kan det forventes at innholdet av bly vil være for høyt i litt under halvparten av alle sprinkleranlegg.

Det er derimot ikke drikkevann som er hovedkilden til bly-inntak i kroppen – over 80 % av det daglige inntaket av bly skjer via mat eller innånding av støv og lignende. Det daglige inntaket via drikkevann utgjør en liten andel av det totale bildet for de fleste. For spedbarn som blir foret med flaske er andelen inntak via drikke mer signifikant [83]. I en inntaksberegning fra flere europeiske land i 2012 var gjennomsnittlig inntak per dag hos voksne 0,5 µg/kg kroppsvekt, noe som tilsvarer 35 µg bly per dag for en person på 70 kg [85].

Det er spesielt foster og barn som er spesielt utsatt for hjerneskade i forbindelse med blyforgiftning [84]. I tillegg har barn en større evne til å absorbere inntak av bly via drikke enn det voksne har. Rundt 40-50 % av peroralt inntatt mengde bly absorberes hos barn, mot omtrent 10 % hos voksne [86].

6.2.3 Mangan

Mangan er et metall som blir benyttet til farging av glass og herding av stål. Det er sistnevnte bruksområde som er mest utbredt, da nesten alle stållegeringer inneholder mellom 0,5 % - 15 % mangan [87]. Dermed inneholder stålrør brukt i vannsystemer noe mangan.

Helsefareidentifisering

Mangan er viktig for mennesker og dyr siden det er nødvendig for B-vitaminproduksjonen. For stort inntak av mangan kan derimot ha uheldige konsekvenser. Et stort inntak av mangan kan ha skadelig virkning på sentralnervesystemet. Som for alle andre metaller er det ikke bra å puste inn støv fra mangan. Symptomene på forgiftning av manganstøv er utmattelse, anoreksi og impotens. Over lang tids eksponering for slikt støv kan det utvikles en tilstand som kalles "mangan-galskap", som gir ukontrollert latter, gråting, aggresjon og hallusinasjoner, samt andre symptomer som ligner på de som forårsakes av Parkinsons sykdom [87].

I vann gir mangan først og fremst praktiske ulemper i form av gjengroing av rør og slamholdig vann. Ved høyere konsentrasjoner av mangan enn 0,05 mg/l kan det oppstå avsetninger i ledningsnett. Det er denne verdien som er oppgitt som tiltaksgrense i drikkevannsforskriften, nettopp på grunn av de bruksmessige problemene en slik konsentrasjon kan medføre. WHO angir på en annen side en helsebasert grenseverdi på 0,4 mg mangan/l. I tillegg vil mangankonsentrasjoner over 0,1 mg/l kunne forringe smaken på drikkevann [79].

Den høyeste dose som ikke fører til skadevirkninger ("No Observed Adverse Effect Level" = NOAEL) er funnet via flere studier, og er satt til 11 mg/dag. Ved hjelp av denne verdien er det utledet en verdi for tolerable daglige inntak (TDI) av mangan på 0,06 mg/kg kroppsvekt [88].

Dose-respons-vurdering

I Tabell 14 gjengis de viktigste verdier som gjelder for mangan.

Tabell 14 - Oppsummering av forskjellige verdier som gjelder for mangan og stoffets påvirkning av helse

Type verdi	Verdi	Kilde
Grenseverdi for tolererbart daglig inntak (TDI)	0,06 mg/kg kroppsvekt	[88]
Høyeste dose som ikke fører til skadevirkninger (NOAEL)	11 mg/dag	[88]
Tiltaksgrense drikkevannsforskriften	0,05 mg/l	[22]

I vannprøvene er parameteren mangan målt til å overskride tiltaksgrensen i drikkevannsforskriften for åtte av ti sprinkleranlegg. Høyeste konsentrasjon er målt til 0,49 mg/l, mens gjennomsnittlig konsentrasjon er 0,15 mg/l. Ved å ta med de fem vannprøvene som er utført i Sverige av Stockholm Vatten, blir gjennomsnittskonsentrasjon 0,10 mg/l. Se *Vedlegg G: Sammenstilling av analyseresultater fra vannprøver utført i Norge og Sverige* for resultatene fra de svenske og norske vannprøvene. Det bemerkes at WHO angir en helsebasert grenseverdi fra drikkevann på 0,4 mg mangan/l [79]. Ved å benytte denne grenseverdien er det bare en vannprøve som overskrider anbefalt konsentrasjon.

Vurdering av bidrag kun fra tilbakeslag av sprinklervann

Ved et inntak av vann med den største konsentrasjonen som er målt i vannprøvene vil det tilføres 0,98 mg mangan i forbindelse med et tilbakeslag fra sprinkleranlegg (0,49 mg/l x 2 l/dag). Et slikt inntak av mangan vil trygt kunne inntas av personer med vekt på 16,3 kg og mer, i henhold til grenseverdien for tolererbart daglig inntak (TDI) (0,98 mg/dag / 0,06 mg/kg kroppsvekt). Ved å sammenligne målte verdier fra vannprøvene mot høyeste dose som ikke fører til skadevirkninger (NOAEL) på 11 mg/dag, vil også et slikt inntak alene være tolererbart.

Ved å benytte gjennomsnittsverdien for de ti vannprøvene vil det tilføres 0,30 mg mangan i forbindelse med et tilbakeslag fra sprinkleranlegg (0,15 mg/l x 2 l/dag). Et slikt inntak av mangan vil trygt kunne inntas av personer med vekt på 5,0 kg og mer, i henhold til grenseverdien for tolererbart daglig inntak (TDI) (0,30 mg/dag / 0,06 mg/kg kroppsvekt). Ved å sammenligne målte verdier fra vannprøvene mot høyeste dose som ikke fører til skadevirkninger (NOAEL) på 11 mg/dag, vil også et slikt inntak alene være tolererbart.

Vurdering av bidrag fra tilbakeslag av sprinklervann samt normalt inntak

Ved å ta høyde for normalt inntak av mangan (gitt i neste avsnitt) i tillegg til inntak av mangan via tilbakeslag fra sprinkleranlegg, vil det være følgende som gjelder:

- Største konsentrasjon: Ved inntak på 0,98 mg via tilbakeslag og daglig inntak via mat på 10,9 mg, vil det samlede manganinntaket være 11,88 mg/dag. Et slikt inntak av mangan vil føre til at grenseverdien for tolererbart daglig inntak (TDI) overskrides. I dette tilfellet overskrides også NOAEL-grenseverdien med 0,88 mg.
- Gjennomsnittsverdi: Ved inntak på 0,3 mg via tilbakeslag og minste daglige dose på 10,9 mg, vil det samlede manganinntaket være 11,2 mg/dag. Et slikt inntak av mangan vil føre til at grenseverdien for tolererbart daglig inntak (TDI) overskrides. I dette tilfellet overskrides også NOAEL-grenseverdien med 0,20 mg.

Eksponeringsvurdering

I åtte av ti vannprøvene blir grenser for mangan i drikkevann overskredet. Dette betyr at manganinnholdet i de fleste sprinkleranlegg mest trolig har for høyt innhold av mangan i henhold til drikkevannsforskriften.

Hovedkilden til inntak av mangan i kroppen er mat. Voksne mennesker får daglig i seg mellom 0,7 – 10,9 mg mangan via kosten. Vegetarianere har en kost som normalt inneholder enda mer mangan enn dette. Manganinntak via drikkevann er normalt mye lavere enn dette, normalt rundt 20 µg per dag (0,02 mg) [88].

Det er ikke funnet indikasjoner på om en bestemt gruppe av befolkningen er utsatt for høye inntak av mangan. Siden vegetarianere har et kosthold med ekstra store mengder mangan kan det antas at det er uheldig med ekstra inntak utover normal kost for denne gruppen.

De funn som er beskrevet over i dose-respons-vurdering hensyntar ikke at drikkevann som inneholder mer mangan enn 0,1 mg/l vil kunne ha endret smak [79]. Disse effektene av manganinnhold ville mest trolig føre til at personer oppdaget forurensningen og ikke drikker mer enn noen få slurker – slik at eksponeringen ville blitt minimal.

6.2.4 Kimtall

Kimtall er et mål for alle påviselige bakterier og mikroorganismer i en vannprøve. Eksempler på steder med høyt kimtall er gravde eller sprengte brønner, samt overflatevann. Høyt kimtall kan påvirke lukt og smak på vannet [89]. Denne parameteren benyttes både til å kontrollere desinfeksjonseffekten, samt til å kontrollere begroingstilstanden i distribusjonsnettene [90].

Helsefareidentifisering

Høyt kimtall medfører ikke sykdom eller helsefare direkte, men kan indikere at det er slamansamlinger på ledningsnettene. Vann med høyt kimtall inneholder normalt mye organisk materiale [89]. Det er en mye større eksponering av høye kimtall via mat enn via drikke. For matvarer er akseptverdiene mye høyere enn for drikkevann. Eksponering kan også skje via luft og andre kilder.

Det er gjort flere studier med det formål å undersøke om det er sammenheng mellom kimtall i drikkevann og medfølgende helseeffekter. Konklusjonen som kan trekkes fra disse studiene er at det ikke er noen direkte sammenheng mellom kimtall og uønskede helseeffekter, så lenge drikkevannet ikke inneholder fekal forurensning. Lignende konklusjoner kan finnes i studier av kimtall i matvarer. I disse studiene er det ikke funnet noen direkte sammenheng mellom kimtall og uønskede helseeffekter, så lenge matvarene ikke inneholder patogen forurensning. Det er heller ikke funnet noen direkte sammenheng mellom kimtall-innholdet og innhold av legionella og andre gjenvækstorganismer i vann [91].

Drikkevannsforskriften angir at kimtall bør være lavere enn 100 per ml (100 CFU/ml) og ikke ha noen unormal endring over tid [22]. I WHO sin rapport *Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety* er det undersøkt grenseverdier for kimtall i flere land, blant annet USA, Australia, Canada samt Storbritannia og flere land i Europa. Det fremkommer at grenseverdiene varierer mellom 100-500 CFU/ml, samt at det ikke skal være noen unormal endring i kimtall over tid [91].

Dose-respons-vurdering

I Tabell 15 er de viktigste verdier for kimtall presentert.

Tabell 15 - Oppsummering av forskjellige verdier som gjelder for kimtall og parameterens påvirkning av helse

Type verdi	Verdi	Kilde
Tiltaksgrense i drikkevannsforskriften	100 CFU/ml *	[22]
Grenseverdi i andre land	100-500 CFU/ml	[91]

* CFU står for "Colony-forming unit", og CFU/ml kan oversettes til antall/ml på norsk

I vannprøvene er parameteren kimtall målt til å overskride tiltaksgrensen i drikkevannsforskriften for ett av de ti sprinkleranleggene. Høyeste konsentrasjon er målt til 400 CFU/ml, mens gjennomsnittlig konsentrasjon er 136,7 CFU/ml (gjennomsnitt tatt av de 3 vannprøvene med påvist kimtall). Ved å ta med de fem vannprøvene som er utført i Sverige av Stockholm Vatten, blir gjennomsnittskonsentrasjon 98,8 CFU/ml. Se *Vedlegg G: Sammenstilling av analyseresultater fra vannprøver utført i Norge og Sverige* for resultatene fra de svenske og norske vannprøvene.

I enkelte land benyttes grenseverdi for kimtall på 500 CFU/ml. Den målte dosen ville dermed ikke vært å anse som en overskridelse i disse landene. I tillegg bemerkes det at det ikke er noen direkte sammenheng mellom kimtall og uønskede helseeffekter, så lenge drikkevannet ikke inneholder fekal forurensning. I vannprøven(e) er det ikke påvist fekal forurensning, siden det ikke er utslag på E.coli og koliforme bakterier. Det vurderes derfor dithen at en slik overskridelse mest trolig ikke vil ha en uønsket helseeffekt.

Eksponeringsvurdering

Det er kun påvist overskridelse av drikkevannsforskriftens grense for kimtall i ett av de ti sprinkleranleggene. I de fem svenske vannprøvene er det ikke påvist kimtallsverdier som overskrider grensen. Dersom denne trenden antas å være universell, kan det forventes at innholdet av kimtall vil være i henhold til drikkevannsforskriftens tiltaksgrense for de aller fleste sprinkleranlegg.

6.2.5 Sink

I vannprøvene er det analysert for flere parametere som ikke står oppført med grenseverdi/tiltaksgrense i drikkevannsforskriften. I dette avsnittet vil kun ett av disse stoffene omtales. Sink er valgt ut fordi det ble oppnådd høye verdier for denne parameteren.

Sink i drikkevann kan stamme fra galvaniserte rør og beholdere, selv om slike ikke lenger er vanlig å benytte i forbindelse med drikkevann. Ellers avgir tappearmatur av messing noe sink til vannet [2].

Helsefareidentifisering

Sink er et essensielt sporelement som er i all mat og drikke i form av salter eller organiske komplekser. Hovedkilden for inntak av sink er via mat [2].

I kroppen er sink et essensielt metall i kroppen. Det er nødvendig i proteinet karboanhydrase, fordi det bidrar til at blodet frakter CO₂ fra cellene til lungene der det avgis. Denne prosessen er nødvendig for åndedrettet. I tillegg er sink viktig for hundrevis av andre livsviktige molekyler. Det daglige behovet for sink er ca. 20 mg, og et voksent menneske kan inneholde rundt 3 g sink [92].

Sink er altså et nødvendig stoff med tanke på helse, og det er heller ikke påvist negative effekter som følge av sinkinntak gjennom drikkevann hos mennesker. Det har likevel registret sykdom hos kyr som har drukket vann med ekstreme mengder sink. Sink i seg selv vil som regel ikke være problematisk i et helseperspektiv, men et høyt sinkinnhold kan indikerer korrosjon som kan innebære at andre

tungmetaller er til stede. Det er kjent at konsentrasjoner over 1000 µg/l (1,0 mg/l) kan indikere for høy korrosjon i ledningsnett. Ved konsentrasjoner over 5000 µg/l (5,0 mg/l) kan det oppstå bitter smak og kornede avleiringer som gjør vannet grumsete [2]. I *Statens forurensningstilsyn* (nå: *Klima- og forurensningsdirektoratet*) sin "*veiledning 99:01a: Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn*" er det gitt en grenseverdi for maksimalt tolererbart daglig inntak (MTDI) på 1,0 mg/kg kroppsvekt [10]. I drikkevannsforskriften er det ikke angitt grenseverdi for sink.

"*The Health and Food Supplements Information Service*" sin database angir uheldige helseeffekter som følge av for høyt sink-inntak. Akutt forgiftning ved doser over 200 mg/dag kan medføre magesmerter, kvalme, diare og oppkast. Langvarig høyt inntak av sink kan hemme absorpsjonen av andre sporelementer og jern. Over lengre tid kan høyere doser enn 50 mg/dag føre til kobbermangel og jernmangel [93].

Dose-respons-vurdering

I Tabell 16 gjengis de viktigste verdier som gjelder for sink.

Tabell 16 – Oppsummering av forskjellige verdier som gjelder for sink og stoffets påvirkning av helse

Type verdi	Verdi	Kilde
Grenseverdi for maksimalt tolererbart daglig inntak (MTDI)	1,0 mg/kg kroppsvekt	[10]
Dose som kan medføre akutte uheldige helseeffekter	200 mg/dag	[93]
Dose som kan medføre uheldige helseeffekter over lengre tids eksponering	50 mg/dag	[93]
Grenseverdi/tiltaksgrense drikkevannsforskriften	Ingen grense	

Det finnes ikke grenseverdi for parameteren sink i drikkevannsforskriften. Høyeste konsentrasjon er målt til 1470 µg/l (1,47 mg/l), mens gjennomsnittlig konsentrasjon er 306,8 µg/l (0,31 mg/l). Ved å ta med de fem vannprøvene som er utført i Sverige av Stockholm Vatten, blir gjennomsnittskonsentrasjon 489,2 µg/l (0,49 mg/l). I de svenske vannprøvene ble den høyeste konsentrasjonen målt til 3100 µg/l (3,1 mg/l). Se *Vedlegg G: Sammenstilling av analyseresultater fra vannprøver utført i Norge og Sverige* for resultatene fra de svenske og norske vannprøvene.

Vurdering av bidrag kun fra tilbakeslag av sprinklervann

Ved et inntak av vann med den største konsentrasjonen som er målt i vannprøvene vil det tilføres 2,94 mg sink (vannprøver utført av i forbindelse med denne oppgaven) eller 6,2 mg sink (svenske vannprøver) i forbindelse med et tilbakeslag fra sprinkleranlegg (1,47 mg/l x 2 l/dag og 3,1 mg/l x 2 l/dag). Sinkinntak på 2,94 mg/dag og 6,2 mg/dag vil trygt kunne inntas av personer med vekt på henholdsvis 2,94 kg eller mer, og 6,2 kg eller mer. Dette i henhold til grenseverdien for maksimalt tolererbart daglig inntak (MTDI) (2,94 mg/dag / 1,0 mg/kg kroppsvekt og 6,2 mg/dag / 1,0 mg/kg kroppsvekt). Inntak via tilbakeslag av sprinklervann er langt under doser som kan gi uheldige helseeffekter – både akutt og ved langtidseksponering.

Ved å benytte gjennomsnittsverdien for de 15 vannprøvene (utført i forbindelse med denne oppgaven og vannprøver fra Sverige) vil det tilføres 0,98 mg sink i forbindelse med et tilbakeslag fra sprinkleranlegg (0,49 mg/l x 2 l/dag). Sinkinntak på 0,98 mg/dag vil trygt kunne inntas av personer med vekt på 0,98 kg eller mer. Dette i henhold til grenseverdien for maksimalt tolererbart daglig inntak (MTDI) (0,98 mg/dag / 1,0 mg/kg kroppsvekt). Det bemerkes at så å si alle barn som blir født veier mer enn dette. Inntak via tilbakeslag av sprinklervann er langt under doser som kan gi uheldige helseeffekter – både akutt og ved langtidseksponering.

Vurdering av bidrag fra tilbakeslag av sprinklervann samt normalt inntak

Ved å ta høyde for normalt inntak av sink (gitt i neste avsnitt) i tillegg til inntak av sink via tilbakeslag fra sprinkleranlegg, vil det være følgende som gjelder:

- Største konsentrasjon: Ved inntak på 2,94 mg eller 6,2 mg via tilbakeslag og daglig inntak på 19,9 mg, vil det samlede sinkinntaket henholdsvis være 22,84 mg/dag eller 26,1 mg/dag. Et slikt inntak vil trygt kunne inntas av personer med vekt på henholdsvis 22,9 kg eller mer, og 26,1 kg eller mer, i henhold til MTDI-verdi.
- Gjennomsnittsverdi: Ved inntak på 0,98 mg via tilbakeslag og daglig inntak på 19,9 mg, vil det samlede sinkinntaket være 20,88 mg/dag. Et slikt inntak vil trygt kunne inntas av personer med vekt på 20,9 kg eller mer, i henhold til MTDI-verdi.

Ved bruk av både høyeste konsentrasjon og gjennomsnittskonsentrasjon vil det ikke være fare for uheldige helseeffekter – hverken akutt og ved langtidseksponering.

Eksponeringsvurdering

Sink-konsentrasjonen i sprinklervann varierer en del, men vannprøvene viser at det er et visst innhold av sink i de fleste sprinkleranlegg.

I Vitenskapskomiteen for mattrygghet sin rapport "*Assessment of zinc intake in relation to tolerable upper intake levels*" ble undersøkelser som er gjort i Norge for å kartlegge sink-inntak via kosten, studert. I rapporten opplyses det at daglig inntak av sink er forskjellig for ulike aldersgrupper, og varierer fra 10,2 - 19,9 mg/dag (95-prosentil-verdier) [94].

Det er ikke funnet indikasjoner på om en bestemt gruppe av befolkningen er utsatt for høye inntak av sink.

6.2.6 Felles eksponeringsvurdering for alle stoffer/parametere i denne analysen

- Ingen hensyn til uttynning

Eksponeringen av parameterne er funnet via direkte målinger av vann i sprinkleranlegg. De målte verdiene er benyttet uten videre, og det tas ikke hensyn til uttynning. Det er derfor ikke benyttet en omregningsfaktor eller lignende, fordi det ville tilført stor usikkerhet til vurderingen siden det sannsynligvis vil være stor forskjell på et tilbakestrømningstilfelle internt og et ut på vannforsyningsnettet. Det vil sannsynligvis være en større grad av uttynning i offentlig vannforsyningsnett sammenlignet med internt i et bygg, men det er vanskelig å tallfeste denne forskjellen. Det er dermed meget sannsynlig at de benyttede konsentrasjonene i denne analysen er en del høyere enn det som ville vært tilfellet ved et reelt tilbakeslag, siden det alltid vil være noe uttynning – både internt i bygg og ut på vannforsyningsnettet.

- Ingen hensyn til at forbruker oppdager forurensning

Siden graden av uttynning er vanskelig å fastslå er det i denne eksponeringsvurderingen heller ikke tatt hensyn til at forbruker vil oppdage uregelmessigheter ved drikking av forurenset vann. Under prøvetaking av de fleste vannprøvene ble det oppdaget en tydelig og unormal lukt på vannet, samt en tydelig misfarging. Det kan godt tenkes at det også er en tydelig smaksforskjell fra normalt vann, men dette ble selvfølgelig ikke undersøkt. En uttynning vil kunne medføre at disse effektene ikke er så klare og tydelige. Det å ikke medta disse effektene vil gi en konservativ vurdering siden det i et ekte tilfelle vil kunne antas at forbruker ikke drikker mye av forurenset vann på grunn av indikasjon på forurensning i form av lukt, smak eller farge.

- Ingen hensyn til at tilbakestrømning vil ha enkelte hindre/barrierer som kan hindre eller bremse tilbakestrømning

Det bemerkes også at verdiene som benyttes er medtatt uten å ta høyde for noen form for hindring mot tilbakestrømning. Det vil alltid være en viss hindring mot tilbakestrømning siden sprinklerventilen selv vil ha noe motstand mot tilbakestrømning. Dersom sprinklerventilen ikke er helt tett – altså at klaffen ikke tetter mot ventilsetet så vil det være en viss "bremsende effekt" siden klaffen ikke vil stå i helt åpen posisjon. Det er også slik at dersom tilbakestrømning skal kunne skje må det være en trykkløs situasjon eller veldig fluktuerende trykk oppstrøms sprinklerventilen. Så ved normale trykk vil forurenset vann "holdes på plass" av mottrykket fra offentlig vannforsyning. Disse effekter er heller ikke medtatt i denne vurderingen fordi de også er vanskelige å kvantifisere.

- Benyttede verdier representerer engangseksponering, og ikke konstant utlekking av forurenset sprinklervann

De konsentrasjoner av stoffer/parametere som er vurdert i denne analysen er altså benyttet uten noen form for justeringer. Disse verdiene vil kun være representative for engangseksponering, og ikke konstant utlekkinger. En engangseksponering er avhengig av at en trykkløs situasjon skal ha oppstått eller at det er en plutselig og signifikant intern trykkoppbygging i sprinkleranlegget. Slike plutselige trykkoppbygginger kan kun skyldes aktiverte pumper eller feil på forstuvæskedyt endeanlegg. Pumper er derimot mindre vanlig i Norge samt at endeanlegg skal ha ekspansjonskammer eller avlastningsventil, slik at engangseksponering stort sett antas å skje som følge av trykkløse situasjoner.

I situasjoner med konstant utlekking av forurenset sprinklervann vil det være vann med mindre konsentrasjoner enn de målt i vannprøvene. Dette er fordi det ved konstant utlekking må være en konstant lekkasje, som medfører at det ikke er mulig med oppbygging av slike konsentrasjoner som er målt. Konstant utlekking fordrer også at det må være varierende trykk på innlegget til sprinkleranlegget. Dette vil sannsynligvis medføre at det vil bli større uttynning enn ved en trykkløs situasjon.

Samlet vil alle de opplistede egenskaper/effekter bidra til at de vurderinger som gjøres i denne analysen er konservative. Dette gir dermed en sikkerhetsmargin siden det er et "worst case-scenario" som blir vurdert.

For eksponeringsvurderingen nevnes også følgende:

- Volum for tilbakeslag vil sannsynligvis være i området rundt 0,4m³

Mengden sprinklervann som kan strømme feil vei under en tilbakestrømningshendelse fra sprinkleranlegg kan ligge rundt 0,4m³ (400 l) basert på funn fra simuleringer i "*Wet-pipe fire sprinklers and water quality*" [13], som også er beskrevet i 4.1.2. Sprinkleranlegg har som regel større volum enn 0,4m³, men ved tilbakeslag vil sannsynligvis ikke hele volumet strømme tilbake basert på disse simuleringene²⁵.

²⁵ I samtale med Frank Elton, i Kontroll & Rådgivning AS, fremkom det at de aller fleste sprinkleranlegg vil ha et volum som ligger innenfor intervallet 3-7 m³.

6.2.7 Risikokarakterisering

For jern overskrides drikkevannsforskriftens tiltaksgrensen for alle vannprøvene. De konsentrasjoner som kan oppnås ved tilbakeslag alene, og sett i sammenheng med normalt daglig inntak, vil ikke være forenelig med dødelige doser. Giftige konsentrasjoner kan imidlertid forekomme og gi leverskader. Slike konsentrasjoner kan oppstå for personer med vekt under 1,4 kg – 5,7 kg, avhengig av om tilbakeslag ses i sammenheng med daglig inntak eller kun bidrag fra tilbakeslag, samt om det benyttes maksimal eller gjennomsnittlig konsentrasjon på tilbakeslag. Slike vektgrenser representerer små barn, og det er lite trolig at de inntar to liter med vann per dag, spesielt dersom vannet kan ha endret smak og farge. Drikkevann som inneholder mer jern enn 0,3 mg/l vil kunne ha endret smak, samt at endringer i farge kan forekomme for konsentrasjoner rundt 0,05-0,10 mg/l. Alle vannprøver inneholder mer jern enn disse to grenser for endret smak og farge, noe som gir rom for at slike konsentrasjoner oppdages. Det er befolkningsgruppen med arvelig jernoverskudd (primær hemokromatose) som er spesielt sensitive for økt jerninnhold i drikkevannet.

For bly kan alle konsentrasjoner fra vannprøvene som er større enn grenseverdien i drikkevannsforskriften, på 10 µg/l, anses som skadelige/giftige. Dette gjelder for tre av de ti vannprøvene utført i forbindelse med denne oppgaven, samt for to av de 5 vannprøvene utført i Sverige – totalt 5/15 vannprøver. Den høyeste konsentrasjon som ble målt i vannprøvene var 90 µg/l, mens gjennomsnittet var 23,2 µg/l for de ti norske og 22,4 µg/l for alle vannprøvene, inkludert de fem svenske. Bly er kategorisert som "mulig kreftfremkallende for mennesker". En blyforgiftning kan forårsake alt fra tretthet, hodepine, magesmerter og forstoppelse til lammelser, sterke magesmerter, blodmangel og symptomer på hjerneskader. Det er spesielt foster og barn som er spesielt utsatt for hjerneskade i forbindelse med blyforgiftning. I tillegg har barn en større evne til å absorbere inntak av bly via drikke enn det voksne har. I en inntaksberegning fra flere europeiske land i 2012 var gjennomsnittlig inntak per dag hos voksne 0,5 µg/kg kroppsvekt, noe som tilsvarer 35 µg bly per dag for en person på 70 kg. Ved å benytte verdiene for de tre vannprøvene som overskrider grenseverdien vil det tilføres en betydelig større mengde bly enn dette.

For mangan overskrides drikkevannsforskriftens tiltaksgrensen for åtte av ti vannprøver. Ved å sammenligne vannprøvene opp imot WHO sin grenseverdi er det kun en av de ti vannprøvene som overskrider grenseverdien. Ved å sammenligne funn i vannprøvene mot grenseverdi for tolererbart daglig inntak (TDI) vil det være trygt for personer med kroppsvekt på 16,3 kg og mer, eller 5,0 kg og mer å innta slike mengder som oppnås ved å benytte henholdsvis maksimalverdi og gjennomsnittsverdi fra vannprøvene. Ved å ta høyde for normalt daglig inntak av mangan i tillegg til inntak via tilbakeslag fra sprinkler vil TDI-verdier og NOAEL-verdier overskrides. Det bemerkes da at det daglige inntaket alene vil føre til overskridelser av TDI-verdier, og utgjør 99 % av NOAEL-grensen. Disse grenseverdiene er satt med sikkerhetsmarginer, som antas å være store siden et daglig inntak alene vil kunne overskride begge verdier. Bidraget fra tilbakeslag antas derfor ikke å utgjøre en helsefare siden dette bidraget er minimalt i forhold til daglig inntak av mangan. I tillegg er det i vurderingene ikke hensyntatt at drikkevann som inneholder mer mangan enn 0,1 mg/l vil kunne ha endret smak. Disse effektene av manganinnhold ville mest trolig føre til at personer oppdaget forurensningen og ikke drikker mer enn noen få slurker – slik at eksponeringen ville blitt minimal.

For kimtall er det bare en av vannprøvene som overskrider drikkevannsforskriftens tiltaksgrense. I enkelte andre land benyttes grenseverdi for kimtall opp mot 500 CFU/ml. Dersom denne grensen hadde blitt brukt ville ingen av vannprøvene hatt overskridelser. Det er ingen direkte sammenheng mellom høyt kimtall og uønskede helseeffekter, så lenge det ikke også påvises fekal forurensning. Fekal forurensning ble ikke påvist i vannprøvene, dermed forventes det ikke å være helsefare forbundet med de målte verdiene.

Sink har ingen grenseverdi i drikkevannsforskriften, men medtas i analysen siden det er påvist store konsentrasjoner i vannprøvene. Sinkinnholdet i sprinklervann varierer en del, men vannprøvene viser at det er et visst innhold av sink i de fleste sprinkleranlegg. Ved å sammenligne funn i de 15 vannprøvene (tatt i forbindelse med denne oppgaven og i Sverige) mot grenseverdi for maksimalt tolererbart daglig inntak (MTDI) vil det være trygt for personer med kroppsvekt på 6,2 kg og mer, eller alle personer å innta slike mengder som oppnås ved å benytte henholdsvis maksimalverdi og gjennomsnittsverdi fra vannprøvene. Ved å ta høyde for normalt daglig inntak av sink i tillegg til via tilbakeslag fra sprinkler, vil tilsvarende vektgrenser være 26,1 kg og mer, samt 20,9 kg og mer. De konsentrasjoner som kan oppnås ved tilbakeslag alene, og sett i sammenheng med normalt daglig inntak, vil ikke være forenelig med giftige doser.

De benyttede grenseverdiene for tolererbart daglig inntak (TDI) og maksimalt tolererbart daglig inntak (MTDI) angir, ganske selvfølgelig, mengder av stoffer som trygt kan inntas hver dag. Disse verdiene er benyttet i noen grad i denne analysen. For flere stoffer vil TDI og MTDI-verdiene overskrides ved sammenligning opp imot resultatene fra vannprøvene. Disse resultatene representerer verdier for engangseksponering, men blir sammenlignet opp imot de nevnte grenseverdiene for å fremheve hvor langt unna disse resultatene er fra det som daglig kan aksepteres av inntak. Dersom denne avstanden ikke er for lang illustrerer dette at en slik overskridelse ikke er veldig alvorlig.

Oppsummert vil det trolig være parameterne jern og bly som utgjør størst fare ved tilbakeslag. Denne faren må ses i sammenheng med sannsynligheten for at mennesker kan bli utsatt for slike mengder som er benyttet i denne analysen, og ukritisk drikke slikt vann uten å reagere på endret farge, smak og lukt.

I analysen er det jevnt over benyttet konservative anslag – det er benyttet høyeste verdier for normalt daglig inntak av stoffer, samt at daglig inntak av vann settes til 2 l/dag selv om det er lite trolig at folk inntar slike mengder av vann med endret farge, lukt og smak. I tillegg er de målte verdiene fra forsøkene benyttet uten noen form for uttynning av konsentrasjon. Det er heller ikke medtatt noen begrensende effekt av ventiler og lignende som vil kunne bremse eller hindre tilbakestrømning. Disse anslagene er benyttet fordi de nevnte egenskapers effekter er vanskelig å tallfeste. Anslagene er likevel medtatt fordi det kan gjøres kvalitative vurderinger rundt de. Anslagene vurderes derfor å bidra til at de funnene som er gjort i denne analysen er overestimert, og lite trolig vil representere et virkelig tilfelle. Mest trolig vil det være mindre mengder med de aktuelle stoffene enn de benyttede verdiene. Det vurderes likevel dithen at innholdet av bly og jern medfører et behov for tilbakestrømningsbeskyttelse av sprinkleranlegg.

7 Diskusjon

Sprinkleranlegg forsynes i mindre grad direkte fra offentlig vannledningsnett ellers i verden, sammenlignet med hva som er tilfellet i Norge. Derfor er sannsynligvis krav til tilbakestrømningsbeskyttelse dårlig beskrevet i det europeiske sprinklerregelverket, som Norge også må rette seg etter. Det er derfor et behov for å heve kompetansen på dette området, og undersøke alternative løsninger til de som finnes per dags dato.

7.1 Hvorfor og hvordan skjer tilbakestrømning fra sprinkleranlegg

Tilbakestrømning kan skje på to forskjellige måter, det kan skje internt i bygg og eksternt tilbake til vannforsyningsnettet fra et bygg. Tilbakestrømning skyldes lekkasje mellom sprinkler og vannforsyningen som kan forårsakes av to mekanismer – trykkfall eller overtrykk. Trykkfall eller undertrykk kan forekomme på grunn av ledningsbrudd og store vannuttak i form av sprinkleraktivering, brannvannaktivering via hydrant eller lignende andre steder på vann-nettet. Overtrykk kan eksempelvis forårsakes av abonnenter som har interne pumpesystemer med høyere trykk enn kommunens vanntrykk. For at tilbakestrømning skal kunne skje må det i tillegg være en forbindelse mellom drikkevann og den potensielle forurensningskilden som ikke er beskyttet av tilbakestrømningsbeskyttelse, eller har en defekt tilbakestrømningsbeskyttelse.

Ved å undersøke tilbakestrømningshendelsene som er beskrevet i denne oppgaven er det ingen rapporterte tilfeller som skyldes trykkfall/undertrykk, i henhold til kildene. Det vurderes likevel som den mest sannsynlige mekanismen som har forårsaket hendelsene, da gjerne som et resultat av vekslende trykkforhold på nettet i området. Det er en hendelse (*Tilbakestrømningshendelse 13*) der overtrykk har vært en medvirkende årsak til tilbakeslag. Denne hendelsen medførte at ellevann, som ellers forsynte sprinkleranlegget, ble pumpet ut i kommunalt vannforsyningsnett.

Det er tre av tilbakestrømningshendelsene der det er rapportert om fremmedlegemer som har hindret ventiler fra å lukke og dermed bidratt til at ventilen var lekk. I en av hendelsene har rustdannelse hindret ventil i å lukke. Underdimensjonering av rørnettet internt i bygget er også foreslått som årsak for lekkasje mellom sprinkleranlegg og drikkevann i ett tilfelle. Hvordan dette kan skape en lekkasje er derimot uvisst. I tre av tilbakestrømningshendelsene var det tilbakeslagsventiler av typen skiveventil (Engelsk: "wafer check valve"). En av disse hendelsene skyldtes fremmedlegemer som blokkerte for riktig lukking av ventilen. Alle de tre hendelsene skjedde i USA/Canada, og ventiltypen antas å være lite brukt i Norge. Det er uvisst om denne typen ventiler har godkjennelse i henhold til *NS-EN 1717*.

Fellesnevneren for de fleste hendelsene er at det enten er en enkel tilbakeslagsventil som er lekk, eller at det mangler tilbakestrømningsbeskyttelse. Det er ikke registret tilfeller der BA-tilbakeslagsventiler har vært innblandet i tilbakestrømningshendelser. Sett i sammenheng med at tilsvarende tilbakeslagsventiler som BA-ventiler, har laveste rapporterte feilrate i undersøkelser som er beskrevet i kapittel 4.1.5, kan det konkluderes med at dette er den beste tilbakeslagsventilen dersom en kun tenker på drikkevannskvalitet. Det er likevel flere aspekter ved tilbakeslagsventiler som videre vil bli diskutert i dette kapittelet.

7.2 Risiko forbundet med tilbakestrømning fra sprinkleranlegg

Risiko er et mål for sannsynligheten for og konsekvensen av en hendelse. Det er umulig å tallfeste sannsynlighet for tilbakestrømning grunnet det mangelfulle tallmaterialet som finnes innenfor dette emnet. Det er også vanskelig å si noe veldig konkret angående konsekvenser av mulige hendelser, av samme grunn.

I *Centers for Disease Control and Prevention* (nevnt i ("*Potential Contamination Due to Cross-Connections and Backflow and the Associated Health Risks*" [14]) sin undersøkelse, var 30,3 % av alle vannbårne sykdomsutbrudd i det offentlige vannsystemet forårsaket av vannforurensning i distribusjonssystemet. Videre skyldtes 50,6 % av disse tilbakestrømning. Disse dataene er basert på tilbakeslag generelt, og favner i hovedsak tilbakeslag fra jordbruk, industri og lignende. En liten del av disse hendelsene vil være relatert til sprinkleranlegg. Av flere hundre tilbakestrømningshendelser som er undersøkt er det bare de 15 hendelsene i kapittel 4 som er rapportert å stamme fra sprinkleranlegg. Det er dermed ikke den vanligste kilden til slike hendelser, men det forekommer tilbakestrømning fra sprinkleranlegg. Det hevdes av flere kommuner samt i rapporten "*Potential Contamination Due to Cross-Connections and Backflow and the Associated Health Risks*" [14], at tilbakestrømning på generelt grunnlag, men også fra sprinkleranlegg, antas å være underrapportert. Av flere betegnes slike tilfeller som "diffus forurensning", siden det ikke er mulig å påvise kilden. Årsakene til underrapporteringen av tilbakestrømningshendelser kan være at:

- Bakteriell forurensning har en tendens til å være kortvarig og veldig lokal
- Overvåking av bakteriell forurensning i vannsystemer blir kun gjort på et utvalg bakterier, og derfor kan noen bakterier gå uoppdaget gjennom systemet
- Tilbakestrømning blir kun rapportert dersom det blir oppdaget unormal lukt, smak og/eller farge hos forbruker. Det er ikke alle forurensninger som gir utslag på disse parameterne.
- Det er ikke alltid uregelmessigheter som lukt, smak og farge blir rapportert av forbruker

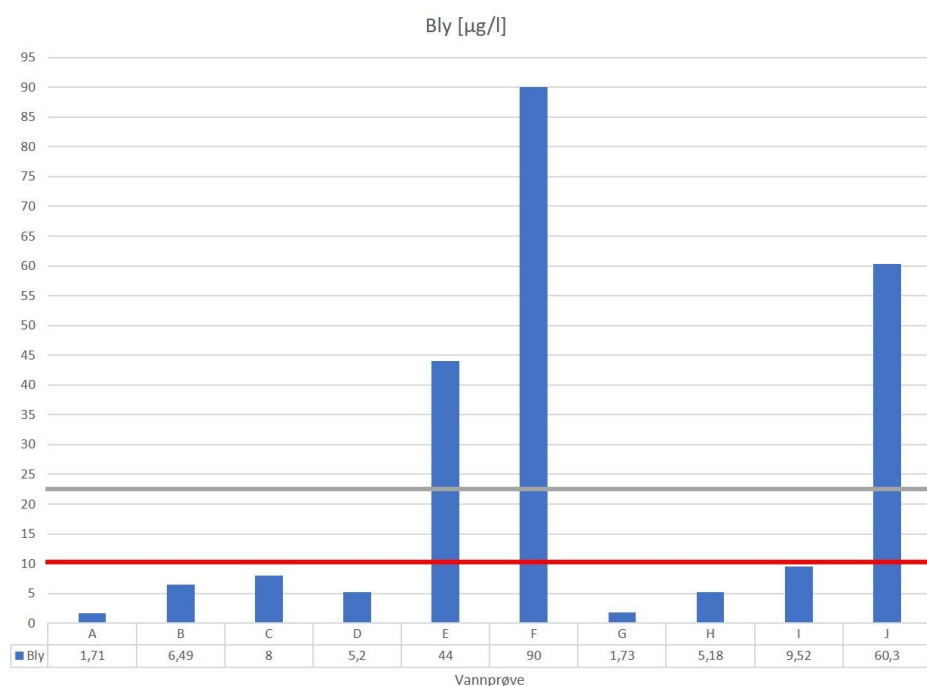
Uregelmessigheter som lukt, smak og farge blir normalt oppdaget ved små forandringer fra normaltstanden. Lukt og farge ble tydelig observert under vannprøvetakingen. Det er uvisst hvor sterke indikasjoner det er på endret farge, lukt og smak ved ulike nivåer av uttynning med drikkevann – i tilfelle tilbakeslag.

I rundt halvparten av tilbakestrømningshendelsene som omfatter sprinkleranlegg er det rapportert om funn av frostvæske i vannet. I mange tilfeller er det blitt oppdaget endret lukt, smak eller skummete vann. Frostvæskefylte deler av sprinkleranlegg skal beskyttes med tilbakeslagsventil. I den amerikanske sprinklerstandarden *NFPA 13* kapittel 8.6 (2019-utgaven) [95] er det vist at det kan borres et 0,8 mm hull i ventilklaff på tilbakeslagsventilen for å jevne ut trykkoppbygging i frostvæskesløyfer. Hulltaking i tilbakeslagsventiler var også en tillatt løsning i norske/europeiske regelverk frem til på 90-tallet. Det er uvisst om slike hull kan gro igjen, samt hvor god effekt slike hull har med tanke på trykkutjevning. Et hull i ventilen kan være mulig lekkasjepunkt for at frostvæske spres til resten av sprinkleranlegget. Frostvæskesløyfene skal være plassert nedstrøms selve sprinklerventilen, slik at sprinklerventilen også opptrer som en barriere mellom drikkevannet og glykolfyllt vann ved svikt i tilbakeslagsventilen. Sannsynligheten for at tilbakeslag av frostvæskefylt vann fra sprinkleranlegg er likevel til stede, siden hendelser har vist at frostvæske er oppdaget ved tilbakeslag, samt at eldre anlegg kan ha hull i tilbakeslagsventilene på glykolsløyfene. Godkjente frostvæsker for sprinkleranlegg som propylenglykol og glyserin har kjente bivirkninger, og er ikke betegnet som giftige selv om de kan forårsake mageproblemer.

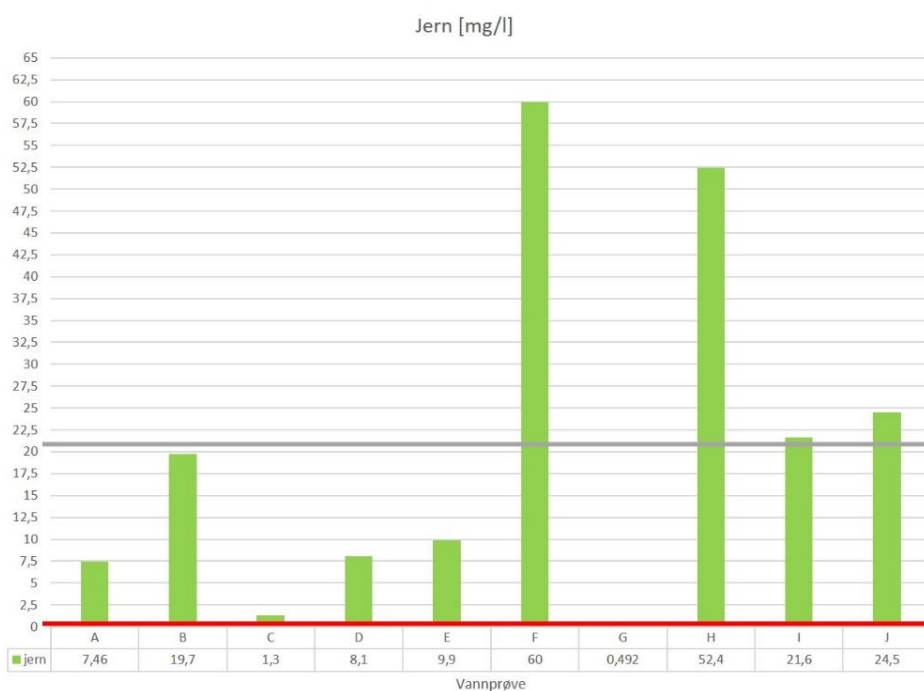
Når det gjelder innholdsstoffer ellers i sprinklervann er det i vannprøvene funnet overskridelser av grenseverdi/tiltaksgrense for bly, jern, mangan og kimtall som vist i Figur 22 - Figur 25.

I figurene illustrerer grå linje gjennomsnittsverdier, mens rød linje representerer grenseverdi/tiltaksgrenser i drikkevannsforskriften. I figurene er den grå linja for parameterne bly, jern og mangan over den røde linja. For kimtall ligger denne lavere enn den røde linja. Dette betyr at gjennomsnittsverdiene ligger henholdsvis over og under grenseverdi/tiltaksgrense. Basert på disse resultater kan det antas at gjennomsnittsverdiene representerer forventede verdier for alle

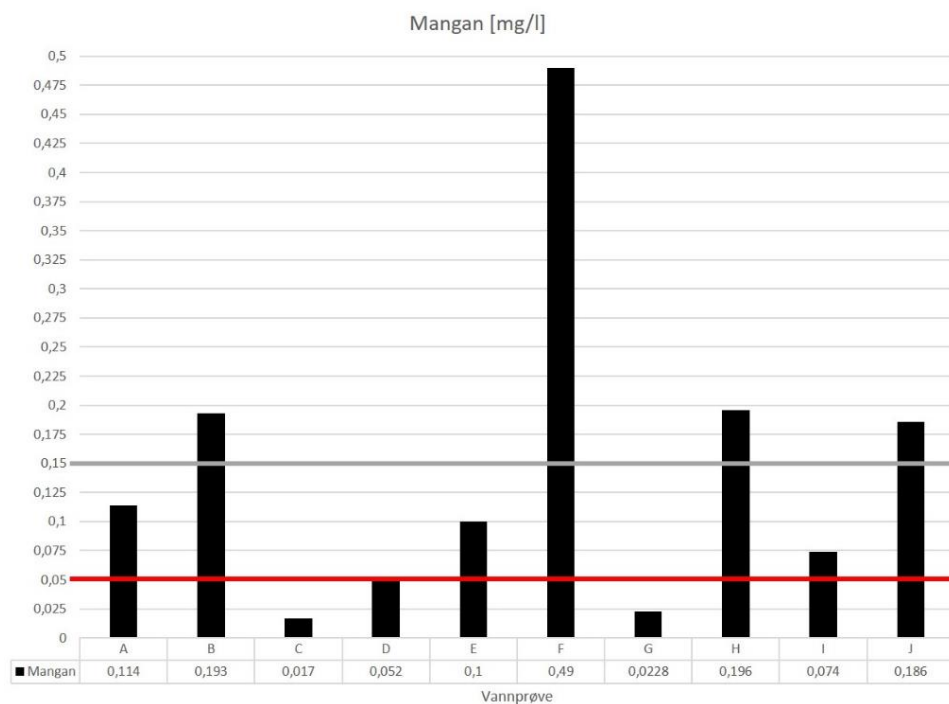
sprinkleranlegg. På denne måten kan det vidare antas at de parameterne som har gjennomsnittsverdi høgere enn grenseverdi/tiltaksgrense også vil gjøre det for de aller fleste sprinkleranlegg. Det bemerkes at ti forsøk ikke gir et veldig godt statistisk grunnlag, men at de ti vannprøvene likevel viser en trend som kan forventes for sprinkleranlegg på generelt grunnlag. Avstanden mellom de to linjene er også av betydning siden det sier noe om hvor alvorlig overskridelsene er. Når det gjelder mangan, som har større avstand mellom grå og rød linje enn bly, kan det virke som dette er mer alvorlig enn for bly. Dette er derimot ikke tilfellet siden grenseverdien for mangan er satt med større sikkerhetsmargin enn for bly.



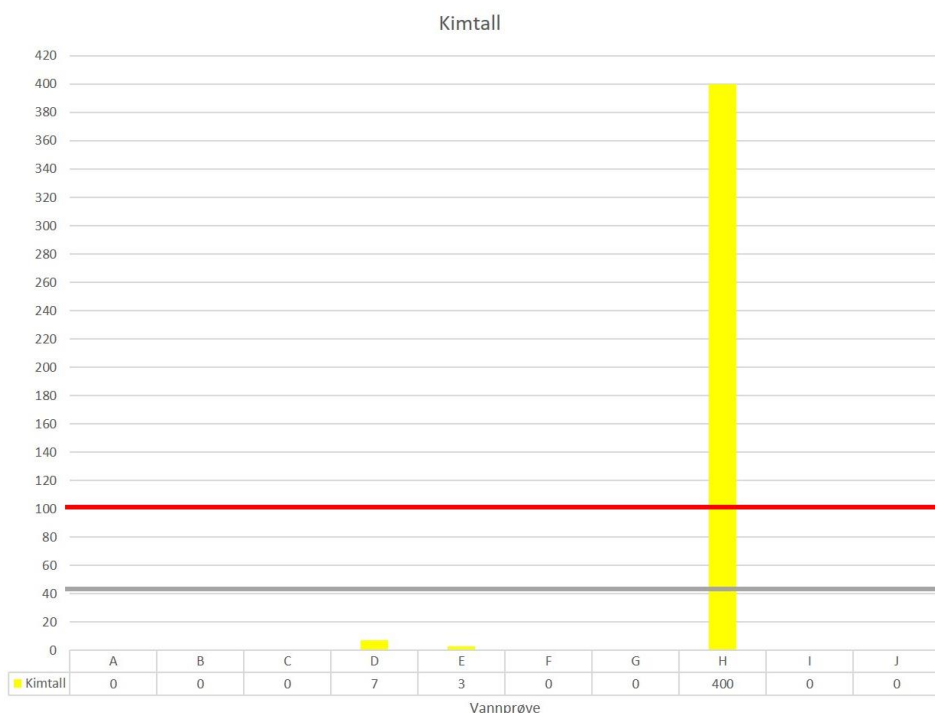
Figur 22 - Søylediagram av vannprøve-resultatene for bly



Figur 23 - Søylediagram av vannprøve-resultatene for jern



Figur 24 - Søylediagram av vannprøve-resultatene for mangan



Figur 25 - Søylediagram av vannprøve-resultatene for kimtall

Ved å sammenligne resultater fra vannprøvene for jern og mangan (se Figur 23 og Figur 24) er det en klar trend for de to parametrene. *Vannprøve A* ligger på samme nivå for begge parametre relativt til de andre vannprøvene, det samme gjelder for *vannprøve B* osv. Så hvis en hadde tegnet en linje fra hver søyle i diagrammet til nabosøylen, ville det dannet forholdsvis like "grafer" for de to parametrene. Dette tyder på at de to parametrene gir lik respons på de samme forholdene. Det er vanskelig å si hvilke forhold som forårsaker denne trenden, men det antas å ha en sammenheng med

korrosjon og forhold som påvirker korrosjon. Tilsvarende trender finnes ikke for de andre parameterne.

Det som derimot er felles for de parameterne som overskrider drikkevannsforskriftens grenseverdier/tiltaksgrenser (med unntak av kimtall), er at *vannprøve F* har den høyeste verdien for alle de tre parameterne. Denne vannprøven er tatt fra sprinkleranlegg F, der det er rapportert om lengst periode med stillestående vann. Siden det er uvisst hvor lenge flere av anleggene har stått siden sist nedtapping er det ikke helt sikkert at dette anlegget har det "eldste vannet", men det er mest sannsynlig. I tillegg til sprinkleranlegg F er det også to andre sprinkleranlegg som sannsynligvis har "gammelt vann" i rørene. Sprinkleranleggene H og J inneholder vann som potensielt har stått i tre til fem år uten å bli skiftet ut. Ved å undersøke parametere som sink, nikkel, turbiditet og kimtall er det ikke *vannprøve F* som gir høyest verdi. For de tre sistnevnte parameterne er det *vannprøve H* som er registrert med høyeste verdi. Vannprøvene fra de tre sprinkleranleggene F, H og J er registrert med noen av de høyeste verdier for de fleste parametere. "Gammelt vann", som er oksygenfattig, kan derfor ha en viss innvirkning på drikkevannskvaliteten. Det er derimot vanskelig å kvantifisere nøyaktig til hvilken grad, siden opplysningene om sist nedtapping er gitt med en viss usikkerhet. På en annen side vil graden av korrosjon avta over tid, etter hvert som vannet får lavere oksygenkonsentrasjon. Dermed vil en hyppig utskiftning av vann muligens kunne skape problemer med tanke på livsløpet til rørene fordi det tilføres oksygenrikt vann oftere og rørene vil ruste i større grad. Dette må vurderes opp imot at det vil bli færre korrosjonspartikler som akkumuleres dersom vannet skiftes ut hyppigere.

I resultatene fra vannprøvene overskrides tiltaksgrensen for kimtall kun for én vannprøve. For at kimtall skal kunne ha en negativ helsemessig påvirkning må det være spor etter fekal forurensning. Fra dette sprinkleranlegget er det ikke påvist fekal forurensning i form av *E.coli* eller koliforme bakterier. I de andre sprinkleranleggene er det heller ikke påvist *E.coli* eller koliforme bakterier. Det er likevel uheldig at vannprøvene A, B, I og J har for høy rapporteringsgrense, slik at det er usikkert om disse bakteriene er til stede for disse vannprøvene. For de svenske vannprøvene i *Stockholm Vatten* sin undersøkelse er det heller ikke påvist fekal forurensning. I vannprøver utført i studien *Wet-pipe fire sprinklers and water quality* i USA og Canada, er det påvist koliforme bakterier i 4 av 84 sprinkleranlegg²⁶. Disse fire tilfellene ble knyttet til nylig usanitært arbeid på sprinkleranleggene. Dermed kan det med rimelig stor sikkerhet antas at fekal forurensning meget sjelden forekommer i sprinklervann, og at kimtall derfor ikke utgjør noen helsefare i den forbindelse.

Legionella er ikke påvist i de norske eller svenske vannprøvene. Dette tyder på at forholdene i sprinkleranlegg ikke er ideelle for legionellaoppblomstring. Lignende funn er også gjort i arbeidene som er omtalt i kapittel 4.1.3, der stillestående vann ikke viste tegn til å få en oppblomstring av legionella i en sammenligning med systemer der det var vannsirkulasjon. Det faktum at det ikke er påvist legionella i vannprøvene er likevel ikke ensbetydende med at det ikke kan være legionellabakterier til stede i vannet. I vurdering av risiko for legionella som stammer fra sprinkleranlegg er det viktig å huske på at legionellaholdig vann må strømme tilbake til drikkevannet enten internt eller eksternt. Videre må det så spres via aerosoler for at det kan forårsake sykdom hos mennesker. Siden tilbakeslag fra sprinkleranlegg sjelden registreres, samt at det ved et tilbakeslag vil være en viss form for uttynning, i tillegg til at legionellabakterier ikke er påvist i vannprøver – kan det antas at legionella i forbindelse med sprinkleranlegg vil utgjøre en særdeles liten risiko.

Ved å sammenligne funn fra egne vannprøver, samt vannprøver utført i Sverige og USA/Canada er det noen stoffer/parametere som skiller seg ut. Farge og lukt avviker fra normalt drikkevann, i tillegg

²⁶ Vannprøvene utført i Sverige og de i USA/Canada står omtalt i kapittel 4.1.2.

er det høyt innhold av stoffene bly, jern og mangan. Av disse parameterne er det jern og bly som er de to stoffene med størst helserisiko i henhold til de konsentrasjoner som er målt. I vannprøvene fra USA/Canada, tatt i 1995, er det målt en del høyere konsentrasjoner enn det som er tilfellet i Norge og Sverige. Dette kan tyde på at det brukes ulike materialer, produkter og løsninger i de forskjellige landene. I den amerikanske studien, fra 1999, ble det hevdet at løselig bly så ut til å stamme fra alarmventiler som hadde ventilklafter med innhold av bly og/eller blyholdige rørdeler. I nyere tid er det blitt et stort fokus på å fase ut bruken av bly og erstatte stoffet med mindre helseskadelig stoffer.

I risikoanalysen som er gjort i denne oppgaven har hovedfokus vært å kartlegge hvor helsefarlig et potensielt tilbakeslag kan være dersom sprinkleranlegg ikke er sikret med tilbakestrømningsbeskyttelse. Det er ikke forsøkt å finne ut hvor mange og hvem som kan bli rammet av et eventuelt tilbakeslag fra sprinkleranlegg. Siden det ikke finnes noe register over tilbakeslagshendelser, er det for lite bakgrunnsinformasjon til å kunne si noe konkret om hvilken type bygg som rammes. Det som derimot er sikkert, er hvor dagens byggregler i form av TEK17/VTEK17 krever at det installeres automatisk brannsløkkeanlegg – nemlig i risikoklasse 6 bygg som sykehus, hoteller, eldrehjem m.m. samt i boliger der det også er krav om heis (fra og med tre etasjer og høyere). Det er ofte at også industribygg, lager, kontorlokaler og skoler blir sprinklet, selv om det ikke er et direkte krav i lovverket. Dette betyr at interne tilbakeslag statistisk bør kunne antas å skje ofte i slike bygg sammenlignet med andre typer bygg der det er mindre vanlig å montere sprinkleranlegg. Dette avhenger også av om det er felles innlegg for sprinkleranlegg og forbruksvann i de aktuelle byggene. I risikoklasse 6-bygg vil det være folk med generelt dårligere immunforsvar enn befolkningen ellers. Disse typer bygg vil derfor være ekstra viktig å sikre med tilbakeslagsventiler for å hindre forurensning av det interne vann-nettet.

Basert på funn fra tilbakestrømningshendelser i kapittel 4.3 er det ofte ukjent hvilke helsemessige konsekvenser et tilbakeslag kan medføre siden dette ikke er rapportert. For 9 av de 15 tilbakestrømningshendelsene er dette ikke rapportert. For 3 av de 15 hendelsene er det rapportert om ingen helsemessige konsekvenser (i en av disse er det rapportert om "ingen alvorlig syke"). For de tre siste hendelsene er det rapportert om magesykdom/kvalme i varierende grad – noen med forbigående sykdom og andre med langtids-plager. En av disse hendelsene omhandler ellevann som forurenset drikkevannet, slik at det i utgangspunktet bare er to hendelser som omhandler forurensning fra sprinklervann. I disse to hendelsene er det sprinklervann med innhold av frostvæsken glykol som har forurenset drikkevannet. Det mangelfulle statistiske grunnlaget innenfor helseaspektet ved tilbakeslag gjør det vanskelig å tallfeste helseeffekter av slike tilfeller. Likevel bør det etterstrebtes å sikre drikkevann mot tilbakestrømning fra sprinkleranlegg, siden det finnes eksempler på hendelser som har ført til sykdom.

Basert på oversikten over tilbakestrømningshendelser i Tabell 9 er det 13 hendelser som har resultert i et internt tilbakeslag, mens fire hendelser har resultert i eksternt tilbakeslag til andre abonnenter utenfor bygget der hendelsen inntraff (noen av hendelsene rammet både internt og eksternt). Ut fra Tabell 9 skjer eksterne tilbakeslag sjeldnere i Norge enn i USA/Canada. Siden det statistiske grunnlaget er mangelfullt er det vanskelig å fastslå om dette skyldes tilfeldigheter eller om det skyldes forskjeller i hvordan vannforsyningssystemene er utformet. Eksterne tilbakeslag til offentlig vannforsyningsnett kan være vanskelige å registrere dersom det er en konstant utlekking og følgelig uttynning av forurensningene. Av den grunn kan det forekomme oftere enn forventet.

I henhold til EU-direktiv 93/21/EØF, datert 27.april 1993 [5], er grensen mellom væskekategori 3 og væskekategori 4, LD 50 = 200 mg/kg kroppsvekt. Dette betyr at en væske som fører til at 50 % av populasjonen i en forsøksgruppe dør dersom de inntar 200 mg væske per kilogram kroppsvekt, blir klassifisert som væskekategori 4. Dersom det må til 201 mg væske per kilogram kroppsvekt, eller

mer, for at 50 % av populasjonen dør, er det væskekategori 3 som er riktig klassifisering. Basert på funn i denne oppgaven vil det være væskekategori 3 som er mest riktig i denne sammenheng. Dette fordi det er meget usannsynlig at 50 % av menneskene som inntar sprinklervann med de mengder stoffer som er benyttet i helserisikoanalysen vil dø av dette.

I helserisikoanalysen i denne oppgaven er de høye konsentrasjonene av jern og bly vurdert til å kunne utgjøre en viss helsefare ved tilbakeslag. Denne faren må ses i sammenheng med sannsynligheten for at mennesker kan bli utsatt for slike mengder som er benyttet i denne analysen, og ukritisk drikke slikt vann uten å reagere på endret farge, smak og lukt. Dette er ganske usannsynlig, og det anslås at de målte konsentrasjoner er mye høyere enn det som kan forventes ved et reelt tilbakeslag. Det er likevel en viss sannsynlighet for at tilbakeslag kan medføre uheldige helseeffekter, slik at det er behov for en tilbakestrømningsbeskyttelse som ivaretar drikkevannskvalitet. En slik løsning må ikke redusere den brann sikkerheten som et sprinkleranlegg representerer.

7.3 Påvirkning på brann sikkerheten, potensielle løsninger og fremtidig arbeid

I byggverk der sprinkleranlegg er en forutsetning for sikker drift og enkelte byggtekniske løsninger, vil vannforsyning være en sensitiv parameter siden underdimensjonering eller andre feil med vannforsyningen i verste fall kan medføre tapte menneskeliv eller store materielle verdier.

7.3.1 Dagens løsninger for tilbakestrømningsbeskyttelse av sprinkleranlegg

Det er ikke beskrevet hva slags sikring som skal benyttes for sprinkleranlegg i *NS-EN 1717*. Sprinkleranlegg er ikke nevnt i standarden. Det er derimot nevnt i *VA/Miljø-blad nr. 61*, der vann fra sprinkleranlegg blir plassert i væskekategori 3. De kommuner som krever at væskekategori 3 skal ligge til grunn for valg av tilbakeslagssikring følger i så måte føringer gitt i *VA/Miljø-blad nr. 61*. Det faktum at slik sikringsutstyr ikke finnes skaper forskjeller i hva de ulike kommunene tillater av tilbakeslagssikring. Noen kommuner tillater sikringsutstyr for en væskekategori lavere, mens andre ikke tillater dette, og indirekte dermed krever kategori 4-sikringstiltak.

Per dags dato er det to alternativer for tilbakestrømningsbeskyttelse av sprinkleranlegg – luftgap eller tilbakeslagsventiler. Løsninger med luftgap oppnås ved å ha vannforsyning med tank og pumpe. De to typene tilbakeslagsventiler som benyttes er EA-tilbakeslagsventiler (væskekategori 2) og BA-tilbakeslagsventiler (væskekategori 4).

Det er i kapittel 4 gitt resultater fra intervju med kommuner og gjennomgang av litteratur der det er funnet krav til tilbakestrømningsbeskyttelse i flere norske kommuner. For beskyttelse mot tilbakeslag fra sprinklervann uten tilsetningsstoffer kreves det i 1 av 12 kommuner²⁷ en EA-tilbakeslagsventil. Videre stiller 4 av 12 kommuner krav til BA-tilbakeslagsventil, mens 7 av 12 kommuner krever en løsning med dobbel EA-tilbakeslagsventil. Med dobbel EA-tilbakeslagsventil menes en ventil i kum og en inne i bygget. For to av kommunene som krever BA-ventil, er det også påkrevd med en EA-ventil i kum. For flere av kommunene der eneste løsning er BA-ventil, er det egentlig et krav om beskyttelse av væskekategori 3. Siden det ikke finnes beskyttelsesutstyr i riktige dimensjoner betyr dette i praksis at det er BA-tilbakeslagsventil, beregnet for væskekategori 4, som må benyttes. Det er kun en av de spurte kommunene som differensierer på eksisterende anlegg og nye anlegg. I Stavanger Kommune stilles det ikke krav til at eksisterende anlegg skal få ettermontert tilbakeslagsventiler.

²⁷ Det totale antallet kommuner er med utgangspunkt i at det er seks kommuner i *Godt Vann Drammensregionen* sitt regionale samarbeidsprogram. Det er ikke funnet informasjon som tyder på at noen av de seks kommunene har andre bestemmelser enn det som er nevnt i retningslinjene fra *Godt Vann Drammensregionen*.

Når det gjelder sprinklervann med frostvæske eller andre tilsetningsstoffer kreves det i samtlige kommuner at det monteres en BA-tilbakeslagsventil. I ni av kommunene er det også krav om EA-tilbakeslagsventil i kum, i tillegg til BA-ventilen innomhus.

I kapittel 6.1 er det gjort vurderinger av de ulike ventilene sin påvirkning på brannsikkerheten. I denne analysen vurderes det dithen at det er størst risiko med tanke på brannsikkerheten knyttet til BA-tilbakeslagsventiler i forhold til EA-tilbakeslagsventiler. Dette på grunn av at BA-tilbakeslagsventiler antas å være mest utbredt av de to ventiltypene. I tillegg er trykktapet over BA-tilbakeslagsventiler større enn for EA-tilbakeslagsventiler, samt at BA-ventiler må monteres med sil/filter oppstrøms ventilen. Denne silen/filteret er ofte finmasket, slik at det innebærer en fare for tetting og skaper et stort trykktap. Sil/filter er ikke påkrevd montert sammen med EA-tilbakeslagsventiler.

Andre forskjeller ved de to typene tilbakeslagsventiler som er verdt å merke seg er at det kreves spesialutstyr for vedlikehold av BA-tilbakeslagsventiler, men ikke for EA-tilbakeslagsventiler. Sett i sammenheng med at BA-ventilen er en litt mer kompleks ventil enn EA-ventilen samt at det er behov for spesialverktøy, vil det kreves mer opplæring av fagfolk og driftspersoner for at korrekt ettersyn og vedlikehold skal kunne skje for BA-tilbakeslagsventiler.

Det vil blir et større behov for å tilleggsinstallere trykkøkningpumpe for BA-tilbakeslagsventiler, sammenlignet med for EA-tilbakeslagsventiler. Dette er fordi det er større trykktap over denne typen ventiler. Trykkøkningpumper kan påvirke brannsikkerheten negativt siden de vil øke kompleksiteten av et sprinkleranlegg og antall potensielle feilkilder. Installering av pumpe stiller også krav til at montering, vedlikehold, kontroll og ettersyn blir fulgt og gjort ordentlig. Mangler i tilknytning til disse punktene vil sannsynligvis være verre enn for enklere anlegg uten pumpe, selv om riktig montering, vedlikehold, kontroll og ettersyn er viktig også for enklere anlegg. Trykkøkningpumper krever også mer plass og koster mer i innkjøp og drift, sammenlignet med tilfeller uten pumpe. Slike aspekter kan gjøre at valg av sprinkleranlegg unngås i enkelte prosjekter. Dette kan påvirke brannsikkerheten i bygget, men også fleksibiliteten. Brannsikkerheten kan bli påvirket fordi det velges andre branntekniske løsninger som seksjoneringsvegger, kjølesoner, andre typer glass/vindu m.m., som ikke nødvendigvis representerer tilsvarende brannsikkerhet. Fleksibiliteten kan også påvirkes negativt ved at mange av de lempelser som sprinkleranlegg kan gi i henhold til *TEK17/VTEK17*, ikke kan gjøres, og bygget blir mindre fleksibelt. Et eksempel på dette kan være at det velges å benytte seksjoneringsvegger fordi dette er billigere enn sprinkleranlegg. Dette kan være en grei løsning for eksisterende leietaker, men muligens være et problem for fremtidige leietagere, som ønsker større plass uten hindringer i form av konstruksjoner.

Det bemerkes også at de BA-tilbakeslagsventilene (godkjent for væskekategori 4) som er funnet i forbindelse med denne oppgaven ikke er testet for trykk over 10 bar. I *NS-EN 12845* tillates det at sprinkleranlegg kan ha trykk opptil 12 bar. Dette vil si at det i henhold til sprinklerregelverket er tillatt med større trykk enn det BA-ventiler testes for. Trolig vil BA-ventilene tåler trykk over 10 bar, men det kan ikke sies med sikkerhet. Dette forholdet kan tyde på at denne typen tilbakeslagsventiler ikke er designet med noe særlig fokus på sprinkleranlegg. Dette kan også bety at det er et forbedringspotensiale når det gjelder trykktap og generell utforming med tanke på sprinkleranlegg for denne typen tilbakeslagsventiler. I USA selges det tilbakeslagsventiler med tilsvarende teknologi som de europeiske BA-tilbakeslagsventilene, men med et betydelig mindre trykktap. Disse vil bli videre omtalt i de neste avsnittene.

7.3.2 Mulige løsninger for tilbakestrømningsbeskyttelse av sprinkleranlegg

En løsning med tank/basseng og sprinklerpumpe er den beste sikringsmetoden med tanke på drikkevannskvalitet på grunn av at det oppnås luftgap mellom offentlig vannforsyning og øverste vann-nivå i tank/basseng. Det er derimot flere forhold ved en slik løsning som kan være mindre heldig med tanke på brannsikkerheten. For det første vil det være en mer kompleks løsning enn å bli forsynt fra offentlig nett. Den økte kompleksiteten kan videre medføre at det gjøres feil under prosjektering, montasje eller drift som kan påvirke brannsikkerheten på en negativ måte. Alt ekstra utstyr som monteres innebærer en økt sjanse for feil og driftsproblemer i henhold til prinsippene i "Inherent Safety Design"-tankegangen, som er beskrevet i kapittel 2.4.3. Problematikken rundt plassbehov og kostnader som nevnt for trykkøkningpumper vil også gjelde for løsning med tank/basseng og sprinklerpumpe, bare at for en slik løsning vil kostnad og plassbehov være betydelig mye større enn for sprinkleranlegg som forsynes fra offentlig vannforsyning. Når det er sagt er det i enkelte tilfeller ikke et alternativ å benytte offentlig vannforsyning alene, fordi forsyningen ikke klarer å levere nok vann og/eller trykk i henhold til PQ-krav for sprinkleranlegget. I slike tilfeller er det nødvendig å benytte tank/basseng og sprinklerpumpe(r).

I USA skal det i henhold til *American Water Works Association M14 (AWWA M14)* benyttes tilbakestrømningsbeskyttelse tilsvarende BA-ventil for både nye og eksisterende sprinkleranlegg med frostvæske eller andre tilsetningsstoffer. For nye sprinkleranlegg uten tilsetningsstoffer skal det benyttes dobbel tilbakeslags-ventilkonfigurasjon (engelsk: "Double Check Valve Assembly"). For eksisterende våt-sprinkleranlegg uten tilsetningsstoffer eller tilkoblinger til andre vannforsyninger kan vannverk kreve at det installeres en dobbel tilbakeslags-ventilkonfigurasjon som kan testes, eller en UL-godkjent alarmventil med en trykkbryter. For eksisterende våt-sprinkleranlegg med alarmventil med ventilklauff eller andre bestanddeler med innhold av bly anbefales installasjon av en FM/UL-godkjent dobbel tilbakeslags-ventilkonfigurasjon.

Disse kravene kan virke noe mildere enn den praksisen som er i flere kommuner her til lands, der eneste alternativ er BA-tilbakeslagsventil. Dette til tross for at det i studien "*Wet-pipe fire sprinklers and water quality*" [13] utført i USA/Canada ble påvist betydelig større konsentrasjoner av bly og jern enn det som har vært tilfellet i vannprøvene som er tatt i forbindelse med denne oppgaven og de vannprøvene som ble tatt i Sverige.

I den svenske studien som ble gjort i forbindelse med de nevnte vannprøvene ble det foreslått flere tiltak for å beskytte drikkevannet mot tilbakeslag fra sprinkleranlegg, blant annet:

- Det må minst benyttes tilbakestrømningsbeskyttelse i form av EA-tilbakeslagsventil
- Vannmengden i sprinkler-rørene skal skiftes ut med jevne mellomrom for å unngå opphopning av skadelige stoffer
- Materialer i rør og rørdeler skal minst ha drikkevannskvalitet

Med tanke på siste punkt i listen over er det uvisst hvordan et slikt tiltak vil påvirke vannkvaliteten siden stillestående vann sannsynligvis vil medføre beleggdannelse, også i rør med drikkevannskvalitet. Det kan tenkes at det gror til en noe mindre grad enn ellers, men det er usikkert om en slik løsning vil være merkbart bedre over tid dersom det ikke blir løst ved biofilm ved vannmengdemålinger. De to andre punktene i listen vil omtales senere i dette kapittelet.

Med bakgrunn i funn fra risikoanalyser og vannprøver kan det argumenteres for at det trengs nye løsninger som tilfredsstiller både drikkevannskvalitet og brannsikkerhet. I avsnittene under foreslås flere alternativer:

Alternativ 1

En løsning med EA-tilbakeslagsventil (for væskekategori 2) og grovsil (6,0 mm maskevidde) med spylefunksjon/tømmeventil bør være minimumsnivå for tilbakestrømningsbeskyttelse. En slik løsning er skissert i *Vedlegg 1: Alternativ løsning EA-tilbakeslagsventil*. I prinsippskissen er det vist en skjematisk oppbygging av et sprinklerinnlegg med tilbakeslagsventil og grovsil. Tømmeventilen mangler derimot i skissen. Kobling og plassering av lavtrykksalarm inngår i prinsippskissen. I tillegg er det laget en instruks som forklarer fremgangsmåte for en enkel testmetode som kan gjøres for å verifisere tilbakeslagsventilens funksjon.

Alternativ 2

En annen løsning, som vil ligne noe mer på det som benyttes i USA, er å benytte en dobbel EA-tilbakeslagsventil og grovsil med spylefunksjon/tømmeventil. Det finnes da to alternativer. Enten benyttes det et arrangement av to separate EA-ventiler som lages på stedet, eller så benyttes en fabrikklaget beskyttelsesmodul som består av to EA-ventiler. Slike doble tilbakeslagsventiler selges i USA, men det finnes ikke tilsvarende i Norge. Slike beskyttelsesmoduler må enten importeres, eller så må eksisterende produsenter på det europeiske markedet utvikle et lignende produkt. Det er da viktig at de to ventilene sitter inne i bygget i nærheten av hverandre, slik at en lavtrykksalarm montert på sprinkler-innlegget vil kunne opprettholde sin funksjon. Lavtrykksalarmer vil ikke ha noen funksjon dersom en av ventilene monteres i kum på utsiden av bygget. Det vil også være mer utfordrende å utføre vedlikehold, ettersyn og testing av ventil montert i kum kontra innvendig i sprinklersentral. En løsning med tilbakeslagsventiler i kum vil kunne påvirke driftssikkerheten til sprinkleranlegget siden dette medfører utfordringer med å utføre vedlikehold, kontroll og ettersyn. For vannkvaliteten vil dette sannsynligvis være en dårlig løsning også siden man må ned i en kum for å få verifisert om tilbakeslagsventilen holder tett, kontra om det kunne vært gjort innendørs i en sprinklersentral. Andre løsninger for å hindre stillestående vann i sprinkler-innlegget bør heller diskuteres. For eksempel å ha felles serviceledning for sprinkleranlegg og forbruksvann.

Resultatene fra vannprøvene kan tyde på at sprinklervann mest sannsynlig bør plasseres i væskekategori 3 i henhold til *NS-EN 1717*, slik som det er anbefalt i *VA/Miljø-blad nr. 61*. Det vil sannsynligvis være alternativ 2 som ligger nærmest beskyttelsesmoduler som er beregnet for denne væskekategorien. Dette fordi det vil være bedre enn løsningen som er beregnet for væskekategori 2, i og med at det er en dobbel kategori 2-ventilkonfigurasjon. Samtidig har en dobbel kategori 2-ventilkonfigurasjon en del likhetstrekk med en kategori 4-tilbakeslagsventil, men den mangler dreneringsventilen som kategori 4-ventil har imellom de to tilbakeslagsventilene.

Alternativ 3

Dersom det ikke skulle bli godkjent av myndigheter med sikring av med væskekategori 2 (EA-tilbakeslagsventiler), bør det etterstrebes å forbedre dagens ventil-løsninger for væskekategori 4 (BA-tilbakeslagsventiler). Samt at det kan forsøkes å importere ventiler fra andre land. Serien M400, M400N, M400Z "*Reduced Pressure Zone Assembly*" fra *Ames Fire & Waterworks (A WATTS Brand)* [96] er eksempler på tilbakeslagsventiler med veldig lavt trykktap. Disse ventilene er designet med tanke på brannsikkerhet, sett i sammenheng med det lave trykktapet samt at de er godkjent for trykk opptil 12,1 bar. Siden disse ventilene ikke ser ut til å finnes på det europeiske markedet mangler de godkjenning i henhold til europeiske væskekategorier. Virkemåten er likevel tilsvarende som for en BA-tilbakeslagsventil for væskekategori 4.

Denne produsenten har også doble tilbakeslagsventiler (tilsvarende dobbel EA-tilbakeslagsventil) med lavt trykktap, samt at de også leverer siler med maskevidde på 6,4 mm (*Series 7001, 7002 UL/FM Fire Service Strainer*). Disse produktene eller lignende produkter kan også være av interesse med tanke på import eller sett i sammenheng med produktutvikling.

Det som er viktig for alle de tre alternativene er at det benyttes en grovsil (6,0 mm maskevidde) med spylefunksjon/tømmeventil oppstrøms tilbakeslagsventilen. Dette fordi en sil/filter vil stoppe fremmedlegemer som kan hindre ventiler å lukke. Fremmedlegemer har, som tidligere nevnt, vært en årsak til at flere sprinklerventiler og tilbakeslagsventiler har vært lekk. Det er viktig at sil/filter har så grov maskevidde som mulig fordi økt maskevidde vil medføre mindre trykktap over sil/filter. Et annet aspekt med sil/filter er spylefunksjon/tømmeventil som vil kunne benyttes for å forebygge beleggdannelse og opphoping av fremmedlegemer på sil/filter. I henhold til *NS-EN 1717* skal tømmeventil monteres på sil oppstrøms BA-tilbakeslagsventiler, men ikke EA-tilbakeslagsventiler.

Felles for alle tre alternativer er at eventuelle frostvæskedytende endeanlegg bør utstyres med en enkel EA-tilbakeslagsventil plassert oppstrøms påfylling av frostvæske på selve endeanlegget. Dette vil hindre for stort trykktap i glykolsøyfen, som ofte vil være plassert på kaldloft der trykkforholdet kan være mest ugunstig i utgangspunktet. Det er derfor viktig å holde trykktapet så lavt som mulig.

De to nevnte alternativene med EA-tilbakeslagsventiler, både alternativ 1 og 2, anbefales fremfor alternativ 3, med BA-tilbakeslagsventil. Dette er fordi trykktapet vil være lavere over disse tilbakeslagsventil-løsningene, sammenlignet med løsninger med BA-tilbakeslagsventil. I tillegg består EA-ventiler av færre bestanddeler og er ikke så kompliserte som BA-tilbakeslagsventiler. Dette gjør at det kreves mindre opplæring av rørleggere som skal montere og vedlikeholde ventilene, samt vaktmestere og annet driftspersonell som skal etterse anlegget. I tillegg vil tilbakestrømningsbeskyttelsen også enkelt kunne medtas i en sprinklerkontrollør sin sjekkliste for rutinekontroll. Dette er ikke mulig for BA-tilbakeslagsventiler, som må vedlikeholdes og testes med spesialverktøy/utstyr. I henhold til § 6 i *Brann- og eksplosjonsvernloven*, som regulerer bruksfasen i et byggverk, er eier og bruker av bygg pålagt diverse oppgaver. Dette medfører blant annet at de skal sørge for nødvendige tiltak for å redusere sannsynlighet for og konsekvens av en brann. Videre skal de også påse at tiltakene blir vedlikeholdt, slik at de virker etter sin hensikt. Ved at ventiler blir utformet og montert på en slik måte at de er enkle å forstå og operere vil det bli mindre frykt for å gjøre feil, og det antas derfor at det i den daglige driften vil være større sjanse for at ettersyn blir gjort, og at det blir korrekt utført. Det kan også tenkes at tilbakeslagsventiler vil bli testet oftere dersom de er utformet på enklest mulige måte, med så få bestanddeler som mulig. Dette vil i så fall være positivt også for drikkevannskvaliteten. Å forenkle utformingen, slik at unødvendig kompleksitet blir eliminert er i tråd med prinsippene i "Inherent Safety Design".

Alle de tre alternativene krever videre arbeid. For alternativ 1 og 2 må det jobbes med lovgivning/endring av veileder/standard, mens alternativ 3 krever produktutvikling og testing/sertifisering.

For at alternativ 1 og 2, med henholdsvis enkel og dobbel EA-tilbakeslagsventil, skal kunne benyttes må veiledningen *VA/Miljø-blad nr. 61* eller den europeiske standarden *NS-EN 1717* endres. I en pressemelding fra Norsk Vann datert 3.april 2020 ble det opplyst at *Stiftelsen VA/Miljø-blad* opphører. Dermed vil det sannsynligvis være behov for å opprette en ny veiledning som erstatter *VA/Miljø-blad nr. 61*²⁸. Alternativt må *NS-EN 1717* endres, men det er en langt mer omfattende prosess. Et annet alternativ kan være å ikke følge *NS-EN 1717* eller *VA/Miljø-blad nr. 61* ved å utvikle en bransjeløsning, som er en fraviksløsning fra *VTEK17*. Dette er mulig siden det er henvist til standarden og veiledningen i veiledningsteksten i *VTEK17*. Det må da dokumenteres at en slik

²⁸ Før COVID-19 inntraff var det påbegynt et samarbeid mellom Norsk Vann, Finans Norge og Asplan Viak om å produsere eller revidere veiledere angående tilbakestrømssikring på sprinkleranlegg. Per 11.mai 2020 er det første fysiske møtet enda ikke avholdt, men det er planlagt et møte i nærmeste fremtid.

bransjeløsning tilfredsstiller funksjonskrav i TEK17 for § 15-5, 1.ledd bokstav d) samt §15-7, 1.ledd bokstav b) og 3.ledd bokstav a).

7.3.3 Andre forhold som påvirker brannsikkerhet i forbindelse med sprinkleranlegg

Siden vannforsyningen er helt kritisk for sprinkleranleggets funksjon er det viktig at også andre forhold enn tilbakeslagsventiler blir adressert. Det er da spesielt vannmengdemåling av sprinkleranleggets vannforsyning som er av interesse. Forhold i offentlig vannforsyningsnett kan endres over tid. Utbygginger i et område kan gjøre at kapasiteten blir redusert ved at det blir flere forbrukere på samme del av nettet. Andre forhold på vannforsyningsnett som kan påvirke vannforsyningen til sprinkleranlegg er trykkreduksjonsventiler som ikke fungerer tilfredsstillende og stengeventiler i feil posisjon [97]. Det har vært tilfeller der vannmengdemålinger har vist store avvik fra forventede verdier, og det som et resultat av dette ble oppdaget ventiler i feil posisjon i vannforsyningsnettet. Dermed er det nødvendig å gjøre vannmengdemålinger fordi å få verifisert faktiske vann- og trykkforhold. I henhold til *NS-EN 12845*, punkt 20.3.4.2.2 skal det utføres en vannmengdemåling ved maksimalt krevet vannmengde hvert år. I *FG-920:4*²⁹ punkt 5.3 står følgende:

"I forbindelse med rutinekontroll kan krav til fullskala vannmengdemåling erstattes av en delvis test dersom det ikke har skjedd vesentlige endringer på anlegg eller vanntilførsel. (...) fortrinnsvis bør det testes opp mot minst 50 % av anleggets krav til vannmengde. Måleresultatet skal ikke fravike teoretiske verdier gitt i en kalibrert nettverksberegning." [98]

En delvis eller nedskalert tappeprøve kan altså tillates dersom resultatene fra en slik prøve ses i sammenheng med en nettverksberegning fra vannverket, også kalt nettmodeller. I flere kommuner tillates ikke sprinklerkontrollører å utføre vannmengdemålinger, mens andre kommuner tillater målinger til en viss vannmengde eller til full kapasitet. Restriksjonene blir satt fordi slike vannmengder det er snakk om i en vannmengdemåling kan medføre at belegg i rør løsrives og gir misfarget vann til abonnenter. Ofte foreslås derfor nettverksberegning som eneste mulighet til å "teste" vannforsyningen. Det er derimot flere ulemper ved en slik løsning. Nettmodeller er basert på flere antagelser som kan være feil, blant annet at en stengeventil står i en annen posisjon enn det som faktisk er tilfellet. Nettmodeller alene kan på denne måten gi en falsk trygghet om at alt er i orden, selv om det ikke er tilfellet.

Et alternativ til løsning på denne problemstillingen er å etableres en norm som de aller fleste kommuner kan slutte seg til. Denne kan beskrive hvordan vannmengdemålinger skal utføres og rapporteres inn for å verifisere nettmodeller. Normen kan etableres som en prøveordning over en periode. Vannmengdemålinger kan enten gjøres ved full kapasitet, eller delvis inntil 50 % av anleggets krav til vannmengde. Et slikt samarbeid mellom de ulike aktørene og VA-etaten vil gagne alle, siden nettverksmodellene blir bedre testet og oppdatert. Å tillate tappeprøver vil kunne medføre at biofilm, både i vannforsyningsnettet og i sprinkler-innlegget, løsrives i større grad enn hva som er tilfellet i dag. Dette kan ha en umiddelbar negativ effekt ved at det leveres misfarget vann til abonnenter. Det antas at dette vil bli et avtagende problem over tid dersom en god rutine for vannmengdemåling etableres, siden dette vil kunne bidra til å forebygge oppbygging av biofilm. På en annen side vil løsriving av biofilm være positivt med tanke på at biofilmdannelsen i sprinkler-innlegg kan utgjøre en tilbakeslags-trussel. I tillegg vil sprinkler-innlegg sannsynligvis ha noe forhøyede konsentrasjoner av jern og mangan. Høyt innhold av jern og mangan kan blant annet føre til slamdannelse og tetting av siler [2]. For at biofilm og andre innholdsstoffer ikke skal tette siler er det viktig at siler er utstyrt med en spylefunksjon og at vedlikeholdsintervaller følges, slik at silen

²⁹ FG-920:4 er en kontrollveiledning for kontroll av sprinkleranlegg

holdes så ren som mulig. Dersom praktisering av denne normen vil medføre misfarget vann over tid til abonnentene kan den avbrytes, og andre alternativer vurderes.

7.3.4 Fremtidig arbeid

I dette delkapittelet vil det gis forslag til fremtidig arbeid som kan være nødvendig for å øke sikkerheten både med tanke på brann og drikkevannskvalitet i forbindelse med tilbakestrømningsbeskyttelse av sprinkleranlegg.

Det bør gjøres flere forsøk, blant annet kan det gjøres flere trykktaps-forsøk, det bør tas vannprøver av sprinkleranlegg med glykol (fra selve glykolsløyfe), samt forsøk med formål å teste påliteligheten til tilbakeslagsventiler. Det kan også vurderes å gjøre forsøk der forskjellen på drikkevannskvalitet og biofilmdannelse, i rør av drikkevannskvalitet og rør av "vanlige" materialtyper benyttet i sprinkleranlegg, blir sammenlignet med hverandre.

Det bør også arbeides med veiledninger og normer som er omtalt tidligere i oppgaven. Dette gjelder oppdatering av eksisterende veiledninger for tilbakestrømningsbeskyttelse samt å få etablert en omforent norm rundt vannmengdemåling av sprinkleranleggets vannforsyning. Det bør også sørges for å lage bedre verktøy for å detektere tilbakeslag og registrere slike hendelser. Dette krever at det blir etablert et bedre samarbeid mellom VA-etater og andre aktører.

Det faktum at standarden *NS-EN 1717* ikke har blitt praktisert før i senere tid viser at det ikke er tilstrekkelig fokus på dette området. Til sammenligning har det i USA blitt gjort en stor del arbeid innenfor dette feltet, og det er et helt annet fokus på tilbakestrømning og tilbakestrømningsbeskyttelse. Det gjenspeiles i at det finnes en yrkesgruppe i USA som har følgende tittel – "backflow inspector". Et annet eksempel er tegneserieboken "Buster Backflow" som ble brukt til opplæring av skolebarn i fylket Alachua, i Florida. Boka ble utgitt i 1986 og handler om tilbakestrømningshendelser, og hvordan slike hendelser kan unngås [99]. Siden det i Norge ikke har vært tilsvarende fokus på tilbakestrømning er det et forbedringspotensiale på flere områder innenfor dette feltet – og spesielt med tanke på sprinkleranlegg. Dette bør derfor bli et satsningsområde siden det er mange usikrede fabrikker, jordbruksbedrifter, sprinkleranlegg og lignende som er tilkoblet det offentlige vannforsyningsnett og dermed kan utgjøre en potensiell trussel for drikkevannskvaliteten.

7.4 Usikkerheter, feilkilder og svakheter ved benyttede metoder

7.4.1 Kvalitativ kartlegging og gjennomgang av litteratur

Usikkerheter og feilkilder knyttet til den kvalitative kartleggingen er avhengig av at intervjuobjekter gjengir riktig informasjon og at de blir sitert korrekt. Derfor er det sendt utkast til alle intervjuobjekter, for å verifisere at det er riktig sitert. Når det gjelder selve metoden for kvalitativ kartlegging er det kun et begrenset utvalg av kommuner som er kontaktet. Dette kan være en svakhet siden det er relativt få kommuner av alle landets kommuner som er representert i denne oppgaven. Denne utvelgelsen skyldtes at det ble vurdert som lite hensiktsmessig med tanke på tidsforbruk å gjøre en større undersøkelse siden kartleggingen skulle være en av mange deler av oppgaven. Det er derimot mange av de største kommunene som er tatt med i oppgaven, noe som kan medføre at kartleggingen omfatter store deler av de sprinkleranlegg og følgelig tilbakeslagsventiler som er installert i landet. Siden det ikke finnes noe register over installerte tilbakeslagsventiler, er det vanskelig å si hvor representativ denne kartleggingen har vært. Det er vurdert at større kommuner har bedre rapporteringssystemer for tilbakeslagshendelser samt at de sannsynligvis har opplevd flere tilbakeslag. Dette kan vise seg å være feil, siden det kun er en av de fem kommunene som hadde oversikt over dette. På en annen side kan det tenkes at det i mindre kommuner der "alle kjenner alle" vil være bedre oversikt over slike hendelser, men det er trolig veldig stedsavhengig.

Noe som er felles for både kvalitativ kartlegging og gjennomgang av litteratur er spørsmålet om til hvilken grad de amerikanske ventiltypene er jevnbyrdige med de europeiske ventiltypene. I oppgaven er det antatt at de er tilnærmet like, fordi selve virkemåter og oppbygning av ventilene ser identisk ut. Dette kan imidlertid vise seg å være feil, og noe av grunnlaget for enkelte funn i kvalitativ kartlegging og gjennomgang av litteratur kan være feil.

I gjennomgang av litteratur i kapittel 4.1.5 er det en kilde som handler om påliteligheten for ulike typer tilbakeslagsventiler. Det faktum at det ikke er beskrevet hvordan forsøket er satt opp og utført, medfører at det er stor usikkerhet til disse funnene i denne kilden. Kilden er likevel tatt med i kapittelet fordi den gir en vag pekepinn eller trend, som antyder at den amerikanske ventiltypen "*Reduced-Pressure Principle Backflow-Prevention Assembly*", som tilsvarer BA-tilbakeslagsventiler, svikter sjeldnere enn de to andre typene ventiler. Det er ikke funnet andre kilder som kan styrke eller svekke disse funnene. Det er viktig at disse funnene blir sett på med et kildekritisk blikk. Når det gjelder påliteligheten til BA-tilbakeslagsventiler vil denne være avhengig av rett montasje. Under en sprinklerkontroll har det personlig blitt observert en feilmontert BA-tilbakeslagsventil. Bilder av denne ventilen og forklaring kan ses i *Vedlegg H: Bilder av feilmontert BA-tilbakeslagsventil*. Dette viser at det er behov for opplæring på denne typen ventiler.

7.4.2 Vannprøver

Det ble gjort en utvelgelse for å komme frem til de ti sprinkleranlegg det skulle tas vannprøver av. I denne prosessen ble det prioritert å finne ut innholdsstoffene i "normalt sprinklervann", altså uten tilsetningsstoffer. Dette fordi tilsetningsstoffer som frostvæsker har kjente egenskaper. Likevel kan bakterieveksten i frostvæskefylt vann være annerledes enn for "normalt" sprinklervann. Frostvæskefylte endeanlegg skal være utstyrt med tilbakeslagsventil oppstrøms påfylling av frostvæske. Dette innebærer at et sprinkleranlegg med frostvæske vil ha en ekstra barriere til sammenligning med sprinkleranlegg uten frostvæske. Først vil det være tilbakestrømningsbeskyttelse i form av en tilbakeslagsventil, i henhold til alternativ 1-3 i forrige underkapittel. Deretter selve sprinklerventilen, som ikke har noen form for "tilbakeslagsklassifisering". Til slutt er det tilbakeslagsventilen på det frostvæskefylte endeanlegget. Dersom det i tillegg blir montert sil/filter på sprinkler-innlegg vil sannsynligheten for tilbakeslag fra frostvæskefylte sprinkleranlegg antas å være meget lav.

Det ble gjort en utvelgelse av type sprinkleranlegg basert på at det skulle være ulik virksomhet/bruk i byggene og forskjellig alder på anleggene. Dette ble gjort for å undersøke om disse parameterne kunne ha en tydelig påvirkning på resultatene. Slike sammenhenger ble ikke funnet. Antall anlegg det ble tatt vannprøver av ble begrenset av økonomiske aspekter. Likevel gir de ti vannprøvene et godt grunnlag, spesielt sammen med de svenske vannprøvene, for å kunne si noe om vannkvaliteten i sprinklervann.

Videre ble vannprøvene tatt via tre forskjellige punkter like oppstrøms alarmventilklaffen. Grunnen til at det ble tre forskjellige punkter er at utformingen av sprinkleranlegg varierer. På noen sprinkleranlegg var det mulig å skru ut en plugg på C-manometer, mens på andre anlegg var det ingen plugg på samme plass. Derfor ble det forskjellige prøvepunkter siden det måtte tas prøver fra der det var mulig å komme til med prøveflasker. Alt tatt i betraktning er de tre punktene så å si fra samme sted på sprinkleranleggene, med bare noen meter som skilte de fra hverandre. Prosedyren før påfylling av prøveflasker var at det ble tappet vann via dreneringsventil i et visst antall sekunder. Denne prosedyren sørger uansett for at det er vann fra lenger ute i anlegget som tappes, slik at de få meterne i forskjell vil ha minimal eller ingen betydning. For ett av de ti sprinkleranlegg ble det tappet vann i 60 sekunder, mens det for resterende ni anlegg ble det tappet i 30 sekunder. For det ene anlegget ble det tatt en vurdering om det var gammelt vann eller ikke. Dette ble basert på

indikasjoner på lukt og et inntrykk av den totale anleggsstørrelsen. Sett i etterkant burde muligens denne vannprøven også blitt tatt etter 30 sekunders tapping for at denne parameteren skulle vært lik for alle anleggene. En slik metode er ikke en nøyaktig vitenskap, siden de forskjellige anleggene har ulik størrelse og utforming. Dermed vil denne forskjellen på 30 sekunder med tapping sannsynligvis ikke ha stor påvirkning på resultatene. Lignende prosedyre ble benyttet i vannprøvene som ble utført i forbindelse med studien "*Wet-pipe fire sprinklers and water quality*" [13]. Her ble det tappet i både 30 og 60 sekunder, samt lengre perioder også, før fylling av prøveflaskene.

Under prøvetaking ble det observert en tydelig lukt og farge på de vannprøver fra de aller fleste sprinkleranleggene. En mer nøyaktig beskrivelse av graden av disse egenskapene kunne blitt skrevet ned under prøvetakingen, slik at disse egenskapene hadde blitt tabellresultater fra vannprøvene på lik linje med tabellene fra de svenske vannprøvene.

Parameterne E.coli og koliforme bakterier, som kan indikere fekal forurensning, ble analysert med for høy rapporteringsgrense i fire av de ti vannprøvene (vannprøvene A, B, I og J). Dette er noe uheldig, men det kan med rimelig stor sikkerhet antas at fekal forurensning meget sjelden forekommer i sprinklervann, basert på funn fra alle vannprøver som er nevnt i denne oppgaven.

I vedleggene for resultater fra vannprøvene er det oppgitt måleusikkerheter. I et "worst case -tilfelle" kan det tenkes at måleusikkerheten må adderes på verdiene fra vannprøvene. Dersom dette skulle være tilfellet vil det kun være en vannprøve der en slik hendelse vil vippe en vannprøve som er rapportert med verdier under grenseverdi/tiltaksgrense – til å overskride grenseverdi/tiltaksgrense. Dette gjelder vannprøve I, for parameteren bly. Det bemerkes at det er stor usikkerhet for vannprøve F for parameteren mangan. Denne overskrider allerede en god del over grenseverdi/tiltaksgrense. Med tanke på helserisikoanalysen vil disse analyseusikkerhetene sannsynligvis bli "spist opp" av alle de konservative anslagene som er gjort. Se neste avsnitt for videre redegjørelse rundt de konservative anslagene.

7.4.3 Risikoanalyser

De grenseverdier/tiltaksgrenser som står oppført i drikkevannsforskriften har alle en innebygd sikkerhetsmargin. Det samme gjelder også for de andre verdiene som er benyttet i helserisikoanalysen, blant annet MTDI-verdier. I analysen er det også jevnt over benyttet konservative anslag. Det er benyttet høyeste verdier for normalt daglig inntak av stoffer, samt at daglig inntak av vann settes til 2 l/dag selv om det er lite trolig at folk inntar slike mengder av vann med endret farge, lukt og smak. I tillegg er de målte verdiene fra forsøkene benyttet uten noen form for uttynning av konsentrasjon. Det er heller ikke medtatt noen begrensende effekt av ventiler og lignende som vil kunne bremse eller hindre tilbakestrømning. Anslagene vurderes derfor å bidra til at de funnene som er gjort i denne analysen er overestimert, og lite trolig vil representere et virkelig tilfelle. Mest trolig vil det være mindre konsentrasjoner med de aktuelle stoffene som folk utsettes for, enn de benyttede konsentrasjonene. Til sammen vil sannsynligvis alle konservative anslag og innebygde sikkerhetsmarginer i grenseverdier bidra til at de usikkerheter og feilkilder som finnes blir "spist opp"/nøytralisert av denne samlede "bufferen".

I grovanalysen med fokus på brannsikkerhet er det gjort en rekke antagelser. Disse antagelsene er gjort fordi det er meget lite erfaringsdata/statistikk innenfor dette området. På grunn av alle antagelser er det ikke forsøkt å tallfeste risiko, men heller forsøkt å sammenligne de to ventiltypene opp mot hverandre ved å gjøre vurderinger. Dermed vil resultatene fra analysen ha minimal usikkerhet knyttet til seg. Det er mulig at flere av de antagelser som er gjort kan være feil, selv om alle antagelser har blitt nøye vurdert.

8 Konklusjon

Formålet med oppgaven er å bidra til fremtidige beslutningsprosesser rundt valg av tilbakestrømningsbeskyttelse for sprinkleranlegg. I den forbindelse ble det gjennomført vannprøver av ti forskjellige sprinkleranlegg for å kartlegge innholdsstoffer i sprinklervann. Drikkevannsforskriftens grenseverdi/tiltaksgrense overskrides for parameteren bly i tre av ti vannprøver. For jern overskrides grensen i alle vannprøver, mens det for mangan overskrides for alle utenom en. For parameterne kimentall og pH er det en av vannprøvene som har verdier over tillatt grense. Unormal farge og lukt ble også observert under prøvetaking. Legionella ble ikke påvist, dermed forventes legionella å utgjøre en særdeles liten risiko i forbindelse med sprinkleranlegg. For parameterne jern, bly og mangan er det vannprøve F, med "eldst vann", som hadde de høyeste konsentrasjoner. Dette kan tyde på at det ikke er ideelt at sprinklervann får stå alt for lenge uten å bli skiftet ut. Det er med stor sannsynlighet væskekategori 3 som er rett kategori for sprinklervann i henhold til *NS-EN 1717*.

Det vil trolig være parameterne jern og bly som utgjør størst fare ved tilbakeslag. Denne faren må ses i sammenheng med den lave sannsynligheten for at mennesker kan bli utsatt for slike mengder som er benyttet i helserisikoanalysen, og ukritisk drikke vannet uten å reagere på endret farge, smak og lukt. Det er likevel en viss sannsynlighet for uheldige helseeffekter, noe som medfører et behov for en tilbakestrømningsbeskyttelse som ivaretar drikkevannskvaliteten.

BA-tilbakeslagsventil, for beskyttelse av væskekategori 4, er mest trolig den beste typen tilbakeslagsventil i et drikkevannskvalitet-perspektiv. Det er derimot flere aspekter som må hensyntas i beslutningsprosessen rundt valg av rett tilbakestrømningsbeskyttelse. Sammenlignet med EA-tilbakeslagsventiler, for beskyttelse av væskekategori 2, er det større risiko med tanke på brannsikkerheten knyttet til BA-tilbakeslagsventiler. Dette kan forklares med at BA-tilbakeslagsventiler antas å være mest utbredt av de to ventiltypene, samt at det er større trykktap over selve ventilen. I tillegg skal denne typen ventiler monteres nedstrøms sil/filter med fin maskevidde, noe som kan medføre fare for tett filter og stort trykktap. Det er også en mer kompleks ventil fordi den har flere bestanddeler enn EA-ventiler og det kreves spesialutstyr for vedlikeholdsarbeid på ventilen. For å kompensere høyere trykktap vil montering av BA-ventil i større grad medføre et behov for å montere trykkøkningpumper i tillegg. Trykkøkningpumper vil igjen bidra til mer kompleksitet og flere potensielle feilkilder med tanke på prosjektering, montering, ettersyn og kontroll av installasjonene.

De BA-tilbakeslagsventiler som finnes på det norske markedet er ikke spesielt designet for sprinkleranlegg. Dette fremkommer av at de ikke er testet til høyeste tillatte trykk i sprinkleranlegg, samt det høye trykktapet de medfører. Med bakgrunn i funn i denne oppgaven kan det argumenteres for at det trengs nye løsninger som tilfredsstiller både drikkevannskvalitet og brannsikkerhet. Det foreslås derfor tre alternativer som mulige forbedringer av dagens løsninger:

1. EA-tilbakeslagsventil og grovsil med spylefunksjon/tømmeventil
2. Dobbel EA-tilbakeslagsventil og grovsil med spylefunksjon/tømmeventil
3. Oppgradere dagens BA-tilbakeslagsventiler med tanke på å minimere trykktap eller importere fra utenlandske produsenter. Det må også installeres grovsil med spylefunksjon/tømmeventil oppstrøms ventilen

Alle løsningene forutsetter innvendig montering i sprinklersentral. Felles for de tre alternativene er at eventuelle frostvæskefylte endeanlegg i tillegg bør utstyres med en enkel EA-tilbakeslagsventil plassert oppstrøms påfylling av frostvæske på selve endeanlegget. Alternativ 1 og 2 anbefales fremfor alternativ 3, fordi trykktapet vil være lavere over disse tilbakeslagsventil-løsningene, samt at de vil være enklere å montere, etterse, vedlikeholde og kontrollere korrekt.

9 Referanser

- [1] KBT, «Kollegiet for brannfaglig terminologi (KBT),» [Internett]. Available: <http://www.kbt.no/faguttrykk.asp>. [Funnet 19 mai 2020].
- [2] Folkehelseinstituttet, «Miljø og helse - en forskningsbasert kunnskapsbase,» Folkehelseinstituttet, Oslo, 2003.
- [3] Norsk Vann, «VA ordbok,» [Internett]. Available: <https://kurs.norskvann.no/mod/glossary/view.php>. [Funnet 19 mai 2020].
- [4] Standard Norge, «NS-EN 12845: Faste brannslukkesystemer - Automatiske sprinklersystemer - Dimensjonering, installering og vedlikehold,» Standard Norge, 2015.
- [5] Standard Norge, «NS-EN 1717: Beskyttelse mot forurensning av drikkevann i drikkevannsinstallasjoner og generelle krav til utstyr for å hindre forurensning ved tilbakestrømning,» Standard Norge, 2001.
- [6] Direktoratet for Byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning (VTEK17),» 2017. [Internett]. Available: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>. [Funnet 15 mars 2020].
- [7] Opplysningskontoret for automatiske slokkeanlegg (OFAS), «Ordliste,» [Internett]. Available: <https://brannvernforeningen.no/slokkeanlegg/ofas/ordliste/>. [Funnet 19 mai 2020].
- [8] Asplan Viak AS, «VA/Miljø-blad 61 Sikring mot tilbakestrømning av forurenset,» Norsk Vann, 2016.
- [9] Det Norske Akademi for Språk og Litteratur, «Det Norske Akademis ordbok,» [Internett]. Available: <https://naob.no/ordbok/tiltaksgrense>. [Funnet 20 mai 2020].
- [10] E. A. Vik, G. Breedveld, T. Farestveit og m.fl., «VEILEDNING 99:01a: Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn,» Statens forurensningstilsyn (nå: Klima- og forurensningsdirektoratet), 1999.
- [11] A. S. Bøe og C. Sesseng, «Krav til ettersyn og pålitelighet til sprinkleranlegg,» RISE Fire Research, 2019.
- [12] C. Berg og R. Hedenström, «Orienterande undersökning av vattenkvalitet i några sprinkleranläggningar för brandsläckning i Stockholms kommun,» Stockholm Vatten AB, Stockholm, 2005.
- [13] S. Duranceau, J. Poole og J. Foster, «Wet-pipe fire sprinklers and water quality,» Journal - American Water Works Association, 1999.
- [14] United States Environmental Protection Agency, Office of Ground Water and Drinking Water, «Potential Contamination Due to Cross-Connections and Backflow and the Associated Health Risks,» United States Environmental Protection Agency, Office of Ground Water and Drinking Water, 2001.

- [15] H. Ødegaard, Vann- og avløpsteknikk, Norsk Vann, 2012.
- [16] Norsk Vann BA, «Norsk Vann Samfunn,» 26 mai 2016. [Internett]. Available: <https://www.norskvann.no/index.php/vann/om-vann/17-samfunnsutvikling/297-samfunnsutviklingsoversikt>. [Funnet 6 januar 2020].
- [17] Stiftelsen VA/Miljø-blad, «VA/Miljø-blad 30 Valg av rørmateriell,» Stiftelsen VA/Miljø-blad, 2010.
- [18] E. Andersen, «Vannrapport 127: Vannforsyning og helse. Veiledning i drikkevannshygiene,» Folkehelseinstituttet, 2016.
- [19] E. Andersen og B. E. Løfsgaard, «Vannrapport 128: Nok, godt og sikkert drikkevann offshore. En veileder i utforming og drift av drikkevannsanlegg på offshoreinnretninger (5. utgave),» Folkehelseinstituttet, 2017.
- [20] Loss Prevention Council, «LEGIONELLA AND FIRE FIGHTING SYSTEMS,» Loss Prevention Council, 1999.
- [21] J. E. Pettersen, «Vannrapport 123: Forebygging av legionellasmitte - en veiledning (4. utgave),» Folkehelseinstituttet, 2015.
- [22] Helse-og omsorgsdepartementet, «Forskrift om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften),» Helse-og omsorgsdepartementet, 2017.
- [23] F. Sjøvold, A. Hansen og C. Rønning, «Helsemessig sikkert vannledningsnett,» Norsk Vann, 2008.
- [24] F. Ording, «Tilbakestrømssikring – veiledning til vannverkseiere,» Norsk Vann (Asplan Viak), 2015.
- [25] Norsk Vann, «Hvordan velge og installere tilbakestrømssikring? En veiledning til bygningseiere og rørleggere,» Norsk Vann.
- [26] W. Thelin og R. Wighus, «Vann til brannslukking og sprinkleranlegg,» Norsk Vann, 2016.
- [27] SINTEF Byggforsk, «321.025 Brannsikkerhet. Dokumentasjon av prosjektering, utførelse og kontroll - oversikt,» 2013.
- [28] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, «Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven),» Lovdata, 2008.
- [29] Justis- og beredskapsdepartementet, «Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven),» Lovdata, 2002.
- [30] Justis- og beredskapsdepartementet, «Forskrift om brannforebygging,» Lovdata, 2016.
- [31] Standard Norge, «NS-EN 16925 Faste brannslukkesystemer - Automatiske boligsprinklersystemer - Dimensjonering, installering og vedlikehold,» Standard Norge, 2019.

- [32] Mattilsynet, «Veileder Drikkevannsforskriften,» Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler (Mattilsynet), 2019.
- [33] Kommuneforlaget, Tekniske bestemmelser Standard abonnementsvilkår for vann og avløp, Oslo: Kommuneforlaget, 2017.
- [34] E. Melheim, «VA/Miljø-blad 82 Vatn til brannsløkking,» Norsk Vann, 2017.
- [35] Brannvernforeningen, «Opplysningskontoret for automatiske slokkeanlegg,» mars 2011. [Internett]. Available: <https://brannvernforeningen.no/slokkeanlegg/ofas/ordliste/>. [Funnet 25 januar 2020].
- [36] Rådet for vedlikehold av brannsløkkemateriell , Grunnopplæring for vedlikeholdsteknikere vannbaserte slokkeanlegg Hefte 2 Sprinklerteknikk, Rådet for vedlikehold av brannsløkkemateriell , 2012.
- [37] Viking Group Inc., «Viking Group Inc.,» [Internett]. Available: https://www.vikinggroupinc.com/sites/default/files/literature/VikingPosters10forWeb%201_Wet.pdf. [Funnet 21 mars 2020].
- [38] FG-Skadeteknikk, FG-930:1 FG-veiledning til NS-EN 12845, FG-Skadeteknikk, 2019.
- [39] Stiftelsen VA/Miljø-blad, «VA/Miljø-blad 7 Tilknytning av stikkledning til hovedvannledning,» Stiftelsen VA/Miljø-blad, 2017.
- [40] Oslo Kommune Vann- og avløpsetaten, «VA-norm Oslo Kommune,» 1 juli 2019. [Internett]. Available: http://www.va-norm.no/wp-content/uploads/2019/06/Vedlegg-162_Skillevprivat_kommunalt-eiendomsforhold_A.pdf. [Funnet 21 mars 2020].
- [41] Resideo Technologies, Inc, «BA300 - Backflow Preventer Specification sheet,» Resideo Technologies, Inc, 2019.
- [42] «RPZ VALVE BACKFLOW PROTECTION - HONEYWELL,» 14 desember 2015. [Internett]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=5u6O2oCQqZM>. [Funnet 19 januar 2020].
- [43] Resideo Technologies, Inc, «FY69P Grey cast iron Y-strainer with flange connections Specification sheet,» Resideo Technologies, Inc, 2019.
- [44] M. F. Espegaard og T. Sørum, *Personlig kommunikasjon, 22.10.19 og 29.10.19*, Krugre AS, 2019.
- [45] Standard Norge, «NS-EN 806-5:2012 Krav til drikkevannsinstallasjoner i bygninger. Del 5: Drift og vedlikehold,» Standard Norge, 2012.
- [46] Resideo Technologies, Inc, «CA295 Backflow Preventer Specification sheet,» Resideo Technologies, Inc, 2019.
- [47] Resideo Technologies, Inc., «RV283S Controllable anti-pollution check valve Specification sheet,» Resideo Technologies, Inc., 2019.
- [48] Bayard by Talis, «Data sheet - Check valve NOREPOL Series H1 10,» Talis.

- [49] A. Eltervåg, T. Hansen, E. Lootz, E. Rasmussen, E. Sørensen, B. Johnsen, B. Heggland, Ø. Lauridsen og G. Ersdal, «Prinsipper for barrierestyring i petroleumsvirksomheten, Barrierenotat 2017,» Petroleumstilsynet, 2017.
- [50] T. Aven, «Store Norske Leksikon,» 16 mars 2016. [Internett]. Available: <https://snl.no/p%C3%A5litelighet>. [Funnet 2 februar 2020].
- [51] S. J. Nesheim, *Lecture: "ING 4007 Industrial Fire Safety, Inherent Safety"*, HVL, 2019.
- [52] D. I. Jacobsen, *Hvordan gjennomføre undersøkelser Innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, Kristiansand: Høyskoleforlaget, 2005.
- [53] M. Rausand og I. B. Utne, *Risikoanalyse - teori og metoder*, Bergen: Fagbokforlaget, 2009.
- [54] S. Andersson, *ING2047 – Risikoanalyse: Introduksjon til helserisiko*, Høgskulen på Vestlandet.
- [55] Watts Regulator Co, «STOP BACKFLOW NEWS,» Watts Regulator Co, 1998.
- [56] J. Söderholm, «Rørfag,» 16 juli 2009. [Internett]. [Funnet 23 november 2019].
- [57] K. Asmervik og G. N. Eilertsen, «Etylenglykol i drikkevann,» *Utposten* 3, 2015.
- [58] The University of Florida, Training, Research and Education for Environmental Occupations , «The University of Florida, Training, Research and Education for Environmental Occupations,» [Internett]. Available: <https://treeo.ufl.edu/backflow/epa-resources/backflow-case-histories/>. [Funnet 24 november 2019].
- [59] PACIFIC NORTHWEST SECTION AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, «Summary of backflow incidents, fourth edition,» 1995. [Internett]. Available: <http://www.nobackflow.com/pnw-all.htm>. [Funnet 22 februar 2020].
- [60] F. Ording, *"Eksempler_ekstern bruk.doc" (upublisert)*.
- [61] Z. Liu, Y. Lin, J. Stout, C. Hwang, R. Vidic og V. Yu, Effect of flow regimes on the presence of Legionella within the biofilm of a model plumbing system, *Journal of Applied Microbiology* 101 pp.437–442., 2006.
- [62] V. Thomas, T. Bouchez, V. Nicolas, S. Robert, J. Loret og Y. Levi, Amoebae in domestic water systems: resistance to disinfection treatments and implication in Legionella persistence, *Journal of Applied Microbiology* 97 pp.950–963, 2004.
- [63] R. L. Ritland og L. O'Brien, *Backflow Prevention Theory and Practice*, Third Edition, Florida: Kendall Hunt Publishing Company, 2019.
- [64] Godt Vann Drammensregionen, «Slokkevann for brannvesen og sprinkelanlegg,» Godt Vann Drammensregionen, Drammen, 2017.
- [65] Sarpsborg Kommune, «Brosjyre med retningslinjer angående slokkevann for brannvesen, og vann til sprinkling,» Sarpsborg Kommune, Sarpsborg, 2018.

- [66] F. L. Hart, R. Till, C. Nardini og D. Bisson, Backflow Protection for Residential Sprinkler Systems, U.S. Fire Administration, Federal Emergency Management Agency, 2003.
- [67] F. Clausen, *Personlig kommunikasjon*, 22.11.2019, Trondheim Kommune, Trondheim Bydrift, 2019.
- [68] S. S. Kvandal og R. J. Tingdal, *Personlig kommunikasjon*, 28.10.19 og 10.01.2020, Vann- og avløpsverket Stavanger Kommune, 2020.
- [69] P.-K. Johannessen, *Personlig kommunikasjon*, 04.12.19, Oslo Kommune – Vann- og avløpsetaten, 2019.
- [70] S. Karlsen, *Personlig kommunikasjon*, 09.03.20, Bærum Kommune - Vann og avløp, 2020.
- [71] J. V. Geel, *Personlig kommunikasjon*, 18.02.10, Bergen Kommune – Vann og avløpsetaten .
- [72] A. E. Bjørklund, *Personlig kommunikasjon*, 05.03.2020, Bergen Vann KF, 2020.
- [73] T. Melling, *Personlig kommunikasjon*, 05.03.2020, Bergen Vann KF, 2020.
- [74] H. Tøkje, *Personlig kommunikasjon*, 05.03.2020, 2020.
- [75] T. Eide, *Personlig kommunikasjon*, 20.03.2020, 2020.
- [76] AVK International A/S, «AVK International A/S,» [Internett]. Available: <https://www.avkvalves.eu/en/product-finder/filters-strainers/filters-and-strainers/910-21-001>. [Funnet 26 mars 2020].
- [77] WATTS, «WATTS product specification: Series 77F-DI-250 Flanged, Wye Pattern, Ductile Iron Strainers,» [Internett]. Available: <https://www.watts.com/dfsmedia/0533dbba17714b1ab581ab07a4cbb521/20265-source/ES-77f-DI-250.pdf>. [Funnet 26 mars 2020].
- [78] Brannteknisk forening , «Brannteknisk forening,» [Internett]. Available: <https://www.branntekniskforening.no/index.php/11-faggruppe-sprinkler>. [Funnet 27 mars 2020].
- [79] Folkehelseinstituttet, «Kjemiske og fysiske stoffer i drikkevann,» 19 november 2018. [Internett]. Available: [https://www.fhi.no/nettpub/stoffer-i-drikkevann/kjemiske-og-fysiske-stoffer-i-drikkevann/](https://www.fhi.no/nettpub/stoffer-i-drikkevann/kjemiske-og-fysiske-stoffer-i-drikkevann/kjemiske-og-fysiske-stoffer-i-drikkevann/). [Funnet 8 april 2020].
- [80] World Health Organization (WHO), «Iron in Drinking-water,» 2003. [Internett]. Available: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/iron.pdf. [Funnet 7 april 2020].
- [81] U.S. National Library of Medicine, «PubChem Iron (Compound),» [Internett]. Available: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/23925>. [Funnet 8 april 2020].
- [82] STORE NORSKE LEKSIKON, «STORE MEDISINSKE LEKSIKON jern-ernæring,» 27 januar 2020. [Internett]. Available: https://sml.snl.no/jern_-_ern%C3%A6ring. [Funnet 16 april 2020].

- [83] World Health Organization (WHO), «Lead in Drinking-water,» 2011. [Internett]. Available: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/lead.pdf. [Funnet 8 april 2020].
- [84] Universitetet i Oslo (UiO), «Periodesystemet Bly,» [Internett]. Available: <https://www.periodesystemet.no/grunnstoffer/bly/index.html>. [Funnet 8 april 2020].
- [85] Folkehelseinstituttet, «Fakta om bly i mat og miljø,» 16 september 2015. [Internett]. Available: <https://www.fhi.no/ml/miljo/miljogifter/fakta/bly-i-mat-og-miljo---faktaark/>. [Funnet 16 april 2020].
- [86] Helsebiblioteket, «Helsebiblioteket.no,» 24 oktober 2015. [Internett]. Available: <https://www.helsebiblioteket.no/forgiftninger/gasser-og-kjemikalier/bly-metallisk-og-uorganisk>. [Funnet 21 april 2020].
- [87] Universitetet i Oslo (UiO), «Periodesystemet Mangan,» [Internett]. Available: <https://www.periodesystemet.no/grunnstoffer/mangan/index.html>. [Funnet 8 april 2020].
- [88] World Health Organization (WHO), «Manganese in Drinking-water,» 2011. [Internett]. Available: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/manganese.pdf. [Funnet 8 april 2020].
- [89] Eurofins, «Forklaringer til drikkevannsanalyser ihht. Drikkevannsforskriften,» [Internett]. Available: <https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/474305/forklaringer-til-drikkevannsforskriften-enkel-rutinekontroll.pdf>. [Funnet 10 april 2020].
- [90] Folkehelseinstituttet, «Mikrobiologiske drikkevannsanalyser - hva forteller de?,» 9 mars 2018. [Internett]. Available: <https://www.fhi.no/ml/drikkevann/nasjonalt-vannvakt/mikrobiologiske-drikkevannsanalyser/>. [Funnet 10 april 2020].
- [91] J. Bartram, J. Cotruvo, M. Exner, C. Fricker og A. Glasmacher, «Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety,» World Health Organization (WHO), 2003. [Internett]. Available: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/HPCFull.pdf. [Funnet 10 april 2020].
- [92] Universitetet i Oslo (UiO), «Periodesystemet Sink,» [Internett]. Available: <https://www.periodesystemet.no/grunnstoffer/sink/index.html>. [Funnet 10 april 2020].
- [93] The Health and Food Supplements Information Service (HSIS), «HSIS Zinc,» PAGB (Proprietary Association of Great Britain), [Internett]. Available: <https://www.hsis.org/a-z-food-supplements/zinc/>. [Funnet 22 april 2020].
- [94] Vitenskapskomiteen for mattrygghet, «VKM Report 2017: 6 - Assessment of zinc intake in relation to tolerable upper intake levels. Opinion of the Panel on Nutrition, Dietetic Products, Novel Food and Allergy of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety,» 2017. [Internett]. Available: <https://vkm.no/download/18.645b840415d03a2fe8f26465/1499330020541/db963cd632.pdf>. [Funnet 22 april 2020].
- [95] National Fire Protection Association, «NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems,» National Fire Protection Association (NFPA), 2019.

- [96] Ames Fire & Waterworks (A WATTS Brand), «Maxim™ Series M400, M400N, M400Z Reduced Pressure Zone Assemblies,» 2019. [Internett]. Available: <https://www.watts.com/dfsmedia/0533dbba17714b1ab581ab07a4cbb521/35105-source/es-a-m400-m400n-m400z>. [Funnet 10 mai 2020].
- [97] Brannteknisk forening v/ Ronny Samuelsen, «Godt Vann Drammensregionen,» [Internett]. Available: <https://www.godtvann.no/filarkiv/File/Slokkevann/seminar-mai-17/Ronny%20Samuelsen%20Vann%20til%20sprinkleranlegg.pdf>. [Funnet 11 mai 2020].
- [98] FG-Skadeteknikk, «FG-920:4 FG-veiledning Kontroll av faste automatiske vannbaserte slokkeanlegg,» FG-Skadeteknikk, 2018.
- [99] Nobackflow, «Nobackflow,» [Internett]. Available: <http://www.nobackflow.com/buster.htm>. [Funnet 12 mai 2020].

Vedlegg

Vedlegg A: Prosedyre og utstyrsliste for vannprøver

- Prosedyre:

- 1) Koble ut signaler til brannalarmsentral via "nøkkelboks" eller på selve brannalarmsentralen
- 2) Stenge hovedstengeventil og eventuelle stengeventiler til hydraulisk alarmklokke
- 3) Åpne dreneringskran og tappe 30-60 sekunder (tiden det tar å åpne kranen er inkludert i denne tiden)
- 4) Stenge dreneringskranen
- 5) Demontere avløp eller fjerne plugg på C-manometer slik at det er mulig å komme til med prøve-arrangement (vannflasker)
- 6) Kanten rundt der vannet tas ut, tørkes av med spritservietter for å få vekk eventuelle urenheter/partikler som kan stamme fra demontering av plugg og annet utstyr.
- 7) Fylle ut prøveark (tidspunkt, tid for tapping m.m.) og merke prøveflasker
- 8) Åpning av ventil på C-manometer / test- eller dreneringsventil for fylling av prøveflaske. Bøtte benyttes for å unngå for mye søl på gulv.
- 9) Plugging av C-manometer/tilbakeføring av drenering og resetting av alarmfunksjoner på sprinkler- og brannalarmanlegg.

- Utstyrsliste:

- Kjølebag og kjøleelementer
- Prøveflasker
 - § For bakteriologisk undersøkelse
 - § For kjemisk undersøkelse
- Engangshansker
- Spritservietter
- Bøtte
- Gjengeteip
- Skjema for utfylling av info om vannprøver
- Vannfast tusj for merking av flasker
- Stige (1 sprinkleranlegg)
- Verktøy
 - § 2 stk skiftenøkler
 - § Pipesett til avmontering av fester som holdt PVC-avløpsrør (fra dreneringsventil) på plass

Vedlegg B: Risikomatrise Oslo Kommune

R i s k o - n r.	Beskrivelse av risiko (uønsket hendelse)	Risiko-driver /årsak	Beskrivelse konsekvens av risiko /hendelse	Pågående / eksisterende tiltak	S	K	Risiko -nivå	Risiko -eier:	Forslag til nye tiltak:	Ansvar- lig:	Frist:	S	K	Risiko -nivå
R 7	Sprinkler - anlegg	Mulighet for innsug av stillestående vann fra sprinkleranlegg. Vann fra sprinkleranlegg kan være kjemisk forurenset på grunn av utlekking fra rørmaterialer og armatur. Sprinkleran- legget består av rør som ikke er godkjent for drikkevann. Det kan i tillegg være en risiko for oppvekst av mikrober som for eksempel Legionella i stillestående vann ved romtemperatur.	Tilbakesug av sprinklervann vil kunne føre til at drikkevannet blir forurenset av kjemikalier fra rørmaterialet i sprinkleranlegget og mikrober på grunn av begroing. Ved tilbakestrømning av vann fra sprinkleranlegg er det en risiko for spredning av forurensning på mer sentrale punkter i ledningsnettet, siden sprinkleranlegg finnes spredt rundt i hele byen. Sprinkleranlegg er spesielt viktige å sikre godt, da de ved et eventuelt tilbakesug har forurensningen i umiddelbar nærhet, ved at vannet i sprinkleranlegget og nettvann er direkte tilkoblet.	Nye sprinkleranlegg sikres med væskekategori 4-ventiler. Eksisterende sprinkleranlegg som har vært omfattet av tilsyn har fått krav om å sikre med tilbakestrømni- ngsbeskyttelse godkjent for væskekategori 4.	4	3	Middel s		Fortsette tilsyn av eksisterende sprinkleranlegg, for å gi krav om installasjon av tilbakestrømningsbeskyt- telse. Installasjon av væskekategori 4-ventil kan i noen tilfeller gi for høyt trykktap i eksisterende sprinkleranlegg, slik at det ikke blir høyt nok trykk ut til dysene. En mulighet i disse tilfellene kan være å gi et fravik for installasjon av væskekategori 2-ventil.			2	3	Middels

Det er foretatt noen små endringer med tanke på layout av denne risikomatrisen for å få hele tabellen med på en side. Alt innhold i matrisen er uendret. Det understrekes at denne risikomatrisen enda ikke er godkjent, og dermed kun er å anse som et arbeidsdokument. Det bemerkes også at risikomatrisen er et verktøy for å indentifisere kritiske virksomheter under ett, og hvert tilfelle må vurderes individuelt. Etter at matrisen ble mottatt er malen for risikomatrisen endret. Denne oppdateringen har ikke medført innholdsmessige endringer av betydning.

Vedlegg C: Informasjon i forbindelse med Tilbakestrømningshendelse 14

Fra: Bjørklund, Annie
Sendt: 12. november 2013 16:33
Til: Walde, Anna
Kopi: McCarley, Sandra
Emne: xxxxxx

Hei.

Etter arbeid på sprinkleranlegget til boligblokken i xxxxx, kom det klager fra abonnentene på hvitt, skummende vann som luktet/smakte dårlig.

Ut fra den offentlige vannledningen går det en privat ledning der tre boligblokker er påkoplet suksessivt. Kun blokken som var påkoplet lengst vekk fra det offentlige nettet hadde dårlig vannkvalitet. Det måtte derfor være et lokalt problem, som ikke kunne komme fra det offentlige nettet.

Bergen Vann reiste likevel ut for å se på problemet, og i første omgang spylte vi på en hydrant/brannkule for å se om det kunne hjelpe. Vi kjørte også ut en vanntank, og tok et par vannprøver som ble analysert for parametere vi bruker til rutinemessig analyse av offentlig vann. Hygienisk forurensning ble utelukket som forurensningskilde.

Senere var vi i kontakt med BEFAS, som videreformidlet kontakt mellom Bergen Vann og de som hadde utført arbeid på sprinkleranlegget. Glycerin 99,5 % var pumpet inn på sprinkleranlegget for at vannet der ikke skulle fryse i vinter.

I samarbeid med rørleggere fra Bergen Vann ble det påvist lekkasje mellom sprinkleranlegget og vannledningen til boligblokken. Anlegget hadde to tilbakeslagsventiler og det var lekkasje på begge to. Det er derfor trolig at Glycerin har kommet inn på drikkevannsledningen i blokken, og dette kan være årsaken til lukt/smaksproblematikken.

Vi tok to vannprøver på spesialflasker for evt. å sende dem til analyse. Disse er tatt fra kjelleren i bygget og fra kranen hos en beboer i 4. etasje. Disse blir oppbevart her på Bergen Vann inntil videre.

Sindre Drotningvik er kontaktperson for BEFAS mot beboerne i blokken. Han er oppdatert på hendelsen og det vi har foretatt oss.

Vi har også vært i kontakt med Brenntag Nordic og fått datablad for Glycerin 99,5 %. Vi har ikke klart å se at dette er et helsefarlig produkt, men mener at det er en problemstilling som ikke ligger til Bergen Vann siden det ikke har tilknytning til offentlig vann. Vi foretar oss derfor ikke mer i denne saken.

Med vennlig hilsen
Annie Elisabeth Bjørklund

Rådgiver, vannkvalitet
Bergen Vann KF
Spelhaugen 22
5147 Fyllingsdalen
Tlf. 55 56 75 40 / 99 09 03 83



Vedlegg D: Informasjon i forbindelse med Tilbakestrømningshendelse 15

**Forurensning av internt drikkevannsnett i boligkompleks i Bergen.*****Innledning***

XXX er et mindre boligkompleks med 5 leiligheter. To av leilighetene er bebodd; Y1 har leilighet i tredje etasje og Y2 i andre etasje. Y1 henvender seg til Bergen Vann den 3. januar 2018 med ønske om undersøkelse av kvaliteten på drikkevannet i sin leilighet. Han sier at vannet er hvitt og skummer. Y2, som har bodd der lengst, sier at dette fenomenet har vært der siden han flyttet inn høsten 2016; i begynnelsen var fenomenet sporadisk, men etterhvert ble problemstillingen permanent.

Denne rapporten omfatter en vurdering av hvorvidt vannet var forurensset i utgangspunktet, prøvetaking og analysering for å finne en mulig forurensningskilde, samt en konklusjon med hensyn på sannsynlig kilde til forurensningen. Opplysninger om andre forhold er hentet inn fra beboere, utbygger og entreprenør.

Eventuelle helsemessige vurderinger og vurderinger vedrørende tekniske installasjoner i forbindelse med forurensningen er ikke en del av denne rapporten.

Beboere:

Y1 har bodd i huset i perioder

Y2 siden høsten 2016

Utbygger:

XXXXX

Entreprenør:

XXXXX

Kontaktpersoner i Bergen Vann KF:

Annie Bjørklund, rådgiver vannkvalitet, tlf. 99090383

Rapportansvarlig:

Annie Bjørklund, rådgiver vannkvalitet, tlf. 99090383

Bergen Vann KF har ansvar for kontroll av vannkvalitet samt drift av den offentlige vannforsyningen i Bergen. I enkelte tilfeller hjelper vi også privatpersoner. Ved vurderinger i forbindelse med vannkvalitet er forutsetningen at samtlige prøver er tatt med Bergen Vann sitt eget personell og at analysene er gjennomført av et akkreditert laboratorium.

Hendelsesforløp, prøvetaking og analyseresultater

Etter henvendelse fra beboer den 3. januar reiser Bergen Vann ut for å ta vannprøve fra kjøkkenkran i leiligheten til Y1. Da den eventuelle forurensningskilden er ukjent, blir prøven analysert på et bredt spekter parametere. Dette gjøres for dekke flest mulige typer forurensninger (bakteriologiske og kjemiske, vedleggstabellene 1 og 2).

Det tas også en sjekk på ledningsnett i garasjen til leilighetskomplekset, der hovedinntaket for vannforsyningen kommer inn, for å se om det er noe der som kan antyde en mulig forurensningskilde. En kran ved en vask inne i garasjen har et hvitt og sterkt skummende vann som etterlater et belegg på fingrene. Hovedinntaket til boligen fra den offentlige vannforsyningen derimot har klart vann, uten lukt og smak, og det er ingen uvanlig skumming ved tapping. Problemet synes dermed å oppstå internt i boligkomplekset, og forurensningskilden må ligge et sted mellom disse to kranene. Vi tar en prøve fra kranen med skummende vann som analyseres på noe færre parametere enn kjøkkenkranen (vedleggstabell 3).

Vannet i kjøkkenkranen til Y1 har et høyt innhold av intestinale enterokokker (tabell 1, vedleggstabell 1) og et høyt innhold av monoetylglykol og propylylglykol (tabell 1, vedleggstabell 2). Samtlige er høyere enn kravene i drikkevannsforskriften: ikke påvist intestinale enterokokker og et glykolinnhold som er mindre enn 10 µg C/l. I kranen i garasjen ble det også påvist et høyt innhold av intestinale enterokokker (tabell 1, vedleggstabell 3). Innholdet av glykoler i garasjekranen ble ikke testet på dette tidspunktet.

Innholdet av glykol i vannprøvene gjør at man mistenker lekkasje fra bygningens sprinkleranlegg inn på den interne drikkevannsledningen. På forespørsel opplyser entreprenøren at sprinkleranlegget er tilsatt glykol for å hindre frost i rørene. En kanne med denne type glykolløsning står i garasjen (figur 1). Der framgår det at propylylglykol er viktigste ingrediens, samme type glykol som det påvises mest av i drikkevannsprøvene.

For å sjekke om glykolen i drikkevannet kan komme fra sprinkleranlegget ble det tatt prøver av vann fra sprinkleranlegget og av sedimenter i ventilene i sprinkleranlegget (figur 2). Begge steder ble det påvist store mengder glykol og store mengder intestinale enterokokker (tabell 2, vedleggstabellene 8 og 9). At lekkasje fra sprinkleranlegget er forurensningskilden ser dermed ut til å være sannsynlig.

Kilden til bakteriene som ble påvist var man imidlertid usikker på. Det ble derfor tatt en prøve fra kannen med frostvæske som sto i garasjen. Denne ble undersøkt mhp både glykoler og bakterier. Kannen inneholdt samme type glykoler som sprinkleranlegget og drikkevannet, men det ble ikke påvist bakterier der (tabell 2, vedleggstabell 11).

Figur 1. Bilde av innholdsfortegnelse på kannen med
frostvæske som sto i garasjen ved sprinkleranlegget.



Tabell 1. Oppsummering av resultater i prøver fra drikkevann i leilighet og i kran fra garasjen.
* = omregnet fra µg/l til µg C/l.

Prøvetakings Dato /vedleggstabelnr.	Prøvetakings sted	Propylenglykol/ monoetylglykol (µg C/l)	Intestinale enterokokker (ant/100 ml)	Prøveid.
Prøvetaking etter henvendelse fra beboer				
3.1.2018/1 og 2	Kjøkkenkran	73900/3930	32	XXXX
3.1.2018/3	Kran i garasje	Ikke undersøkt	83	XXXX
Prøvetaking etter klorering og spyling av ledningsnett i huset				
9.1.2018/4	Kjøkkenkran	Ikke undersøkt	0	XXXX
9.1.2018/4	Kjøkkenkran	Ikke undersøkt	0	XXXX
Prøvetaking etter enda en spyling og klorering				
18.1.2018/5	Kjøkkenkran	28/21*	0	XXXX
18.1.2018/6	Kran i garasje	43/21*	0	XXXX
Prøvetaking etter ny spyling av ledningsnettet med reint vann				
2.2.2018/7	Kjøkkenkran	< 5/<5		

Tabell 2. Resultater av prøver tatt fra sprinkleranlegg, sedimenter i sprinkleranlegg og frostvæske i glykolkanne som sto i garasjen. *: væsken i kannen ble fortynnet med vann for å få nok materiale til å gjennomføre samtlige ønskede analyser.

Prøvetakings Dato /vedleggstabellnr.	Prøvetakings sted	Propylenglykol/ monoetylglykol (µg C/l)	Intestinale enterokokker (ant/100 ml)	Prøveid.
8.2.2018/8	Fra sprinkleranlegget	41400000/2280000	Overvekst	XXXXXXXXXXXX
9.2.2018/9 og 10	Sedimenter i ventil	Ikke undersøkt	Overvekst	XXXXXXXXXXXX
8.2.2018/11	Frostvæske fra dunk som sto i garasjen*	8880000/554000	0	XXXXXXXXXXXX

Etter den første påvisningen av forurensninger i drikkevannet hos beboer, ble ledningsnett i huset spytt og klorert, og sprinkleranlegget ble tatt ut av drift. Nye prøver ble tatt den 9.1.2018. Det ble ikke påvist enterokokker i disse prøvene (tabell 1, vedleggstabellene 3 og 4), men ved en misforståelse ble det ikke analysert mhp. glykoler.

Nye vannprøver, fra kjøkkenkran hos Y1 og fra garasjekranen, ble tatt den 18.januar. Det ble ikke påvist bakterier i disse prøvene men innholdet av glykoler lå fremdeles over kravene i drikkevannsforskriften (vedleggstabell 5 og 6). Vannet tilfredsstilte dermed fremdeles ikke kravene i drikkevannsforskriften.

Ledningsnett ble spytt en gang til og nye vannprøver ble tatt 5.februar 2018. På dette tidspunktet var også innholdet av glykoler lavt (tabell 1, vedleggstabell 7), og vannet tilfredsstilte dermed kravene i drikkevannsforskriften.

I to ventiler i sprinkleranlegget ble det funnet store mengder brunt slam (figur 2). Det ble tatt prøver fra dette slammet og også der ble påvist store mengder glykoler og intestinale enterokokker (tabell 2, vedleggstabellene 9 og 10). Enterokokkene ble sendt til Veterinærinstituttet for nærmere identifisering og de ble bestemt til *Enterococcus casseliflavus* (vedlegg 12). Det ble også påvist store mengder organisk materiale, samt høye konsentrasjoner av bor, bly og nikkel i dette slammet (vedleggstabell 10).

Figur 2. Bilde av to ventiler i sprinkleranlegget, der man ser rester av sedimentene som lå i store mengder i hver ventil.



Oppsummering og vurdering av funn

Drikkevannet i xxxxxx var, ved første prøvetaking den 3.1.2018, forurensset av monoetylglykol, propylenglykol og bakterien *Enterococcus casseliflavus*. Samtlige ble påvist i større mengder enn kravene i drikkevannsforskriften, hvilket betyr at vannet ikke var godkjent som drikkevann på dette tidspunktet.

Ingen av disse kjemiske stoffene/bakteriene er påvist i offentlig vann i Bergen i 2017. Analyser mhp. intestinale enterokokker gjøres ukentlig fra 30 steder på offentlig ledningsnett, analyser av glykol er kun påkrevd ved mistanke om forurensning (drikkevannsforskriften), men det er likevel tatt stikkprøver i dette forsyningsområdet ved fire tidspunkt i 2017.

Glykolen som ble påvist i drikkevannet var av samme type (monoetylglykol og propylenglykol) som ble påvist i sprinkleranlegget og glykolkannen som sto i garasjen. Dette tyder på at forurensningen av monoetylglykol og propylenglykol skyldes lekkasje fra bygningens sprinkleranlegg inn på det interne ledningsnettet i xxxxxx.

Bakteriene som ble påvist (*Enterococcus casseliflavus*) ble kun påvist i sprinkleranlegget og i drikkevannet, ikke i kannen med glykol som sto i garasjen. Som tidligere nevnt er denne bakterien heller ikke påvist i det offentlige drikkevannet. Hvor disse bakteriene kom fra i utgangspunktet er derfor ukjent. Glykol er imidlertid et godt medium for bakterievekst, så årsaken til de store mengdene enterokokker har trolig sammenheng med gode vekstforhold.

Slammet i ventilene inneholdt også de samme bakterietypene og kjemiske stoffene som vi fant i drikkevannet. Slammet inneholdt også høye konsentrasjoner av bor, bly og nikkel. De tre sistnevnte ble også påvist i høyere konsentrasjoner i drikkevannet i leiligheten enn det vi påviser i offentlig vann i dette området i Bergen, men det lå likevel under kravene i drikkevannsforskriften.

Vannet i xxxxx var, på prøvetakingstidspunktet den 3.1.2018, ikke egnet som drikkevann vurdert ut fra kravene til offentlig drikkevann (Forskrift om vannforsyning og drikkevann, FOR-2016-12-22-1868). Først ved prøvetakingen den 5.2.2018 lå samtlige analyserte parametre innenfor kravene i forskriften.

Både innholdet av bakterier og innholdet av glykoler oversteg grenseverdiene fram til 5.2. Dersom disse funnene var blitt gjort på offentlig vann, ville Mattilsynet blitt varslet, som ville gjort en videre vurdering med hensyn på å involvere helsevernetaten. De eventuelle helsemessige aspektene ved de påviste funnene av monoetylglykol, propylenglykol og bakterien *Enterococcus casseliflavus* må derfor vurderes av fagpersoner på dette området, og er ikke en del av vurderingen i denne rapporten. Hvorvidt det var mangler ved de tekniske installasjonene som forårsaket at det kom glykol inn på ledningsnettet er heller ikke en del av denne rapporten.

Vedleggstabell 1. Analyserapport av vannprøve tatt fra kjøkken hos y1 i 3. etage i xxxxx den 3.1.18.

Parameter	Metode	MU		Enhet
Fargelell filtrert	NS-EN ISO 7887	20%, <5.1	3	mg P/L
Konduktivitet	NS-ISO 7888	0%	12,0	mS/m
Lukt*	Intern met NMKL 183		0	
pH-verdi 20-23°C	NS-EN ISO 10523	4,2	7,5	pH
Smak*	Intern met NMKL 183		0	
Turbiditet	NS-EN ISO 10227	24%	0,22	NTU
E. Coli	NS-EN ISO 9105-1 A1		<1	cfu/100 ml
Koliformer bakt.	NS-EN ISO 9105-1 A1		<1	cfu/100 ml
Intenterokokker	NS 7859-2		32	cfu/100ml
Kinnell 22°C	NS-EN ISO 6222		>300	ml

Mette Fek-Larsen
Mette Fek-Larsen
Seksjonsleder

Mart Linn Haukeland
Mart Linn Haukeland
Ingeniør

Side 1 av 1

*: Prøven er ikke analysert av sikkerhetsingeniør. **: analysert av sikkerhetsingeniør. IP=like prøver
MU: Måleusikkerhet. MU er beregnet med konfidensintervall på 95%. Opplysninger finnes ved henvendelse til laboratoriet.
Resultatene gjelder bare for prøvene i rapporten. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten skriftlig tillatelse fra laboratoriet.
VI gir oppmerksom på at sikkerhetsingeniør analyse av prøve slik den er mottatt på laboratoriet. < 1 betyr "indefinite eng l"

Vedleggstabell 2. Analyserapport av vannprøve tatt fra kjøkken hos y1. etage i xxxxx den 3.1.18.

Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign.
Densitet ^{1.18.18}	<0,20		µg/l	1	1	NADO
1,2-Dikloretan ^{1.18.18}	<0,750		µg/l	1	1	NADO
Trikloretan ^{1.18.18}	<0,10		µg/l	1	1	NADO
Tetrakloretan ^{1.18.18}	<0,20		µg/l	1	1	NADO
Triklormetan (kloroform) ^{1.18.18}	<0,30		µg/l	1	1	NADO
Tribrommetan (bromoform) ^{1.18.18}	<0,20		µg/l	1	1	NADO
Dibromklormetan ^{1.18.18}	<0,10		µg/l	1	1	NADO
Bromdiklormetan ^{1.18.18}	<0,10		µg/l	1	1	NADO
Sum trihalometaner	n.d.		µg/l	1	1	NADO
Benso(b)fluoranten ^{1.18.18}	<0,0040		µg/l	2	1	MAMU
Benso(k)fluoranten ^{1.18.18}	<0,0020		µg/l	2	1	MAMU
Benso(a)pyren ^{1.18.18}	<0,0020		µg/l	2	1	MAMU
Benso(ghi)perylene ^{1.18.18}	<0,0030		µg/l	2	1	MAMU
Indeno(123cd)pyren ^{1.18.18}	<0,0030		µg/l	2	1	MAMU
Monoetylglykol (MEG) ^{1.18.18}	10200	3040	µg/l	3	1	CAFR
Dietylglykol (DEG) ^{1.18.18}	<20		µg/l	3	1	CAFR
Trietylglykol (TEG) ^{1.18.18}	<20		µg/l	3	1	CAFR
Propylynglykol (PG) ^{1.18.18}	156000	46800	µg/l	3	1	CAFR
Monoetylglykol (MEG) ^{1.18.18}	3930	1180	µg Cl	3	1	CAFR
Dietylglykol (DEG) ^{1.18.18}	<10		µg Cl	3	1	CAFR
Trietylglykol (TEG) ^{1.18.18}	<10		µg Cl	3	1	CAFR
Propylynglykol (PG) ^{1.18.18}	73900	22200	µg Cl	3	1	CAFR
Fraksjon >C10-C12 ^{1.18.18}	<10		µg/l	4	1	NADO
Fraksjon >C12-C16 ^{1.18.18}	<10		µg/l	4	1	NADO
Fraksjon >C16-C22 ^{1.18.18}	<10		µg/l	4	1	NADO
Fraksjon >C22-C35 ^{1.18.18}	<10		µg/l	4	1	NADO
Fraksjon >C35-C40 ^{1.18.18}	<10		µg/l	4	1	NADO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 843 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS a/s ØMM-Lab
Yessveien 17, N-1715 Yven

E-post: info@alsglobal.com
Tel: +47 22 13 18 00

E-post: info@mm-lab.no
Tel: +47 69 13 78 82

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Nadide Dörmöz
Client Service
nadide.dormoz@alsglobal.com
2018.01.16 12:07:30

Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign.
Cu (Kopper) ^{a, b, c, d, e}	0.0133	0.0024	mg/l	15	H	HABO
Hg (Kvikksølv) ^{b, c, d, e, f}	<0.002		µg/l	15	F	HABO
Mn (Mangan) ^{a, b, c, d, e}	0.00467	0.00037	mg/l	15	R	HABO
Ni (Nikkel) ^{a, b, c, d, e}	1.41	0.29	µg/l	15	H	HABO
Pb (Bly) ^{a, b, c, d, e}	4.59	0.87	µg/l	15	H	HABO
B (Bor) ^{a, b, c, d, e}	0.234	0.026	mg/l	15	R	HABO
Sb (Antimon) ^{a, b, c, d, e}	0.0422	0.0106	µg/l	15	H	HABO
Se (Selen) ^{a, b, c, d, e}	<0.5		µg/l	15	H	HABO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 043 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS and QMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.no@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

E-post: info.sno@alsglobal.com
Tel: + 47 68 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapporter

Naside Dirmez

2018.01.16 13.07.50

Client Service
naside.dirmez@alsglobal.com

Vedleggstabell 3. Analyserapport av vannprøve tatt fra intern kran i garasje i xxxxx den 3.1.18.

Parameter	Metode	MU	Enhet
Fargetall, filtert	NS-EN ISO 7847	20%, <541	4
Konsistensvæst	NS-ISO 5931	16%	14,3
Lukt*	Intern met NMKL 183		0
pH, temp 20-25°C	NS-EN ISO 10523	0,2	8,0
Smak*	Intern met NMKL 183		0
Turbiditet	NS-EN ISO 7027	20%	0,35
E.Coli	NS-EN ISO 9308-1 A1		<1
Koliforme bakt.	NS-EN ISO 9308-1 A1		<1
Int. enterokokker	NS 7899-2		83
Kinnall 22°C	NS-EN ISO 6122		>500

Mette Eck-Larsen
Mette Eck-Larsen
Seksjonsleder

Mari Linn Haukeland
Mari Linn Haukeland
Ingeniør

Side 1 av 1

* Proven er ikke undersøkt av akkreditert laboratorie. ** analysert av akkreditert underleverandør. IF=ikke påvist
MU: Måleenhet. MU er beregnet med konfidensintervall på 95%. Opplysninger flies ved henvisning til laboratorier
Resultatene gjelder bare for prøvene i rapporten. Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig tillatelse fra laboratoriet
Vi gjør oppmerksom på at akkreditert gjelder analyse av prøve slik den er mottatt på laboratoriet. < 1 betyr "mindre enn 1"

Bergen Vann KF Vannlaboratoriet
Besøksadresse: Spjellhaugen 22
5147 Fyllingsdalen

Telefon sentralbord 55 56 71 99 direkte 55 56 71 04
E-post: vannlaboratoriet@bergen.kommune.no
www.bergenvann.com
Org.nr: 987 328 096

Vedleggstabell 4. Analyserapport av vannprøver tatt fra kjøkken hos y1 i 3. etage i xxxxx den 9.1.18.

Parameter	Metode	MU	Enhet
E.Coli	ISO 9308-2		<1
Int. enterokokker	NS 7899-2		<1
Kinnall 22°C	NS-EN ISO 6122		34
Koliforme bakt.	ISO 9308-2		<1

Mette Eck-Larsen
Mette Eck-Larsen
Seksjonsleder

Mari Linn Haukeland
Mari Linn Haukeland
Ingeniør

Side 1 av 1

* Proven er ikke undersøkt av akkreditert laboratorie. ** analysert av akkreditert underleverandør. IF=ikke påvist
MU: Måleenhet. MU er beregnet med konfidensintervall på 95%. Opplysninger flies ved henvisning til laboratorier
Resultatene gjelder bare for prøvene i rapporten. Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig tillatelse fra laboratoriet
Vi gjør oppmerksom på at akkreditert gjelder analyse av prøve slik den er mottatt på laboratoriet. < 1 betyr "mindre enn 1"

Bergen Vann KF Vannlaboratoriet
Besøksadresse: Spjellhaugen 22
5147 Fyllingsdalen

Telefon sentralbord 55 56 75 00 direkte 55 56 75 04
E-post: vannlaboratoriet@bergen.kommune.no
www.bergenvann.com
Org.nr: 987 328 096

**Vedleggstabell 4 fortsetter. Analyserapport av vannprøver tatt fra kjøkken hos y1 i 3. etage i
xxxxx den 9.1.18.**

Parameter	Metode	MU	Enhet
E.Coli	ISO 9308-2		mpn/100 ml
Int. enterokokker	NS 7899-2		cfu/100ml
Kimfall 22°C	NS-EN ISO 6122		ml
Koliforme bakt.	ISO 9308-2		mpn/100ml

Mette Eek-Larsen
Mette Eek-Larsen
Seksjonsleder

Marit Linn Haukeland
Marit Linn Haukeland
Ingeniør

Side 1 av 1

*: Prøven er ikke analysert av akkrediteringen. **: analysert av akkrediterert underleverandør. IF=ikke påvist
MU: Nøkkeltallene MU er beregnet med konfidansenivå på 95%. Opplysninger finnes ved henvendelse til laboratoriet
Resultatene gjelder bare for prøvene i rapporten. Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig tillatelse fra laboratoriet
Vi gjør oppmerksom på at akkreditering gjelder analyse av prøve slik den er mottatt på laboratoriet. < 1 betyr "mindre enn 1"

Bergen Vann KF Vannlaboratoriet
Batemannsveien 22
5147 Fyllingsdalen

Telefon sentralbord 55 56 75 00 direkte 55 56 78 64
E-post: vannlaboriet@bergen.kommune.no
www.bergenvann.com
Org.nr: 987 328 096

Vedleggstabell 5. Analyserapport av vannprøve tatt fra kjøkken hos y1 xxxx den 18.1.2018

Parameter	Metode	MU	Enhet
Dioctylenglykol**	GC-MS		µg/l
Monooctylenglykol**	GC-MS		µg/l
Propylenoglykol***	GC-MS		µg/l
Trietylenglykol**	GC-MS		µg/l
Fargestoff, fritt	NS-EN ISO 7817	20% < 5=1	mg Pt/l
Konduktivitet	NS-ISO 7143	10%	mS/m
Lukt*	Intern met NMMK1.183		
pH, 20-25°C	NS-EN ISO 10521	0,2	pH
Smak*	Intern met NMMK1.183		
TOC**	NS-EN 1484		mg/l
Turbiditet	NS-EN ISO 7027	20%	FNU
E.Coli	ISO 9308-2		mpn/100 ml
Int. enterokokker	NS 7899-2		cfu/100ml
Kimfall 22°C	NS-EN ISO 6122		ml
Koliforme bakt.	ISO 9308-2		mpn/100ml

Side 1 av 2

*: Prøven er ikke analysert av akkrediteringen. **: analysert av akkrediterert underleverandør. IF=ikke påvist
MU: Nøkkeltallene MU er beregnet med konfidansenivå på 95%. Opplysninger finnes ved henvendelse til laboratoriet
Resultatene gjelder bare for prøvene i rapporten. Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig tillatelse fra laboratoriet
Vi gjør oppmerksom på at akkreditering gjelder analyse av prøve slik den er mottatt på laboratoriet. < 1 betyr "mindre enn 1"

Bergen Vann KF Vannlaboratoriet
Batemannsveien 22
5147 Fyllingsdalen

Telefon sentralbord 55 56 75 00 direkte 55 56 78 64
E-post: vannlaboriet@bergen.kommune.no
www.bergenvann.com
Org.nr: 987 328 096

Vedleggstabell 6. Analyserapport av vannprøve tatt fra intern kran i garasje i xxx den 18.1.2018

Parameter	Metode	MU		Enhet
Dietylen glykol**	GC-MS		<20	µg/l
Oktenylenglykol**	GC-MS		55	µg/l
Propylen glykol**	GC-MS		61	µg/l
Trietylen glykol**	GC-MS		<20	µg/l
Fargetall, filtrert	NS-EN ISO 7887	20%, <5e1	4	mg Pt/l
Konduktivitet	NS-ISO 7888	10M	11,2	µS/cm
Lukt*	Intern mot NMDL 183		0	
pH, temp. 20-25°C	NS-EN ISO 10523	0,2	7,5	pH
Smak*	Intern mot NMDL 183		0	
TOC**	NS-EN 1484		1,0	mg/l
Turbiditet	NS-EN ISO 7027	20%	<0,1	FNU
E. Coli	ISO 9308-2		<1	mpn/100 ml
Int. enterokokker	NS 7899-2		<1	cfu/100ml
Kinnall 22°C	NS-EN ISO 6222		89	/ml
Koliforme bakt.	ISO 9308-2		<1	mpn/100ml

Side 1 av 2

*: Prøven er ikke omfattet av akkrediteringen. **: analysert av akkreditert underleverandør: IP-luke påviser

MU: Måleusikkerhet, MU er beregnet med konfidensintervall på 95%. Opplysninger finnes ved henvendelse til laboratoriet

Resolusjonen gjelder bare for prøver i rapporten. Rapporten skal ikke gjengis i utvalg uten skriftlig tillatelse fra laboratoriet

Vi gjør oppmerksom på at akkreditering gjelder analyse av prøver slik den er mottatt på laboratoriet. < 1 betyr "mindre enn 1"

Bergen Vann & Fv Laboratoriet

Besøksadresse: Spillhaugen 22

5147 Fyllingsdalen

Telefon sentralbord 55 56 79 00 direkte 55 56 78 84

E-post: vannlaboriet@bergen.kommune.no

www.bergen.vann.com

Org.no: 987 328 096

Vedleggstabell 7. Analyserapport vann fra kjøkkenkran i 3. etasje i xxxxx, tatt 5.2.2018.

Parameter	Metode	MU	Enhet
Monocetylenglykol**	GC-MS	<5	µg/l
Propylenglykol**	GC-MS	<5	µg/l

Ingrid M. Johannessen

Ingrid M. Johannessen
Ingeniør
Rapport godkjenner

Mette Eek-Larsen

Mette Eek-Larsen
Seksjonsleder
Rapport godkjenner/Teknisk leder

Side 1 av 1

*: Prøven er ikke omfattet av akkrediteringen. **: analysert av akkreditert underleverandør. IP=ikke påvist
MU: Måleenheten. MU er basert på konfidensnivå på 95%. Opplysninger skal ved behov sendes til laboratoriet
Resultatene gjelder bare for prøvene i rapporten. Rapporten skal ikke gis i utlån uten skriftlig tillatelse fra laboratoriet
Vi gir oppmerksomhet på at akkreditering gjelder analyse av prøve slik den er mottatt på laboratoriet. < 1 betyr "mindre enn 1"

Bergen Vann KF Vannlaboratoriet
Besøksadresse: Spillaugen 22
5147 Fyllingsdalen

Telefon sentralbord 55 56 75 00 direkte 55 56 78 64
E-post: vannlaboratoriet@bergen.kommune.no
www.bergenvann.com
Org.nr: 987 328 096

Vedleggstabell 8. Analyserapport av vann fra sprinkleranlegget i xxxxxx, tatt 8.2.2018.

Prøvested Prøve-/ mottaksdato		Sprinkleranlegg 080218 / 080218	
Parameter	Metode	MU	Enhet
Fargetall, filteret	NS-EN ISO 7887	20% ±1	64
Konduktivitet	NS-EN ISO 7887	10%	198.3
Lukt*	Intern met. NW/KL 183		2
pH temp 20±25°C	NS-EN ISO 10523	0.2	8.4
Turbiditet	NS-EN ISO 7027	20%	10.3
Fei	ISO 9308-2		<1
Int. enterokokker	NS 7895-2	overvekt	mpn/100 ml
Klorfall 22°C	NS-EN ISO 6222		>100
Koliforme bakt.	ISO 9308-2		<1

Merkinger, prøve P218-00212-01
urent
Lukter kjemikalieskittig

Charlotte Gjesdal

Charlotte Gjesdal
Fagarbeider
Rapport godkjenner

Mette Eek-Larsen

Mette Eek-Larsen
Seksjonsleder
Rapport godkjenner/Teknisk leder

Side 1 av 1

*: Prøven er ikke omfattet av akkrediteringen. **: analysert av akkreditert underleverandør. IP=ikke påvist
MU: Måleenheten. MU er basert på konfidensnivå på 95%. Opplysninger skal ved behov sendes til laboratoriet
Resultatene gjelder bare for prøvene i rapporten. Rapporten skal ikke gis i utlån uten skriftlig tillatelse fra laboratoriet
Vi gir oppmerksomhet på at akkreditering gjelder analyse av prøve slik den er mottatt på laboratoriet. < 1 betyr "mindre enn 1"

Bergen Vann KF Vannlaboratoriet
Besøksadresse: Spillaugen 22
5147 Fyllingsdalen

Telefon sentralbord 55 56 75 00 direkte 55 56 78 64
E-post: vannlaboratoriet@bergen.kommune.no
www.bergenvann.com
Org.nr: 987 328 096

Vedleggstabell 8 fortsetter. Analyserapport av vann fra sprinkleranlegget xxxxxx, tatt 8.2.2018.

Analysen	Resultat	Usikkerhet (s)	Enhet	Metode	Utsort	Sign.
Monoetylglykol (MEG) ^{a, elev}	5880000	1770000	µg/l	1	1	NADO
Dietylglykol (DEG) ^{a, elev}	<20000		µg/l	1	1	NADO
Trietylglykol (TEG) ^{a, elev}	<20000		µg/l	1	1	NADO
Propylylglykol (PG) ^{a, elev}	87500000	26200000	µg/l	1	1	NADO
Monoetylglykol (MEG) ^{a, elev}	2280000	684000	µg Cl	1	1	NADO
Dietylglykol (DEG) ^{a, elev}	<10000		µg Cl	1	1	NADO
Trietylglykol (TEG) ^{a, elev}	<10000		µg Cl	1	1	NADO
Propylylglykol (PG) ^{a, elev}	41400000	12400000	µg Cl	1	1	NADO
Totalt organisk karbon (TOC) ^a	39000		mg/l	2	2	NADO
Ni (Nikkel) ^{a, elev}	0.325	0.147	µg/l	3	H	NADO
Pb (Bly) ^{a, elev}	17.8	3.3	µg/l	3	H	NADO
B (Ber) ^{a, elev}	148000	17800	µg/l	3	R	NADO

Glykoler for begge prøvene: Måtte fortynnes grunnet høyt innhold av glykol. Rapporteringsgrensen er tilpasset dette.

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS avd. ØMM-Lab
Yvernsløen 17, N-1715 Yven

E-post: info.no@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 15 00

E-post: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Nadide Ddinez
2018.02.22 12:48:53
Client Service
nadide.dennico@alsglobal.com

Vedleggstabell 9. Analyserapport av sedimenter i ventil i sprinkleranlegget i xxxx, tatt 9.2.2018.

Parameter	Metode	MU	Enhet
DOC**	NS-EN 1484	1100	mg/l
DOC**	NS-EN 1484	1500	mg/l
Bly**	ISO 17294-1,2 (mod)	289	µg/l
Bor**	NS-EN ISO 17294-2	15200	µg/l
Nikkel**	ISO 17294-1,2 (mod)	58,1	µg/l
E-Coli	ISO 9408-2	<10	mpn/100 ml
Tot. enterokokker	NS 7899-2	overvekt	cfu/100ml
Karbonat 23%	NS-EN ISO 12222	2300	mg
Kaliforme bakt.	ISO 9308-2	<10	mpn/100ml

Merkinger, prøve F218-00213-01

Urea

Charlotte Gjertsen

Charlotte Gjertsen
Fagarbeider
Rapport godkjenner

Matte Eek-Larsen

Matte Eek-Larsen
Seksjonsleder
Rapport godkjenner/Teknisk leder

Side 1 av 1

*: Prøven er ikke omfattet av akkrediteringen, **: analysert av akkreditert underleverandør. E=ikke påvist

MU: Måleusikkerhet. MU er beregnet med konfidensintervall på 95%. Opplysninger om valideringsprosedyrer til leverantør

Resultatene gjelder bare for prøvene i rapporten. Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig tillatelse fra laboratoriet

Vi gir oppmerksomhet på at akkreditering gjelder analyse av prøve slik den er mottatt på laboratoriet. < 1 betyr "maksimalt en i"

Bergen Vann KF Vannlaboratoriet
Boksadresse: Spedangen 22
5147 Fyllingsdalen

Telefon sentralbord: 55 56 75 00 direkte: 55 56 78 64

E-post: vannlaboriet@bergen.vann.no

www.bergenvann.no

Org.nr: 987 324 096

Vedleggstabell 10. Analyserapport av sedimenter i ventil i sprinkleranlegget xxxx, tatt 9.2.2018.

Analysen	Resultater	Usikkerhet (s)	Enhet	Målede	Utført	Sign
Totalt organisk karbon (TOC) *	1500		mg/l	1	1	C/FR
Least organisk karbon (DOC) *	1100		mg/l	2	1	NADO
Ni (Nikkel) ^{100W}	58.1	12.5	µg/l	3	H	NADO
Pb (Bly) ^{100W}	289	54	µg/l	3	H	NADO
B (Bor) ^{100W}	16200	3060	µg/l	3	R	NADO

ALS Laboratory Group Norway AS E-post: info@alsglobal.com Dokumentet er godkjent
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo Tel: + 47 22 13 18 00 og digitalt undertegnet
av Rapportør
ALS ind. ØMM-Lab E-post: info@alsglobal.com Nafide Džiric 2018.02.22 10:48:19
Yvervelen 17, N-1715 Yven Tel: + 47 60 13 79 80 Cilent Service
Web: www.alsglobal.no nafide.derman@alsglobal.com

Vedleggstabell 11. Analyserapport fra kanne med frostvæske som sto i garasjen, tatt den 8.2.18

Prøvested Prøve-/ mottaksdato	Utført med frostvæske 080218 / 080218			
Parameter	Metode	MU		Enhet
Fægetall, filtrert	NS-EN ISO 7887	20%, <5s	2	mg Pb/l
Konduktivitet	NS-ISO 7888	10%	67.7	µS/cm
Takst*	Intern met NMMK 183		0	
pH, 18°C, 20-25°C	NS-EN ISO 14522	0.2	8.9	pH
Turbiditet	NS-EN ISO 7027	20%	5.3	FNU
Ektal	ISO 9506-2		<1	mg/l (0.1 mg/l)
Intensitetsvinkel	NS 7899-2		<1	cm ² /l (0.1 cm ² /l)
Kemali 22°C	NS-EN ISO 6222		IP	mg/l
Koliformer bakt.	ISO 9506-2		<1	mpn/l (0.1 mpn/l)

Merkinger, prøve P218-08212-02
usatt

Emilie H. Jørgensen
Emilie H. Jørgensen
Lærling laboratoriefaget
Rapport godkjenner

Mette Eide-Larsen
Mette Eide-Larsen
Seksjonsleder
Rapport godkjennet/teknisk leder

Side 1 av 1

*: Prøven er ikke utført av akkreditert laboratorie. **: utført av akkreditert underleveranse. IP=ikke påvist
MU: Måleusikkerhet. MU er beregnet med konfidensintervall på 95%. Opplysninger blir ved henvisning til laboratoriet
Resultatene gjelder bare for prøvene i rapporten. Rapporten må ikke gis ut i utvalg uten skriftlig tillatelse fra laboratoriet
Vi gjør oppmerksom på at akkreditering gjelder analyse av prøver slik den er mottatt på laboratoriet. < 1 betyr "ikke påvist"

Bergen Vann KF Vassdragskontroll
Resulthuset, Sjøllugsveien 32
5147 Fyllingsdalen

Telefon: 56180000 55 36 75 00 direkte 55 36 76 04
E-post: vassdragskontroll@bergen.vannvesen.no
www.bergenvann.no
Org.nr: 087 328 896

Vedlegg 12. Bestemmelse av de intestinale enterokokkene som ble funnet i sedimentet i ventilene i sprinkleranlegget.



Veterinærinstituttet
Norwegian Veterinary Institute

Oslo

Besøksadresse: Ullevålsveien 68, 0454 Oslo
Postadresse: Postboks 750 Sentrum 0106 OSLO
Sentralbord: +47 23 21 60 00 Telefax: +47 23 21 60 95 E-post: postmottak@vetinst.no

Vannlaboratoriet Bergen Vann KF
Spelhaugen 22
5147 FYLLINGSDALEN

Deres ref.: Annie Bjørklund

Vår ref.: 2018-22-101/MAT101

Dato: 06.03.2018

Innsendelse mottatt 02.03.2018

Eier: Vannlaboratoriet Bergen Vann KF, Spelhaugen 22, 5147
FYLLINGSDALEN
Årsak til innsendelse: Oppklaring og oppfølging av kvalitetsfeil
Antall prøver mottatt: 1
Analysestart: 02.03.2018
Merknad: Forurenset drikkevann

Prøve

Nr.	Innsenders merking	Materiale	Merknad
1	P218 213	Bakteriekultur	

Bakterier - bestemmelse med MALDI-TOF ME02_159

Nr.	Analyseparameter	Verdi/Funn	Undersøkelses varighet
1	Enterococcus casseliflavus	Identifisert	02.03.2018 - 05.03.2018

Med hilsen

Tone Møthisen Fagereng
avdelingsingeniør

Faktura ettersendes Vann laboratoriet, Bergen vann KF

DETTE DOKUMENTET ER ELEKTRONISK SIGNERT

Vedlegg E: Resultater fra vannprøve-analyser utført av NRV Noranalyse (Prøve C,D,E,F)



Sindre Fosnes
Tristilsvingen 30
2008 FJERDINGBY

Dato: 28.01.2020
Prøve ID: 2020-108
ver 1

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 14.01.20

Analyseperiode: 14.01.20 - 28.01.20

2020-108-1

DR) Nettvann

Tatt ut: 14.01.20 Kl. 09:30

Referanse: C

Parameter	Resultat	Enhet	Tiltaksgrænse	Grænseverdi	Metode	Måleusikkerhet
Kimtall - v/22°C,3d	Ikke påvist /ml		100		NS-ISO 6222	
Koliforme bakterier, hurtigtest	<1	/100ml	<1		ISO-9308-2:2012	0 - 1
Escherichia coli, hurtigtest	<1	/100ml		0	ISO 9308-2:2012	0 - 1
*) Legionella	Ikke påvist /100ml				ISO 11731	
pH	8.6	pH	9,5		ISO 10523	±0,2
*) pH avlest ved temp.	23.0	°C				
Total alkalitet	0.42	mmol/l			Intern	±0.04
Turbiditet	12	FNU			ISO 7027-1:2016	±1.70
Konduktivitet	5.7	mS/m	250		NS ISO 7888	±0.3
*) Metallsjanning	1	antall			NS-EN 11885	
Aluminium	<20	µg Al/l	200		NS-EN 11885	±4
Jern	1300	µg Fe/l	200		NS-EN 11885	
Mangan	17	µg Mn/l	50		NS-EN 11885	±3.4
*) Kobber	<1.0	µg Cu/l		2000	NS-EN 11885	
*) Kadmium	<0.10	µg Cd/l		5,0	NS-EN 11885	
*) Krom	<1.0	µg Cr/l		50	NS-EN 11885	
*) Nikkel	<1.0	µg Ni/l		20	NS-EN 11885	
*) Bly	8.0	µg Pb/l		10	NS-EN 11885	±1.6
*) Sink	54	µg Zn/l			NS-EN 11885	±11.0

2020-108-2

DR) Nettvann

Tatt ut: 14.01.20 Kl. 09:30

Referanse: D

Parameter	Resultat	Enhet	Tiltaksgrænse	Grænseverdi	Metode	Måleusikkerhet
Kimtall - v/22°C,3d	7	/ml	100		NS-ISO 6222	4 - 12
Koliforme bakterier, hurtigtest	<1	/100ml	<1		ISO-9308-2:2012	0 - 1
Escherichia coli, hurtigtest	<1	/100ml		0	ISO 9308-2:2012	0 - 1
*) Legionella	Ikke påvist /100ml				ISO 11731	
pH	9.1	pH	9,5		ISO 10523	±0,2
*) pH avlest ved temp.	23.1	°C				
Total alkalitet	0.48	mmol/l			Intern	±0.05
Turbiditet	44	FNU			ISO 7027-1:2016	±6.60
Konduktivitet	5.6	mS/m	250		NS ISO 7888	±0.3
*) Metallsjanning	1	antall			NS-EN 11885	
Aluminium	<100	µg Al/l	200		NS-EN 11885	±20
Jern	8100	µg Fe/l	200		NS-EN 11885	

Side 1 av 3

Dato: 28.01.2020
Prove ID: 2020-108
ver 1

Parameter	Resultat	Enhet	Tilrådgrensne Grenseverdi	Metode	Måleusikkerhet
Mangan	52	µg Mn/l	50	NS-EN 11885	±11.0
• Kobber	3.3	µg Cu/l	2000	NS-EN 11885	±1
• Kadmium	<0.10	µg Cd/l	5,0	NS-EN 11885	
• Krom	<1.0	µg Cr/l	50	NS-EN 11885	
• Nikkel	1.4	µg Ni/l	20	NS-EN 11885	±1
• Bly	5.2	µg Pb/l	10	NS-EN 11885	±1.0
• Sink	50	µg Zn/l		NS-EN 11885	±10.0

2020-108-3 DR) Nettvann

Tatt ut: 14.01.20 Kl 09:30

Referanse: E

Parameter	Resultat	Enhet	Tilrådgrensne Grenseverdi	Metode	Måleusikkerhet
Kimtall - v/22°C,3d	3	/ml	100	NS-ISO 6222	2 - 5
Koliforme bakterier, hurtigtest	<1	/100ml	<1	ISO 9308-2:2012	0 - 1
Escherichia coli, hurtigtest	<1	/100ml	0	ISO 9308-2:2012	0 - 1
• Legionella	Ikke påvist	/100ml		ISO 11731	
pH	8.2	pH	9,5	ISO 10523	±0,2
• pH avlest ved temp.	22.9	°C			
Total alkalitet	0.44	mmol/l		Intern	±0.04
Turbiditet	38	FNU		ISO 7027-1:2016	±5.70
Konduktivitet	6.1	mS/m	250	NS ISO 7888	±0.3
• Metallsanking	1	antall		NS-EN 11885	
Aluminium	<100	µg Al/l	200	NS-EN 11885	±20
Jern	9900	µg Fe/l	200	NS-EN 11885	
Mangan	100	µg Mn/l	50	NS-EN 11885	±20.0
• Kobber	1.3	µg Cu/l	2000	NS-EN 11885	±1
• Kadmium	<0.10	µg Cd/l	5,0	NS-EN 11885	
• Krom	<1.0	µg Cr/l	50	NS-EN 11885	
• Nikkel	1.4	µg Ni/l	20	NS-EN 11885	±1
• Bly	44	µg Pb/l	10	NS-EN 11885	±8.8
• Sink	310	µg Zn/l		NS-EN 11885	±62.0

2020-108-4 DR) Nettvann

Tatt ut: 14.01.20 Kl 09:30

Referanse: F

Parameter	Resultat	Enhet	Tilrådgrensne Grenseverdi	Metode	Måleusikkerhet
Kimtall - v/22°C,3d	Ikke påvist	/ml	100	NS-ISO 6222	
Koliforme bakterier, hurtigtest	<1	/100ml	<1	ISO 9308-2:2012	0 - 1
Escherichia coli, hurtigtest	<1	/100ml	0	ISO 9308-2:2012	0 - 1
• Legionella	Ikke påvist	/100ml		ISO 11731	
pH	8.9	pH	9,5	ISO 10523	±0,2
• pH avlest ved temp.	22.5	°C			
Total alkalitet	0.48	mmol/l		Intern	±0.05
Turbiditet	70	FNU		ISO 7027-1:2016	±11.00
Konduktivitet	5.7	mS/m	250	NS ISO 7888	±0.3
• Metallsanking	1	antall		NS-EN 11885	
Aluminium	<200	µg Al/l	200	NS-EN 11885	±40
Jern	60000	µg Fe/l	200	NS-EN 11885	
Mangan	490	µg Mn/l	50	NS-EN 11885	±99.0
• Kobber	42	µg Cu/l	2000	NS-EN 11885	±8.5
• Kadmium	<0.10	µg Cd/l	5,0	NS-EN 11885	
• Krom	<1.0	µg Cr/l	50	NS-EN 11885	
• Nikkel	1.9	µg Ni/l	20	NS-EN 11885	±1
• Bly	90	µg Pb/l	10	NS-EN 11885	±18.0
• Sink	140	µg Zn/l		NS-EN 11885	±27.0

•) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen
DR) Grenseverdier etter Drikkevannsforordningen

< betyr: Mindre enn

Side 2 av 3

Med hilsen



Grete Kjolmoen
Teknisk ansvarlig

Måleusikkerhet angis som utvidet måleusikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor(k) på 2, som tilsvare et konfidensintervall på 95%.
For ytterligere informasjon, ta kontakt med laboratoriet. Resultatene gjelder kun de undersøkte prøvingsobjekter.
Resultatene gjelder prøven slik den er mottatt laboratoriet. Rapporten må ikke offentliggjøres annet enn i sin helhet uten skriftlig tillatelse.

Side 3 av 3

Vedlegg F: Resultater fra vannprøve-analyser utført av ALS Global (Prøve A,B,G,H,I,J)

Rapport

Side 1 (7)



N2004651

2DLP3MB0L29



Mottatt dato 2020-04-01
Utstedt 2020-04-15

Sindre Fosnes
Sindre Fosnes

Tristilveien 30
2008 Fjerdingsby
Norway

Prosjekt Masteroppgave
Bestnr

Analyse av vann

Deres prøvenavn	H						
Prøvetatt	Sprinkleranlegg						
	2020-04-01 11:00						
Labnummer	N00727748						
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhhet	Metode	Utført	Sign	
Temperatur v/pH-måling *	21		°C	1	1	SAHM	
pH *	7.5			1	1	SAHM	
Analysedato (pH) *	20200401		Dato	1	1	SAHM	
Alkalinitet pH 4.5 * ulev	0.41	0.0615	mmol/l	2	2	MORO	
Analysedato (Alkalinitet) * ulev	2020-04-03		Dato	2	2	MORO	
Turbiditet *	110		FNU	3	1	SAHM	
Analysedato (Turbiditet) *	20200402		Dato	3	1	SAHM	
Ledningsevne (konduktivitet) *	2.26		mS/m	4	1	SAHM	
Analysedato (Ledningsevne) *	20200401		Dato	4	1	SAHM	
Kimtall, 22°C 3 dager *	400		CFU/ml	5	1	SAHM	
Analysedato (Kimtall22) *	20200104		Dato	5	1	SAHM	
Koliforme bakterier, Colilert 18 *	<1		MPN/100ml	5	1	SAHM	
Analysedato (Koliforme)	20200104		Dato	5	1	SAHM	
E.coli, Colilert 18 *	<1		MPN/100ml	5	1	SAHM	
Analysedato (E.coli) *	20200104		Dato	5	1	SAHM	
Legionella spp * ulev	<10		CFU/l	6	2	MORO	
Ca (Kalsium) * ulev	8.00	0.74	mg/l	7	R	SAHM	
Fe (Jern) * ulev	52.4	6.3	mg/l	7	R	SAHM	
K (Kalium) * ulev	0.647	0.064	mg/l	7	R	SAHM	
Mg (Magnesium) * ulev	0.374	0.046	mg/l	7	R	SAHM	
Na (Natrium) * ulev	2.35	0.20	mg/l	7	R	SAHM	
Al (Aluminium) * ulev	67.3	13.3	µg/l	7	H	SAHM	
As (Arsen) * ulev	0.501	0.385	µg/l	7	H	SAHM	
Ba (Barium) * ulev	111	20	µg/l	7	R	SAHM	
Cd (Kadmium) * ulev	<0.05		µg/l	7	H	SAHM	
Co (Kobolt) * ulev	0.970	0.223	µg/l	7	H	SAHM	
Cr (Krom) * ulev	<0.9		µg/l	7	H	SAHM	
Cu (Kopper) * ulev	6.36	1.18	µg/l	7	H	SAHM	
Hg (Kvikksølv) * ulev	<0.02		µg/l	7	F	SAHM	

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sørpborg
Yverveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.no@alsglobal.com

Tel: + 47 22 13 18 00

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Monia Alexandersen

Client Service

monia.alexandersen@alsglobal.com

2020.04.15 10:12:12

Rapport

Side 2 (7)



N2004651

2DLP3MB0L29



Deres prøvenavn	H						
Prøvetatt	Sprinkleranlegg						
	2020-04-01 11:00						
Labnummer	N00727748						
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign	
Mn (Mangan) ^{a ulov}	196	34	µg/l	7	R	SAHM	
Mo (Molybden) ^{a ulov}	8.83	1.67	µg/l	7	H	SAHM	
Ni (Nikkel) ^{a ulov}	10.7	2.3	µg/l	7	H	SAHM	
Pb (Bly) ^{a ulov}	5.18	0.99	µg/l	7	H	SAHM	
Zn (Sink) ^{a ulov}	939	110	µg/l	7	R	SAHM	
V (Vanadium) ^{a ulov}	<0.2		µg/l	7	H	SAHM	

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sørporsborg
Yvernveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.no@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Monia Alexandersen
2020.04.15 10:12:12
Client Service
monia.alexandersen@alsglobal.com

Rapport

Side 3 (7)



N2004651

2DLP3MB0L29



Deres prøvenavn	G						
Prøvetatt	Sprinkleranlegg						
	2020-04-01 09:15						
Labnummer	N00727749						
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign	
Temperatur v/pH-måling *	21		°C	1	1	SAHM	
pH *	8.6			1	1	SAHM	
Analysedato (pH) *	20200401		Dato	1	1	SAHM	
Alkalinitet pH 4.5 * ulev	0.36	0.054	mmol/l	2	2	MORO	
Analysedato (Alkalinitet) * ulev	2020-04-03		Dato	2	2	MORO	
Turbiditet *	3.46		FNU	3	1	SAHM	
Analysedato (Turbiditet) *	20200401		Dato	3	1	SAHM	
Ledningsevne (konduktivitet) *	9.49		mS/m	4	1	SAHM	
Analysedato (Ledningsevne) *	20200401		Dato	4	1	SAHM	
Kimtall, 22°C 3 dager *	<1		CFU/ml	5	1	SAHM	
Analysedato (Kimtall22) *	20200104		Dato	5	1	SAHM	
Koliforme bakterier, Colilert 18 *	<1		MPN/100ml	5	1	SAHM	
Analysedato (Koliforme) *	20200104		Dato	5	1	SAHM	
E.coli, Colilert 18 *	<1		MPN/100ml	5	1	SAHM	
Analysedato (E.coli) *	20200104		Dato	5	1	SAHM	
Legionella spp * ulev	<10		CFU/l	6	2	MORO	
Ca (Kalsium) * ulev	15.9	1.5	mg/l	7	R	SAHM	
Fe (Jern) * ulev	0.492	0.059	mg/l	7	R	SAHM	
K (Kalium) * ulev	<0.4		mg/l	7	R	SAHM	
Mg (Magnesium) * ulev	0.344	0.043	mg/l	7	R	SAHM	
Na (Natrium) * ulev	1.90	0.17	mg/l	7	R	SAHM	
Al (Aluminium) * ulev	34.8	7.5	µg/l	7	H	SAHM	
As (Arsen) * ulev	<0.5		µg/l	7	H	SAHM	
Ba (Barium) * ulev	87.1	15.6	µg/l	7	R	SAHM	
Cd (Kadmium) * ulev	<0.05		µg/l	7	H	SAHM	
Co (Kobolt) * ulev	<0.2		µg/l	7	H	SAHM	
Cr (Krom) * ulev	<0.9		µg/l	7	H	SAHM	
Cu (Kopper) * ulev	1.54	0.34	µg/l	7	H	SAHM	
Hg (Kvikksølv) * ulev	<0.02		µg/l	7	F	SAHM	
Mn (Mangan) * ulev	22.8	3.9	µg/l	7	R	SAHM	
Mo (Molybden) * ulev	1.02	0.25	µg/l	7	H	SAHM	
Ni (Nikkel) * ulev	<0.6		µg/l	7	H	SAHM	
Pb (Bly) * ulev	1.73	0.33	µg/l	7	H	SAHM	
Zn (Sink) * ulev	1470	172	µg/l	7	R	SAHM	
V (Vanadium) * ulev	<0.2		µg/l	7	H	SAHM	

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sørporsborg
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.no@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapporter

Monia Alexandersen
2020.04.15 10:12:12
Client Service
monia.alexandersen@alsglobal.com

Rapport

Side 4 (7)



N2004651

2DLP3MB0L29



"a" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS.

"a ulev" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert av underleverandør.

"na" etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: NS-EN ISO 10523 (2012) (Rentvann, bassengvann og avløpsvann) (Sjøvann: Intern metode basert på NS-EN ISO 10523 (2012))</p> <p>Måleprinsipp: Elektrokjemisk Måleområde: pH 4-10 Måleusikkerhet: $\pm 0,2$ pH-enheter</p> <p><u>Tidssensitiv parameter:</u> Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Proven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p> <p>Dersom ikke annet er angitt er analysen startet innen gjeldene tidsfrist i henhold til analysemetoden.</p>
2	<p>Bestemmelse av alkalinitet i vann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 9963-1:1994 Måleprinsipp: Potensiometrisk titrering. Det titreres til endepunkt på pH 4,5.</p> <p><u>Tidssensitiv parameter:</u> Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Proven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
3	<p>Turbiditet i vann</p> <p>Metode: NS-EN ISO 7027-1 (2016) Måleprinsipp: Spektrofotometrisk Måleområde: 0,02 – 1000 FNU Måleusikkerhet: 0,02-1 FNU: $\pm 20\%$ 1-10 FNU: $\pm 15\%$ 10-1000 FNU: $\pm 10\%$</p> <p><u>Tidssensitiv parameter:</u> Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Proven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
4	<p>Ledningsevne (konduktivitet) i vann</p> <p>Metode: NS-ISO 7888 (1993) Måleprinsipp: Elektrokjemisk Måleområde: 0,1-4000 mS/m Måleusikkerhet: $\pm 5\%$</p> <p><u>Tidssensitiv parameter:</u> Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Proven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sarpsborg
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.on@alsglobal.com

Tel: + 47 22 13 18 00

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Monica Alexandersen
2020.04.15 10:12:12
Client Service
monica.alexandersen@alsglobal.com

Rapport

Side 5 (7)



N2004651

2DLP3MB0L29



	Metodespesifikasjon	Dersom ikke annet er angitt er analysen startet innen gjeldene tidsfrist i henhold til analysemetoden
5	Mikrobiologipakke for vann - Colilert Dyrkbare mikroorganismer (Kimtall) ved 22°C Metode: NS-EN ISO 6222 (1999) Måleprinsipp: Innstøpningsmetode Rapporteringsgrenser (LOQ): Nedre: <1 cfu / ml Måleusikkerhet: 0,15 log ₁₀ E.coli og koliforme bakterier Metode: NS-EN ISO 9308-2 (2012) Måleprinsipp: Colilert-18 Måleområde: Koliforme: 1-200 MPN / 100 ml E.coli: 1-2400 MPN / 100 ml Måleusikkerhet: 0,20 log ₁₀ <u>Tidssensitiv parameter:</u>	Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.
6	Legionella i vann Metode: DS/EN ISO 11731:2017 Andre opplysninger:	Resultat <10 regnes som ikke påvist.
7	«V-3B» Metode: Prøve forbehandling: Rapporteringsgrenser:	Metaller i forurenset vann, etter oppslutning Analyse med ICP-SFMS utføres i henhold til ISO 17294-1,2 (mod), samt EPA-metode 200.8 (mod). Analyse med ICP-AES utføres i henhold til ISO 11885 (mod), samt EPA-metode 200.7 (mod). Kvikksølv (Hg) analyseres med AFS og utføres i henhold til ISO 17852. 12 ml prøve blir surgjort med 1.2 ml suprapur HNO ₃ og kjørt i autoklav.. Ved analyse av W blir ikke prøven surgjort for analyse. Ved analyse av Ag blir prøven konserveret med HCl. Al, Aluminium 10 µg/l As, Arsen 0.5 µg/l Ba, Barium 1 µg/l Ca, Kalsium 200 µg/l Cd, Kadmium 0.05 µg/l Co, Kobolt 0.2 µg/l Cr, Krom 0.9 µg/l Cu, Kobber 1 µg/l Fe, Jern 10 µg/l Hg, Kvikksølv 0.02 µg/l K, Kalium 400 µg/l Mg, Magnesium 140 µg/l

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sørpborg
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Monia Alexandersen
2020.04.15 10:12:12
Client Service
monia.alexandersen@alsglobal.com

Rapport

Side 6 (7)



N2004651

2DLP3MB0L29



Metodespesifikasjon		
	Mn, Mangan	0.9 µg/l
	Mo, Molybden	0.5 µg/l
	Na, Natrium	500 µg/l
	Ni, Nikkel	0.6 µg/l
	Pb, Bly	0.5 µg/l
	V, Vanadium	0.2 µg/l
	Zn, Sink	4 µg/l
	Rapporteringsgrensene kan variere med grad av forurensning for innsendt prøve.	
Måleusikkerhet:	Måleusikkerheten (MU) beregnes individuelt for hver enkelt prøve og er direkte koplet til den aktuelle målingen. Dette betyr at rapportert MU gjelder ved den aktuelle prøvens målte konsentrasjon. Måleusikkerheten kan variere med matriksinterferens, fortynninger og lav prøvemengde.	
Andre opplysninger:	Prøver som har et høyt innhold av klorid kan gi forhøyet rapporteringsgrense for As. Prøver som har et høyt innhold av Mo kan gi forhøyet rapporteringsgrense for Cd.	

Godkjenner	
MORO	Monia Alexandersen
SAHM	Sabra Hashimi

Utf	
F	AFS
	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
H	ICP-SFMS
	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
R	ICP-AES
	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group Norway AS avd. Sarpsborg, Yvenveien 17, 1715 Yven
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sarpsborg
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.no@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapporter

Monia Alexandersen
2020.04.15 10:12:12
Client Service
monia.alexandersen@alsglobal.com

Rapport

Side 7 (7)



N2004651

2DLP3MB0L29



Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sørporsborg
Yvernveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.no@alsglobal.com

Tel: + 47 22 13 18 00

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Monia Alexandersen

Client Service

monia.alexandersen@alsglobal.com

2020.04.15 10:12:12

Rapport

Side 1 (9)



N2004710

2DPDU02VD3W



Mottatt dato 2020-04-02
Utstedt 2020-04-16

Sindre Fosnes
Sindre Fosnes

Tristilveien 30
2008 Fjerdingsby
Norway

Prosjekt Masteroppgave
Bestnr

Analyse av vann

Deres prøvenavn	A					
Prøvetatt	Sprinkleranlegg					
	2020-04-02 10:40					
Labnummer	N00727877					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Temperatur v/pH-måling *	21		°C	1	1	SAHM
pH *	8.2			1	1	SAHM
Analysedato (pH) *	20200402		Dato	1	1	SAHM
Alkalinitet pH 4.5 * slev	0.48	0.072	mmol/l	2	2	SAHM
Analysedato (Alkalinitet) * slev	2020-04-07		Dato	2	2	SAHM
Turbiditet *	51		FNU	3	1	SAHM
Analysedato (Turbiditet) *	20200402		Dato	3	1	SAHM
Ledningsevne (konduktivitet) *	5.49		mS/m	4	1	SAHM
Analysedato (Ledningsevne) *	20200402		Dato	4	1	SAHM
Kimtall, 22°C 3 dager *	<1		CFU/ml	5	1	SAHM
Analysedato (Kimtall22) *	20200204		Dato	5	1	SAHM
Koliforme bakterier, Colilert 18 *	<10		MPN/100ml	5	1	SAHM
Analysedato (Koliforme) *	02042020		Dato	5	1	LIMI
E.coli, Colilert 18 *	<10		MPN/100ml	5	1	SAHM
Analysedato (E.coli) *	02042020		Dato	5	1	LIMI
Legionella spp * slev	<10		CFU/l	6	2	SAHM
Ca (Kalsium) * slev	9.15	0.86	mg/l	7	R	ANME
Fe (Jern) * slev	7.46	0.90	mg/l	7	R	ANME
K (Kalium) * slev	<0.4		mg/l	7	R	ANME
Mg (Magnesium) * slev	0.356	0.044	mg/l	7	R	ANME
Na (Natrium) * slev	1.90	0.16	mg/l	7	R	ANME
Al (Aluminium) * slev	53.8	13.3	µg/l	7	H	ANME
As (Arsen) * slev	<0.5		µg/l	7	H	ANME
Ba (Barium) * slev	6.63	1.28	µg/l	7	H	ANME
Cd (Kadmium) * slev	<0.05		µg/l	7	H	ANME
Co (Kobolt) * slev	<0.2		µg/l	7	H	ANME
Cr (Krom) * slev	<0.9		µg/l	7	H	ANME
Cu (Kopper) * slev	9.49	2.02	µg/l	7	H	ANME
Hg (Kvikksølv) * slev	<0.02		µg/l	7	F	ANME

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sørporsborg
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.no@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapporter

Suleman Hajjzade
2020.04.16 15:08:08
Client Service
suleman.hajjzade@alsglobal.com

Rapport

Side 2 (9)



N2004710

2DPDU02VD3W



Deres prøvenavn	A						
Prøvetatt	Sprinkleranlegg 2020-04-02 10:40						
Labnummer	N00727877						
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign	
Mn (Mangan) ^{a slev}	114	20	µg/l	7	R	ANME	
Mo (Molybden) ^{a slev}	5.20	1.02	µg/l	7	H	ANME	
Ni (Nikkel) ^{a slev}	2.53	0.93	µg/l	7	H	ANME	
Pb (Bly) ^{a slev}	1.71	0.33	µg/l	7	H	ANME	
Zn (Sink) ^{a slev}	8.35	2.78	µg/l	7	H	ANME	
V (Vanadium) ^{a slev}	<0.2		µg/l	7	H	ANME	
Legionella spp: grunnet lav prøvemengde ble metode for Legionella endret. Gjelder i hele ordren.							

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sarpsborg
Yvernveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.no@alsglobal.com

Tel: + 47 22 13 18 00

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Suleman Hajizada

Client Service

suleman.hajizada@alsglobal.com

2020.04.16 15:08:08

Rapport

Side 3 (9)



N2004710

2DPDU02VD3W



Deres prøvenavn	B					
Prøvetatt	Sprinkleranlegg					
	2020-04-02 12:20					
Labnummer	N00727878					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Temperatur v/pH-måling *	21		°C	1	1	SAHM
pH *	8.9			1	1	SAHM
Analysedato (pH) *	20200402		Dato	1	1	SAHM
Alkalinitet pH 4.5 * ulev	0.36	0.054	mmol/l	2	2	SAHM
Analysedato (Alkalinitet) * ulev	2020-04-07		Dato	2	2	SAHM
Turbiditet *	68		FNU	3	1	SAHM
Analysedato (Turbiditet) *	20200402		Dato	3	1	SAHM
Ledningsevne (konduktivitet) *	5.64		mS/m	4	1	SAHM
Analysedato (Ledningsevne) *	20200402		Dato	4	1	SAHM
Kimtall, 22°C 3 dager *	<1		CFU/ml	5	1	SAHM
Analysedato (Kimtall22) *	20200204		Dato	5	1	SAHM
Koliforme bakterier, Colilert 18 *	<10		MPN/100ml	5	1	SAHM
Analysedato (Koliforme) *	02042020		Dato	5	1	LIMI
E.coli, Colilert 18 *	<10		MPN/100ml	5	1	SAHM
Analysedato (E.coli) *	02042020		Dato	5	1	LIMI
Legionella spp * ulev	<10		CFU/l	6	2	SAHM
Ca (Kalsium) * ulev	9.03	0.84	mg/l	7	R	ANME
Fe (Jern) * ulev	19.7	2.3	mg/l	7	R	ANME
K (Kalium) * ulev	<0.4		mg/l	7	R	ANME
Mg (Magnesium) * ulev	0.338	0.045	mg/l	7	R	ANME
Na (Natrium) * ulev	1.69	0.14	mg/l	7	R	ANME
Al (Aluminium) * ulev	19.8	4.3	µg/l	7	H	ANME
As (Arsen) * ulev	<0.5		µg/l	7	H	ANME
Ba (Barium) * ulev	10.4	2.0	µg/l	7	H	ANME
Cd (Kadmium) * ulev	<0.05		µg/l	7	H	ANME
Co (Kobolt) * ulev	<0.2		µg/l	7	H	ANME
Cr (Krom) * ulev	<0.9		µg/l	7	H	ANME
Cu (Kopper) * ulev	7.02	2.30	µg/l	7	H	ANME
Hg (Kvikksølv) * ulev	<0.02		µg/l	7	F	ANME
Mn (Mangan) * ulev	193	33	µg/l	7	R	ANME
Mo (Molybden) * ulev	1.48	0.32	µg/l	7	H	ANME
Ni (Nikkel) * ulev	0.690	0.219	µg/l	7	H	ANME
Pb (Bly) * ulev	6.49	1.30	µg/l	7	H	ANME
Zn (Sink) * ulev	30.4	8.9	µg/l	7	H	ANME
V (Vanadium) * ulev	<0.2		µg/l	7	H	ANME

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sørporsborg
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.no@alsglobal.com

Tel: + 47 22 13 18 00

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Suleman Hajizada

2020.04.16 15:08:08

Client Service

suleman.hajizada@alsglobal.com

Rapport

Side 4 (9)



N2004710

2DPDU02VD3W



Deres prøvenavn	I					
Prøvetatt	Sprinkleranlegg					
	2020-04-02 07:30					
Labnummer	N00727879					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Temperatur v/pH-måling *	21		°C	1	1	SAHM
pH *	8.6			1	1	SAHM
Analysedato (pH) *	20200402		Dato	1	1	SAHM
Alkalinitet pH 4.5 a ulev	0.38	0.057	mmol/l	2	2	SAHM
Analysedato (Alkalinitet) a ulev	2020-04-07		Dato	2	2	SAHM
Turbiditet *	35		FNU	3	1	SAHM
Analysedato (Turbiditet) *	20200402		Dato	3	1	SAHM
Ledningsevne (konduktivitet) *	7.36		mS/m	4	1	SAHM
Analysedato (Ledningsevne) *	20200402		Dato	4	1	SAHM
Kimtall, 22°C 3 dager *	<1		CFU/ml	5	1	SAHM
Analysedato (Kimtall22) *	20200204		Dato	5	1	SAHM
Koliforme bakterier, Colilert 18 *	<10		MPN/100ml	5	1	SAHM
Analysedato (Koliforme) *	02042020		Dato	5	1	LIMI
E.coli, Colilert 18 *	<10		MPN/100ml	5	1	SAHM
Analysedato (E.coli) *	02042020		Dato	5	1	LIMI
Legionella spp a ulev	<10		CFU/l	6	2	SAHM
Ca (Kalsium) a ulev	10.8	1.0	mg/l	7	R	ANME
Fe (Jern) a ulev	21.6	2.6	mg/l	7	R	ANME
K (Kalium) a ulev	<0.4		mg/l	7	R	ANME
Mg (Magnesium) a ulev	0.424	0.053	mg/l	7	R	ANME
Na (Natrium) a ulev	2.69	0.22	mg/l	7	R	ANME
Al (Aluminium) a ulev	29.3	7.8	µg/l	7	H	ANME
As (Arsen) a ulev	1.48	0.30	µg/l	7	H	ANME
Ba (Barium) a ulev	24.1	4.6	µg/l	7	H	ANME
Cd (Kadmium) a ulev	<0.05		µg/l	7	H	ANME
Co (Kobolt) a ulev	0.338	0.115	µg/l	7	H	ANME
Cr (Krom) a ulev	<0.9		µg/l	7	H	ANME
Cu (Kopper) a ulev	14.1	3.0	µg/l	7	H	ANME
Hg (Kvikksølv) a ulev	<0.02		µg/l	7	F	ANME
Mn (Mangan) a ulev	74.0	12.8	µg/l	7	R	ANME
Mo (Molybden) a ulev	2.95	0.57	µg/l	7	H	ANME
Ni (Nikkel) a ulev	0.893	0.476	µg/l	7	H	ANME
Pb (Bly) a ulev	9.52	2.11	µg/l	7	H	ANME
Zn (Sink) a ulev	13.5	4.1	µg/l	7	H	ANME
V (Vanadium) a ulev	<0.2		µg/l	7	H	ANME

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sørporsborg
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.no@alsglobal.com

Tel: + 47 22 13 18 00

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapporter

Suleman Hajizada

2020.04.16 15:08:08

Client Service

suleman.hajizada@alsglobal.com

Rapport

Side 5 (9)



N2004710

2DPDU02VD3W



Deres prøvenavn	J					
Prøvetatt	Sprinkleranlegg					
	2020-04-02 09:30					
Labnummer	N00727880					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Temperatur v/pH-måling *	21		°C	1	1	SAHM
pH *	9.9			1	1	SAHM
Analysedato (pH) *	20200402		Dato	1	1	SAHM
Alkalinitet pH 4.5 * slev	0.34	0.051	mmol/l	2	2	SAHM
Analysedato (Alkalinitet) * slev	2020-04-07		Dato	2	2	SAHM
Turbiditet *	29		FNU	3	1	SAHM
Analysedato (Turbiditet) *	20200402		Dato	3	1	SAHM
Ledningsevne (konduktivitet) *	4.96		mS/m	4	1	SAHM
Analysedato (Ledningsevne) *	20200402		Dato	4	1	SAHM
Kimtall, 22°C 3 dager *	<1		CFU/ml	5	1	SAHM
Analysedato (Kimtall22) *	20200204		Dato	5	1	SAHM
Koliforme bakterier, Colilert 18 *	<10		MPN/100ml	5	1	SAHM
Analysedato (Koliforme) *	02042020		Dato	5	1	LIMI
E.coli, Colilert 18 *	<10		MPN/100ml	5	1	SAHM
Analysedato (E.coli) *	02042020		Dato	5	1	LIMI
Legionella spp * slev	<10		CFU/l	6	2	SAHM
Ca (Kalsium) * slev	7.28	0.67	mg/l	7	R	ANME
Fe (Jern) * slev	24.5	3.0	mg/l	7	R	ANME
K (Kalium) * slev	<0.4		mg/l	7	R	ANME
Mg (Magnesium) * slev	<0.2		mg/l	7	R	ANME
Na (Natrium) * slev	1.98	0.18	mg/l	7	R	ANME
Al (Aluminium) * slev	28.5	5.9	µg/l	7	H	ANME
As (Arsen) * slev	<0.5		µg/l	7	H	ANME
Ba (Barium) * slev	74.0	14.3	µg/l	7	H	ANME
Cd (Kadmium) * slev	<0.05		µg/l	7	H	ANME
Co (Kobolt) * slev	0.345	0.136	µg/l	7	H	ANME
Cr (Krom) * slev	<0.9		µg/l	7	H	ANME
Cu (Kopper) * slev	4.27	1.03	µg/l	7	H	ANME
Hg (Kvikksølv) * slev	<0.02		µg/l	7	F	ANME
Mn (Mangan) * slev	186	32	µg/l	7	R	ANME
Mo (Molybden) * slev	6.33	1.23	µg/l	7	H	ANME
Ni (Nikkel) * slev	<0.6		µg/l	7	H	ANME
Pb (Bly) * slev	60.3	12.0	µg/l	7	H	ANME
Zn (Sink) * slev	52.8	11.9	µg/l	7	H	ANME
V (Vanadium) * slev	<0.2		µg/l	7	H	ANME

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sørporsborg
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.cn@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Suleman Hajizada 2020-04-16 15:08:08
Client Service
suleman.hajizada@alsglobal.com

Rapport

Side 6 (9)



N2004710

2DPDU02VD3W



"a" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS.
"a ulev" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert av underleverandør.

"**" etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: NS-EN ISO 10523 (2012) (Rentvann, bassengvann og avløpsvann) (Sjovann: Intern metode basert på NS-EN ISO 10523 (2012))</p> <p>Måleprinsipp: Elektrokjemisk Måleområde: pH 4-10 Måleusikkerhet: ±0,2 pH-enheter</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p> <p>Dersom ikke annet er angitt er analysen startet innen gjeldene tidsfrist i henhold til analysemetoden.</p>
2	<p>Bestemmelse av alkalinitet i vann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 9963-1:1994 Måleprinsipp: Potensiometrisk titrering. Det titreres til endepunkt på pH 4,5.</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
3	<p>Turbiditet i vann</p> <p>Metode: NS-EN ISO 7027-1 (2016) Måleprinsipp: Spektrofotometrisk Måleområde: 0,02 – 1000 FNU Måleusikkerhet: 0,02-1 FNU: ±20% 1-10 FNU: ±15% 10-1000 FNU: ±10%</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
4	<p>Ledningsevne (konduktivitet) i vann</p> <p>Metode: NS-ISO 7888 (1993) Måleprinsipp: Elektrokjemisk Måleområde: 0,1-4000 mS/m Måleusikkerhet: ±5%</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sarpborg
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.no@alsglobal.com

Tel: + 47 22 13 18 00

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Suleman Haljzada

Client Service
suleman.haljzada@alsglobal.com

2020.04.16 15:08:08

Rapport

Side 7 (9)



N2004710

2DPDU02VD3W



	Metodespesifikasjon																				
	Dersom ikke annet er angitt er analysen startet innen gjeldene tidsfrist i henhold til analysemetoden																				
5	<p>Mikrobiologipakke for vann - Colilert</p> <p>Dyrkbare mikroorganismer (Kimtall) ved 22°C</p> <p>Metode: NS-EN ISO 6222 (1999) Måleprinsipp: Innstøpningsmetode Rapporteringsgrenser (LOQ): Nedre: <1 cfu / ml Måleusikkerhet: 0,15 log₁₀</p> <p>E.coli og koliforme bakterier</p> <p>Metode: NS-EN ISO 9308-2 (2012) Måleprinsipp: Colilert-18 Måleområde: Koliforme: 1-200 MPN / 100 ml E.coli: 1-2400 MPN / 100 ml Måleusikkerhet: 0,20 log₁₀</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>																				
6	<p>Legionella</p> <p>Metode: DS 3029:2001 Måleprinsipp: Dyrking Merk: Resultat <10 regnes som ikke påvist.</p>																				
7	<p>«V-3B»</p> <p>Metaller i forurenset vann, etter oppslutning</p> <p>Metode: Analyse med ICP-SFMS utføres i henhold til ISO 17294-1,2 (mod), samt EPA-metode 200.8 (mod). Analyse med ICP-AES utføres i henhold til ISO 11885 (mod), samt EPA-metode 200.7 (mod). Kvikksølv (Hg) analyseres med AFS og utføres i henhold til ISO 17852.</p> <p>Prøve forbehandling: 12 ml prøve blir surgjort med 1.2 ml suprapur HNO₃ og kjørt i autoklav.. Ved analyse av W blir ikke prøven surgjort før analyse. Ved analyse av Ag blir prøven konserveret med HCl.</p> <p>Rapporteringsgrenser:</p> <table> <tr><td>Al, Aluminium</td><td>10 µg/l</td></tr> <tr><td>As, Arsen</td><td>0.5 µg/l</td></tr> <tr><td>Ba, Barium</td><td>1 µg/l</td></tr> <tr><td>Ca, Kalsium</td><td>200 µg/l</td></tr> <tr><td>Cd, Kadmium</td><td>0.05 µg/l</td></tr> <tr><td>Co, Kobolt</td><td>0.2 µg/l</td></tr> <tr><td>Cr, Krom</td><td>0.9 µg/l</td></tr> <tr><td>Cu, Kobber</td><td>1 µg/l</td></tr> <tr><td>Fe, Jern</td><td>10 µg/l</td></tr> <tr><td>Hg, Kvikksølv</td><td>0.02 µg/l</td></tr> </table>	Al, Aluminium	10 µg/l	As, Arsen	0.5 µg/l	Ba, Barium	1 µg/l	Ca, Kalsium	200 µg/l	Cd, Kadmium	0.05 µg/l	Co, Kobolt	0.2 µg/l	Cr, Krom	0.9 µg/l	Cu, Kobber	1 µg/l	Fe, Jern	10 µg/l	Hg, Kvikksølv	0.02 µg/l
Al, Aluminium	10 µg/l																				
As, Arsen	0.5 µg/l																				
Ba, Barium	1 µg/l																				
Ca, Kalsium	200 µg/l																				
Cd, Kadmium	0.05 µg/l																				
Co, Kobolt	0.2 µg/l																				
Cr, Krom	0.9 µg/l																				
Cu, Kobber	1 µg/l																				
Fe, Jern	10 µg/l																				
Hg, Kvikksølv	0.02 µg/l																				

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sarpsborg
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.no@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Suleman Hajizada 2020.04.16 15:08:08
Client Service
suleman.hajizada@alsglobal.com

Rapport

Side 8 (9)



N2004710

2DPDU02VD3W



Metodespesifikasjon	
	<p>K, Kalium 400 µg/l</p> <p>Mg, Magnesium 140 µg/l</p> <p>Mn, Mangan 0.9 µg/l</p> <p>Mo, Molybden 0.5 µg/l</p> <p>Na, Natrium 500 µg/l</p> <p>Ni, Nikkel 0.6 µg/l</p> <p>Pb, Bly 0.5 µg/l</p> <p>V, Vanadium 0.2 µg/l</p> <p>Zn, Sink 4 µg/l</p>
	Rapporteringsgrensene kan variere med grad av forurensning for innsendt prøve.
Måleusikkerhet:	Måleusikkerheten (MU) beregnes individuelt for hver enkelt prøve og er direkte koplet til den aktuelle målingen. Dette betyr at rapportert MU gjelder ved den aktuelle prøvens målte konsentrasjon. Måleusikkerheten kan variere med matriksinterferens, fortynninger og lav prøvemengde.
Andre opplysninger:	<p>Prøver som har et høyt innhold av klorid kan gi forhøyet rapporteringsgrense for As.</p> <p>Prøver som har et høyt innhold av Mo kan gi forhøyet rapporteringsgrense for Cd.</p>

Godkjenner	
ANME	Anne Melson
LIMI	Line Minge
SAHM	Sabra Hashimi

Utf ¹	
F	<p>AFS</p> <p>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige</p>
H	<p>ICP-SFMS</p> <p>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige</p>
R	<p>ICP-AES</p> <p>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige</p>
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group Norway AS avd. Sarpsborg, Yvenveien 17, 1715 Yven</p>
2	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark</p>

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sarpsborg
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.no@alsglobal.com

Tel: + 47 22 13 18 00

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Suleman Hajizada

Client Service

suleman.hajizada@alsglobal.com

2020.04.16 15:08:08

Rapport

Side 9 (9)



N2004710

2DPDU02VD3W



Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sørporsborg
Yvenvelen 17, N-1715 Yven

E-post: info.no@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Suleman Hajizada
Client Service
suleman.hajizada@alsglobal.com
2020.04.16 15:08:08

Vedlegg G: Sammenstilling av analyseresultater fra vannprøver utført i Norge og Sverige

Resultater for "Vannprøver utført i Sverige 2004" er hentet fra *Orienterande undersökning av vattenkvalitet i några sprinkleranläggningar för brandsläckning i Stockholms kommun* [12]

Gul merking indikerer at verdier er oppgitt i en annen enhet enn mmol/l. I dette tilfellet er alkalitet for de svenske vannprøvene oppgitt med enheten mg HCO₃/l. En omregningsfaktor er oppgitt til å være 61 av ALS Global, som ble brukt i 6/10 vannprøver (mmol/L x 61 à HCOM3-, mg/L)

Parameter	Vannprøver utført i Norge 2020										Vannprøver utført i Sverige 2004					Enhet
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	1	4	5	8	10	
Aktinomyceter	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	< 1	2	< 1	< 1	< 1	st/ 100ml
Aktiv klor, kvalitativt	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	neg	neg	neg	neg	neg	-
Alkalinitet pH 4.5	0,48	0,36	0,42	0,48	0,44	0,48	0,36	0,41	0,38	0,34	42	35	36	40	30	mmol/ l (Gult = mg HCO ₃ /l)
Aluminium (Al)	0,0538	0,0198	<0,02	<0,1	<0,1	<0,2	0,0348	0,0673	0,0293	0,0285	0,004	0,004	0,011	0,034	<0,002	mg/l
Antimon	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	µg/l
Arsen (As)	<0,5	<0,5	N/A	N/A	N/A	N/A	<0,5	0,501	1,48	<0,5	0,3	0,5	0,2	0,6	0,2	µg/l
Barium (Ba)	6,63	10,4	N/A	N/A	N/A	N/A	87,1	111	24,1	74	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	µg/l
Bly (Pb)	1,71	6,49	8	5,2	44	90	1,73	5,18	9,52	60,3	3	14	0,5	63	2	µg/l
Bor	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,022	0,024	0,017	0,024	0,026	mg/l
E.coli	<10	<10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<10	<10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	MPN/ 100ml
Jern (Fe)	7,46	19,7	1,3	8,1	9,9	60	0,492	52,4	21,6	24,5	4,20	3,30	2,10	0,52	1,70	mg/l
Kadmium (Cd)	<0,05	<0,05	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	< 0,02	0,2	< 0,02	< 0,02	< 0,02	µg/l
Kalium (K)	<0,4	<0,4	N/A	N/A	N/A	N/A	<0,4	0,647	<0,4	<0,4	2,9	3,3	3,6	2,6	3,0	mg/l
Kalsium (Ca)	9,15	9,03	N/A	N/A	N/A	N/A	15,9	8	10,8	7,28	8,6	8,9	15	6,8	5,7	mg/l
Kimtall, 22°C 3 dager	<1	<1	Ikke påvist	7	3	Ikke påvist	<1	400	<1	<1	< 1	< 1	80	4	< 1	CFU/ ml
Kobolt (Co)	<0,2	<0,2	N/A	N/A	N/A	N/A	<0,2	0,97	0,338	0,345	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	µg/ l
Koliforme bakterier	<10	<10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<10	<10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	MPN/ 100ml
Konduktivitet (Ledningsevne)	5,49	5,64	5,7	5,6	6,1	5,7	9,49	2,26	7,36	4,96	12,1	13,2	17,2	12,0	11,0	mS/m

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	1	4	5	8	10	
Kobber (Cu)	0,00949	0,00702	<0,001	0,0033	0,0013	0,042	0,00154	0,00636	0,0141	0,00427	0,0070	0,0010	0,0020	0,0250	0,0010	mg/l
Krom (Cr)	<0,9	<0,9	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	0,1	< 0,1	0,1	0,5	< 0,1	µg/l
Kvikksølv (Hg)	<0,02	<0,02	N/A	N/A	N/A	N/A	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,07	< 0,02	µg/l
Legionella	<10	<10	Ikke påvist	Ikke påvist	Ikke påvist	Ikke påvist	<10	<10	<10	<10	N/A	N/A	N/A	Ikke påvist	N/A	CFU/l
Lukt	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	tydlig; Obest.	tydlig; Obest.	tydlig; Obest.	svag; Obest.	stark; Obest.	-
Långsamväxande bakterier, 22oC, 7d	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	< 1	2	200	10	< 1	st/ml
Magnesium (Mg)	0,356	0,338	N/A	N/A	N/A	N/A	0,344	0,374	0,424	<0,2	2,6	3,3	3,7	2,1	2,3	mg/l
Mangan (Mn)	0,114	0,193	0,017	0,052	0,1	0,49	0,0228	0,196	0,074	0,186	0,030	0,018	0,027	0,027	0,010	mg/l
Mikrosvamp	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10	10	21	11	1	st/100ml
Molybden (Mo)	5,2	1,48	N/A	N/A	N/A	N/A	1,02	8,83	2,95	6,33	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	µg/l
Natrium (Na)	1,9	1,69	N/A	N/A	N/A	N/A	1,9	2,35	2,69	1,98	10	10	12	10	9,9	mg/l
Nikkel (Ni)	2,53	0,69	<1,0	1,4	1,4	1,9	<0,6	10,7	0,893	<0,6	0,5	1	2	0,6	3	µg/l
pH	8,2	8,9	8,6	9,1	8,2	8,9	8,6	7,5	8,6	9,9	8,8	8,8	8,0	9,4	10,0	-
Sink (Zn)	8,35	30,4	54	50	310	140	1470	939	13,5	52,8	28	3100	32	250	860	µg/l
Temperatur v/pH-måling	21	21	23	23,1	22,9	22,5	21	21	21	21	24	20,8	22	16,7	20,9	°C
TOC	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4,2	3,4	2,8	3,7	3,4	mg/l
Turbiditet	51	68	12	44	38	70	3,46	110	35	29	19	69	36	20	34	FNU
Utseende (farge)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	svagt grumlig	mørk färg	mørk färg	svag färg	klart; ofärgat	-
Vanadium (V)	<0,2	<0,2	N/A	N/A	N/A	N/A	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	µg/l

Vedlegg H: Bilder av feilmontert BA-tilbakeslagsventil

Disse bildene er tatt under en sprinklerkontroll utført av meg. Det ble oppdaget at BA-tilbakeslagsventil ikke er riktig montert. Dette kan ses ved å følge gule piler og sirkler. Denne ventilen skal ha et luftgap, som skal sikres ved "dreneringspotten" nederst på ventilen. Inni denne potten er det montert et hvitt hardplast-rør som forbinder avløpet i rommet med drenering fra ventilen. Dette vil kunne hindre vannstrømmen i røret, som skal kunne ta unna mange liter i sekundet ved full åpning. Dersom dreneringsventilen i ventilens midterste kammer åpnes og det er store vannstrømmer, vil vannet i dette hvite røret kunne presses opp i ventilen igjen. Dersom det hvite røret ikke hadde vært montert, ville vannet ved et slikt tilfelle strømmet ut av hullet i dreneringspotten og ikke inn i ventilen på grunn av luftgapet som hadde vært til stede.

