

**NTNU**  
Norges teknisk-naturvitenskapelige  
universitet  
Fakultet for naturvitenskap  
Institutt for bioteknologi og matvitenskap

Pia Rostad

## Risikoanalyse av drikkevannsbasseng i Norge med fokus på mikrobiell forurensning

Mai 2019





Kunnskap for en bedre verden

# Risikoanalyse av drikkevannsbasseng i Norge med fokus på mikrobiell forurensning

**Pia Rostad**

Mat og Teknologi

Innlevert: Mai 2019

Hovedveileder: Atle Hannisdal

Medveileder: Erik Wahl

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for bioteknologi og matvitenskap



## Forord

Dette masterprosjektet er den avsluttende delen av min mastergrad ved studiet Mat og Teknologi, institutt for bioteknologi og matvitenskap ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU. Masterprosjektet ble utført våsemesteret 2019 og gjort i samarbeid med NTNU og Mattilsynet region midt. Prosjektet omhandler en grovanalyse (risikoanalyse) av drikkevannsbasseng i Norge med fokus på mikrobiologisk forurensning.

Først og fremst vil jeg takke mine flotte veiledere, hovedveileder Atle Hannisdal (NTNU) og Erik Wahl (Mattilsynet) som har veiledet meg gjennom oppgaven. Tusen takk for deres tålmodighet, ofringer og tilbakemeldinger. Tusen takk til Roger Jarnstedt og Bjørn Henrik Zetterstrøm-Ask i Ancistrus AS for gode diskusjoner, råd og for at dere tok dere tiden til å hjelpe meg med prosjektet mitt. Videre vil jeg takke min fantastiske mamma, Anne Rostad Nysether, som alltid har stilt opp og vært der for meg gjennom mine seks lange år på universitetet. Til slutt, men ikke minst min kjæreste, Daniel Green. Tusen takk for din tålmodighet, støtte og hjelp gjennom studiene. Dette ville ikke vært mulig uten dere.

Trondheim 15.05.2019

*Pia Langfjell Rostad*

Pia Langfjell Rostad

## Abstract

Water is the most important substance on earth and human existence is reliant on a stable supply of clean drinking water to maintaining a functioning society and survive. Thus, water supply failure or contamination has significant consequences. In recent years, several waterborne outbreaks have been reported in Norway. For example, in 2016, Tidsskriftet published an article for the Norwegian Medical Association describing the status of waterborne outbreaks in Norway in order to better understand the development of waterborne outbreaks between 2003–2012. During this period, 28 waterborne outbreaks were observed, affecting 8,060 people. Further, water supplied from waterworks accounted for 57 % of the 28 waterborne outbreaks that were registered during this period (Guzman-Herrador *et al.*, 2016). Additionally, routine tests conducted by the Norwegian Food Safety Authority in 2014 revealed that drinking waters contained contaminants such as *Escherichia coli*. Further investigations determined that contaminants were introduced into the water supply at the drinking water storage tanks due to poor construction meaning the current tank design is vulnerable to contaminants from outside the water infrastructure entering the water storage tanks. Additionally, the design of the water storage tanks meant that damage and leakages were difficult to detect, identify and resolve. This was also observed in 2017, where an outbreak of campylobacteriosis was thought to have been introduced into the drinking water via the storage tank infrastructure. In this case, it was also the construction of the drinking water storage tank that made it vulnerable to microbiological contamination.

This project aims to investigate the health risks of microbial contamination to drinking water storage tanks, focusing on the microbiological contamination of drinking water storage tanks in Norway, with a focus on zoonotic and anthroponotic infectious agents in drinking water. Secondary data were used in the form of existing supervisory reports from the Norwegian Food Safety Authority, outbreak reports from the Norwegian Food Safety Authority, Norwegian Water Reports, academic literature and personal communication with professionals in relevant private organisations (*e.g.* Ancistrus AS) and the water industry. In order to collect relevant primary data, further investigations were carried out at six different municipal waterworks in Trøndelag, Mid Norway. A checklist was made and 15 drinking water storage tanks with different construction types were visited. Representatives from the relevant waterworks were interviewed for each drinking water storage tank that was visited. Using collected information, a preliminary hazard analysis was carried out to map and understand the risk of health consequences.

Through the preliminary hazard analysis, several hazardous events were uncovered. The supply of zoonotic agents via birds and mammals that come into indirect contact with drinking water in the drinking water storage tank was assigned the highest RPN (risk priority number) of 6. This type of event thus falls within the red area of the risk matrix, which means that the risk must be reduced, and preventive measures must be implemented.

## Sammendrag

Vann er vårt viktigste næringsmiddel og befolkningen er helt avhengig av rent vann og en tilfredsstillende vannforsyning for å kunne opprettholde et funksjonsdyktig samfunn. Dersom det skulle skje en svikt eller forurensning i vannforsyningen vil det raskt skape problemer for et samfunn. Det har i den senere tiden blitt rapportert flere vannbårne utbrudd i Norge. I 2016 publiserte Tidsskriftet en artikkel for Den Norske Legeforening en artikkel som beskrev status for vannbårne utbrudd i Norge for å få en bedre forståelse for utviklingen av vannbårne utbrudd i tiårsperioden 2003-2012. I denne perioden ble det varslet om 28 vannbårne utbrudd, hvor det ble rapportert totalt 8 060 syke personer. Vann levert fra vannverk sto for 57 % av de 28 vannbårne utbruddene som ble registrert i denne perioden (Guzman-Herrador *et al.*, 2016). I 2014 ble Mattilsynet varslet om forurensning av drikkevann etter rutineprøver som avdekket *Escherichia coli* i drikkevannet. Videre etterforskning avslørte at forurensning til drikkevannsbassenget var årsaken. Drikkevannsbassengets konstruksjon gjorde det sårbart for innlekk og vanskelig å oppdage skader og lekkasjer. I 2017 ble det rapportert et utbrudd av campylobacteriose, hvor forurensning til drikkevannsbasseng mistenkes å være årsaken. I dette tilfellet var det også drikkevannsbassengets konstruksjon som gjorde det sårbart for mikrobiologisk forurensning.

Dette er bakgrunnen for prosjektet og problemstillingen er som følger: «*hvilken helsemessig risiko utgjør mikrobiell forurensning til drikkevannsbasseng?*» Prosjektet er avgrenset til mikrobiologisk forurensning til drikkevannsbasseng i Norge, med fokus på zoonotiske og antropotiske smittestoffer i drikkevann. Det ble benyttet sekundærdata i form av eksisterende tilsynsrapporter fra Mattilsynet, utbruddsrapporter fra Mattilsynet, Norsk Vann-rapporter, faglig litteratur og personlig kommunikasjon med fagpersoner i Ancistrus AS og vannbransjen. For å samle inn relevant primærdata ble det gjort nærmere undersøkelser hos seks forskjellige kommunale vannverk i Trøndelag. Det ble utarbeidet en egen sjekkliste og befart 15 drikkevannsbasseng med forskjellige konstruksjoner. Representanter fra det aktuelle vannverket ble intervjuet for hvert drikkevannsbasseng som ble befart. Ved hjelp av innsamlet informasjon ble det utført en grovanalyse for å kartlegge risikoen for helsemessige konsekvenser for abonnenter.

Gjennom grovanalysen ble det avdekket flere uønskede hendelser. Tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng ble tildelt høyeste RPN (risk priority number) på 6. Denne type hendelse faller dermed innenfor rødt område i risikomatriksen, som betyr at risikoen må reduseres og forebyggende tiltak skal iverksettes.

# Innholdsfortegnelse

|  |             |
|--|-------------|
| <b>Forord</b> .....  | <b>i</b>    |
| <b>Abstract</b> .....  | <b>ii</b>   |
| <b>Sammendrag</b> .....  | <b>iii</b>  |
| <b>Figurliste</b> .....  | <b>iv</b>   |
| <b>Tabelliste</b> .....  | <b>ivii</b> |
| <br>   |             |
| <b>1 Introduksjon</b> .....  | <b>1</b>    |
| 1.1 Bakgrunn og problemstilling .....                              | 1           |
| 1.2 Avgrensninger.....   | 4           |
| 1.3 Begrensninger .....  | 5           |
| <b>2 Teori</b> .....   | <b>6</b>    |
| 2.1 Drikkevannsforvaltning .....                                   | 6           |
| 2.2 Vannforsyningssystemet .....                                   | 7           |
| 2.3 Drikkevannsbasseng .....                                       | 8           |
| 2.3.1 Funksjonskrav til vannkvalitet .....                         | 9           |
| 2.3.2 Funksjonskrav til drift .....                                | 11          |
| 2.3.3 Ulike konstruksjonsprinsipp av drikkevannsbasseng.....       | 13          |
| 2.4 Stoffer i drikkevann .....                                     | 13          |
| 2.4.1 Mikrobiologiske smittestoffer i drikkevann .....             | 14          |
| 2.5 Befaring av drikkevannsbasseng.....                            | 18          |
| 2.6 Intervju .....   | 20          |
| 2.7 Fare, uønskede hendelser og risiko .....                       | 21          |
| 2.8 Risikoanalyse.....   | 23          |
| 2.9 Grovanalyse.....   | 24          |
| 2.9.1 Trinn 1 – Innledning til grovanalysen .....                  | 27          |
| 2.9.2 Trinn 2 – Fareidentifikasjon.....                            | 27          |
| 2.9.3 Trinn 3 – Frekvensvurdering .....                            | 28          |
| 2.9.4 Trinn 4 – Konsekvensvurdering .....                          | 28          |
| 2.9.5 Trinn 5 – Risikoreducerende tiltak .....                     | 28          |
| 2.9.6 Trinn 6 – Beskrivelse og vurdering av risiko .....           | 29          |
| 2.9.7 Trinn 7 – Rapportering .....                                 | 31          |
| <b>3 Metoder</b> .....   | <b>32</b>   |
| 3.1 Systematisk gjennomgang av eksisterende tilsynsrapporter ..... | 32          |
| 3.2 Teknisk befaring av utvalgte drikkevannsbasseng.....           | 32          |
| 3.3 Intervju .....   | 35          |



|          |                                       |           |
|----------|---------------------------------------|-----------|
| 3.4      | Grovanalyse.....                      | 38        |
| <b>4</b> | <b>Resultater.....</b>                | <b>39</b> |
| 4.1      | Resultater fra tilsynsrapporter ..... | 39        |
| 4.2      | Kommune 1 .....                       | 40        |
| 4.2.1    | Befaring.....                         | 40        |
| 4.2.2    | Intervju .....                        | 41        |
| 4.3      | Kommune 2 .....                       | 43        |
| 4.3.1    | Befaring.....                         | 43        |
| 4.3.2    | Intervju .....                        | 46        |
| 4.4      | Kommune 3 .....                       | 48        |
| 4.4.1    | Befaring.....                         | 48        |
| 4.4.2    | Intervju .....                        | 50        |
| 4.5      | Kommune 4 .....                       | 52        |
| 4.5.1    | Befaring.....                         | 52        |
| 4.5.2    | Intervju .....                        | 55        |
| 4.6      | Kommune 5 .....                       | 56        |
| 4.6.1    | Befaring.....                         | 56        |
| 4.6.2    | Intervju .....                        | 58        |
| 4.7      | Kommune 6 .....                       | 60        |
| 4.7.1    | Befaring.....                         | 60        |
| 4.7.2    | Intervju .....                        | 63        |
| 4.8      | Oppsummering.....                     | 65        |
| <b>5</b> | <b>Grovanalyse.....</b>               | <b>69</b> |
| <b>6</b> | <b>Drøfting.....</b>                  | <b>86</b> |
| 6.1      | Drøfting av metoder .....             | 86        |
| 6.2      | Drøfting av resultater .....          | 87        |
| <b>7</b> | <b>Konklusjon.....</b>                | <b>93</b> |
| <b>8</b> | <b>Referanseliste.....</b>            | <b>94</b> |

## Figurliste

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.1 | Skisse som viser hvordan taknedløp og overløpsrøret er plassert i forhold til hverandre på innsiden av drikkevannsbasseng. Figur: (Lorås, 2017) .....   | 2  |
| 2.1 | Oversikt over distribusjonssystemet for drikkevann. Vannet starter ved vannkilden og føres inn til vannbehandlingsanlegget før det distribueres via drikkevannsbasseng/pumpestasjoner til abonnentene. Figur modifisert etter (Jørgensen, 2016).....  | 8  |
| 2.2 | Forenklet oppbygging av et drikkevannsbasseng. Forklaringer: 1 – kammer 1, 2 – kammer 2, 3 – inntak, 4 – utløp, 5 – overløp, 6 – spyling, 7 – omløpsventil, 8 – fra renseanlegg eller kilde, 9 – spyleledning/overløpsledning, 10 – til forsyningsområdet (Standard Norge, 1999) .....  | 12 |
| 2.3 | Forskjell på farekilde, uønsket hendelse og ulykke (Rausand og Utne, 2009, s. 42) .....   | 23 |
| 2.4 | Bow-tie-diagram. Viser risikoanalyse av en uønskt hendelse med proaktiv og reaktive barrierer. Basert på figur fra (Rausand og Utne, 2009, s. 82) .....   | 24 |
| 2.5 | Flytskjema for grovanalyse. Modifisert etter figur fra (Rausand og Utne, 2009, s. 137).....   | 26 |
| 3.1 | Enkel oversikt over prosjektets områder for befarings. Befaringene ble utført i Trøndelag fylke (a), i kommunene Steinkjer, Stjørdal, Trondheim, Melhus, Skaun og Meldal (b). (Figur: egen) .....   | 33 |
| 4.1 | Drikkevannsbasseng 1.1 med snødekt tak (Foto: eget) .....   | 40 |
| 4.2 | Forenklet illustrasjon av ventilasjonsanlegg knyttet til overløpsrør for drikkevannsbasseng 2.1. Koblingen er inne i betjeningshuset som vises til høyre i figuren. 1. Ventilasjonsrør som er ledet fra taket med netting og filter foran. 2. Filter for rensing av luft. 3. Renset luft går inn i overløpsrøret. 4. Overløpsrør som går inn til vannkammeret (Figur: egen) ..... | 43 |
| 4.3 | (a) Lufting og filterkasse for vannkammer 1 og 2, samt nedstigningsluke for tilgang til vannkammer 1 og 2 for drikkevannsbasseng 2.2. (b) Innvendig taknedløp går ned gjennom de to kamrene og det er lagt rør-i-rør (Foto: eget) .....   | 44 |
| 4.4 | Forenklet illustrasjon av nedgravd drikkevannsbasseng 2.3 med 3 kammer. Betjeningshuset er bygd på toppen med tilgang til kammer via innvendige takluker (Figur: egen).....   | 45 |
| 4.5 | Ventilasjonsanlegg med filter. Luften trekkes inn på undersiden av luken på toppen hvor det er installert filter for rensning av luft før den tilsettes drikkevannsbasseng 2.3 (Foto: eget) .....   | 46 |
| 4.6 | (a) Ventilasjon for drikkevannsbasseng 3.1 med netting i raftekasse. (b) Viser direkte tilgang til drikkevann når man åpner ytterdør, samt ventilasjon i vegg (Foto: eget).....   | 48 |
| 4.7 | Innsiden av betjeningshus i drikkevannsbasseng 3.3. (a) Tilgang til kammer via luker i gulvet. (b) Viser tilgang ned til vannkammer og innsiden av luken (Foto: eget) .....   | 49 |
| 4.8 | (a) Drikkevannsbasseng 3.3 består av to nedgravde kammer av betong. Det er bygd et betjeningshus på toppen. (b) og (c) viser ventilasjon. (Foto: eget) .....  | 50 |

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| <b>4.9</b>  | <i>(a)</i> Drikkevannsbasseng 4.1 er bygd ett kammer bygd i betong med tilgang til kammeret via takluke <i>(b)</i> (Foto: eget) .....  | <b>52</b> |
| <b>4.10</b> | <i>(a)</i> Viser sluk på tak for innvendig taknedløp i drikkevannsbasseng 4.1. <i>(b)</i> Viser ett av to ventilasjonsrør med kinahatt. Det er ikke installert netting foran ventilasjon mot utsiden (Foto: eget) .....  | <b>53</b> |
| <b>4.11</b> | <i>(a)</i> Drikkevannsbasseng 4.2 er bygd med to kammer bestående av betong. <i>(b)</i> Tilgang til kamrene er via takluker (Foto: eget) .....   | <b>54</b> |
| <b>4.12</b> | Sluk for innvendig taknedløp for drikkevannsbasseng 4.2. <i>(a)</i> viser hvordan det så ut før snøen ble fjernet. <i>(b)</i> Viser et nærbilde av ene sluken. Vannet som står på taket har fryst med masse barnåler og løv rundt sluket (Foto: eget) .....    | <b>54</b> |
| <b>4.13</b> | <i>(a)</i> Utvendig avrenning ved tilfeller av mye vann på taket for drikkevannsbasseng 4.2. Vannet renner gjennom røret <i>(b)</i> og kommer ut <i>(a)</i> . <i>(b)</i> Ventilasjon av bassenget er ved bruk av svanehals med grov netting (Foto: eget) ..... | <b>55</b> |
| <b>4.14</b> | Utvendig nedstigningsluke for tilgang til vannkammer for drikkevannsbasseng 5.1 (Foto: eget) .....   | <b>57</b> |
| <b>4.15</b> | Sluk på tak for innvendig taknedløp for drikkevannsbasseng 5.1. <i>(a)</i> og <i>(b)</i> viser hvordan sluket ser ut før og etter det ble gravd frem (Foto: eget) .....  | <b>57</b> |
| <b>4.16</b> | Sluk for innvendig taknedløp for drikkevannsbasseng 6.1 (Foto: Dillan Ø., Mattilsynet) .....   | <b>60</b> |
| <b>4.17</b> | Vann som blir stående på taket på grunn av tett sluk for drikkevannsbasseng 6.1 (Foto: Dillan Ø., Mattilsynet) .....   | <b>61</b> |
| <b>4.18</b> | Nedstigningsluke for tilgang til vannkammer for drikkevannsbasseng 6.1 (Foto: Dillan Ø., Mattilsynet) .....  | <b>61</b> |
| <b>4.19</b> | Tilgang til drikkevannsbasseng 6.2 gjennom kumlokk (Foto: eget) .....  | <b>62</b> |
| <b>4.20</b> | Lufting av vannkammeret for drikkevannsbasseng 6.2 via svanehals med netting (Foto: eget) .....  | <b>64</b> |
| <b>6.1</b>  | Viser hvordan avløpsrøret til utvendig sluk kan se ut på innsiden av et vannkammer (Foto: Roger Jarnstedt, Ancistrus AS) .....   | <b>88</b> |
| <b>6.2</b>  | Viser et avkoblet avløpsrør som er tilkoblet utvendig sluk (Foto: Roger Jarnstedt, Ancistrus AS) .....   | <b>89</b> |

## Tabelliste

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>2.1</b> | Risikomatrix. Konsekvensen for at den uønskede hendelsen kan inntreffe vises vannrett (K1-K4), sannsynligheten for at den uønskede hendelsen inntreffer vises loddrett (S1-S4). Grønt område: akseptabel risiko, hvor eksisterende forebyggende tiltak og drift av barrierer er tilstrekkelig. Gult område: hendelsen i dette området krever nærmere vurdering og utbedring. Rødt område: risikoen må reduseres og forebyggende tiltak skal om mulig iverksettes. (Mattilsynet, 2017a)..... | <b>29</b> |
| <b>2.2</b> | Ulike nivåer av sannsynlighet (S1-S4) med påfølgende kriterier (a-b). Tabellen er modifisert etter tabell i (Mattilsynet, 2017a) .....  | <b>30</b> |
| <b>2.3</b> | Ulike nivåer av konsekvenser (K1-K4) med påfølgende kriterier. Tabellen er modifisert etter tabell i (Mattilsynet, 2017a) .....   | <b>31</b> |
| <b>3.1</b> | Utarbeidet sjekkliste benyttet ved tekniske befaringer av drikkevannsbasseng. Hovedpunktene i sjekklisten er bygningsteknisk og fysisk tilstand .....   | <b>34</b> |
| <b>3.2</b> | Liste over spørsmål som ble stilt under intervju med påfølgende forklaring .....  | <b>36</b> |
| <b>4.1</b> | Oversikt over resultater fra systematisk gjennomgang av eksisterende tilsynsrapporter. Tallene representerer ikke enkelte drikkevannsbasseng, men virksomheter. Tabellen viser en oversikt over antall virksomheter med varsel om vedtak, veiledning eller påpekning av plikt. (n = 76) .....   | <b>39</b> |
| <b>4.2</b> | Oppsummering av observasjonene gjort ved befaring av drikkevannsbasseng 1.1 og 1.2 i kommune 1. Observasjonene fra sjekklisten vises til venstre i tabellen .....   | <b>41</b> |
| <b>4.3</b> | Resultater fra intervju med kommune 1 for drikkevannsbasseng 1.1 og 1.2. Nummereringen til venstre viser hvilket spørsmål i spørreskjemaet som er tatt ut i tabellen .....  | <b>42</b> |
| <b>4.4</b> | Oppsummering av observasjonene gjort ved befaring av drikkevannsbasseng 2.1, 2.2, 2.3 og 2.4 i kommune 2. Observasjonene fra sjekklisten vises til venstre i tabellen .....   | <b>45</b> |
| <b>4.5</b> | Resultater fra intervju med kommune 2 for drikkevannsbasseng 2.1, 2.2, 2.3 og 2.4. Nummereringen til venstre viser til hvilket spørsmål i spørreskjemaet som er tatt ut i tabellen .....  | <b>47</b> |
| <b>4.6</b> | Oppsummeringen av observasjonene gjort ved befaring av drikkevannsbasseng 3.1, 3.2 og 3.3 i kommune 3. Observasjonene fra sjekklisten vises til venstre i tabellen .....  | <b>49</b> |
| <b>4.7</b> | Resultater fra intervju med kommune 3 for drikkevannsbasseng 3.1, 3.2 og 3.3. Nummereringen til venstre viser til hvilket spørsmål i spørreskjemaet som er tatt ut i tabellen .....   | <b>51</b> |
| <b>4.8</b> | Oppsummering av observasjonene gjort ved befaring av drikkevannsbasseng 4.1 og 4.2 i kommune 4. Observasjonene fra sjekklisten vises til venstre i tabellen .....   | <b>53</b> |

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| <b>4.9</b>  | Resultater fra intervju med kommune 4 for drikkevannsbasseng 4.1 og 4.2. Nummereringen til venstre viser til hvilket spørsmål i spørreskjemaet som er tatt ut i tabellen .....   | <b>56</b> |
| <b>4.10</b> | Oppsummering av observasjonene gjort ved befarings av drikkevannsbasseng 5.1 og 5.2 i kommune 5. Observasjonene fra sjekklisten vises til venstre i tabellen .....   | <b>58</b> |
| <b>4.11</b> | Resultater fra intervju med kommune 5 for drikkevannsbasseng 5.1 og 5.2. Nummereringen til venstre viser til hvilket spørsmål i spørreskjemaet som er tatt ut i tabellen .....   | <b>59</b> |
| <b>4.12</b> | Oppsummering av observasjonene gjort ved befarings av drikkevannsbasseng 6.1 og 6.2 i kommune 6. Observasjonene fra sjekklisten vises til venstre i tabellen .....   | <b>62</b> |
| <b>4.13</b> | Resultater fra intervju med kommune 6 for drikkevannsbasseng 6.1 og 6.2. Nummereringen til venstre viser til hvilket spørsmål i spørreskjemaet som er tatt ut i tabellen .....   | <b>64</b> |
| <b>4.14</b> | Oversikt over resultater fra befarings av 15 forskjellige drikkevannsbasseng i seks forskjellige kommuner med egen utarbeidet sjekkliste.....  | <b>66</b> |
| <b>4.15</b> | Oversikt over resultater fra intervju med representanter fra de seks forskjellige kommunene som ble besøkt.....  | <b>67</b> |
| <b>5.1</b>  | Opplisting av uønskede hendelser med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. Uønsket hendelse er tilførsel av patogene bakterier via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng. RPN = risk priority number .....  | <b>70</b> |
| <b>5.2</b>  | Opplisting av uønskede hendelser med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. Uønsket hendelse er tilførsel av Norovirus via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng. RPN = risk priority number .....   | <b>73</b> |
| <b>5.3</b>  | Opplisting av uønskede hendelser med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. Uønsket hendelse er tilførsel av parasitter via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng. RPN = risk priority number .....  | <b>74</b> |
| <b>5.4</b>  | Opplisting av uønskede hendelser med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. Uønsket hendelse er tilførsel av patogene bakterier via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng. RPN = risk priority number ..... | <b>75</b> |
| <b>5.5</b>  | Opplisting av uønskede hendelser med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. Uønsket hendelse er tilførsel av parasitter via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng. RPN = risk priority number .....         | <b>77</b> |
| <b>5.6</b>  | Opplisting av uønskede hendelser med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. Uønsket hendelse er tilførsel av patogene   |           |

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
|             | bakterier via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng. RPN = risk priority number .....  | <b>79</b> |
| <b>5.7</b>  | Opplisting av uønskede hendelser med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. Uønsket hendelse er tilførsel av parasitter via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng. RPN = risk priority number ..... | <b>80</b> |
| <b>5.8</b>  | Inndeling av zoonotiske og antropotiske patogene bakterier, virus og parasitter .....  | <b>81</b> |
| <b>5.9</b>  | Tilførsel av zoonotiske smittestoffer via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. RPN = risk priority number .....  | <b>82</b> |
| <b>5.10</b> | Tilførsel av antropotiske smittestoffer via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. RPN = risk priority number .....  | <b>83</b> |
| <b>5.11</b> | Tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. RPN = risk priority number .....                                 | <b>84</b> |
| <b>5.12</b> | Tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler, insekter og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. RPN = risk priority number .....                               | <b>85</b> |

# 1 Introduksjon

Vann er vårt viktigste næringsmiddel og tilfredsstillende vannforsyning er helt nødvendig for å kunne opprettholde et funksjonsdyktig samfunn. Befolkningen er helt avhengig av rent vann og dersom vannforsyningen skulle svikte ville det raskt skape problemer for et samfunn med tanke på opprettholdelse av bosetning og arbeidsliv (Bartnes *et al.*, 2003). I dette kapitlet vil bakgrunnen for prosjektet beskrives, samt formål, innhold, problemstilling, avgrensninger og begrensninger for prosjektet.

## 1.1 Bakgrunn og problemstilling

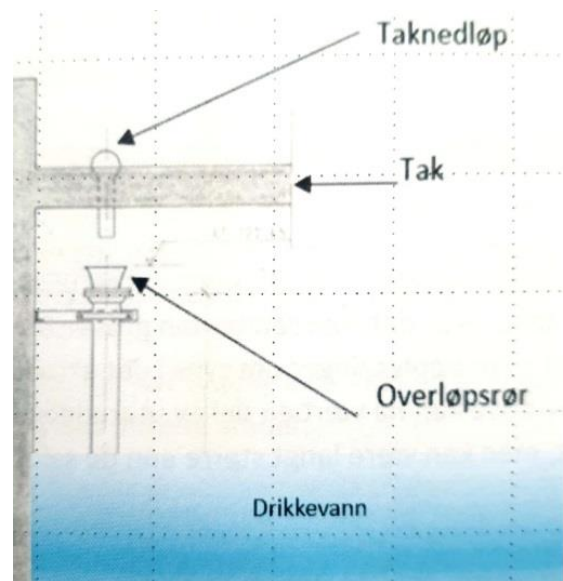
Det er blitt rapportert flere utbrudd som følge av forurensning av drikkevann i både åpne og lukkede drikkevannsbasseng (Bartnes *et al.*, 2003). I 2016 publiserte Tidsskriftet – Den Norske Legeforening en artikkel som beskrev status for vannbårne utbrudd varslet i Norge for å få en bedre forståelse for utviklingen av vannbårne utbrudd i landet i tiårsperioden 2003-2012. I den perioden ble det til sammen varslet om 28 vannbårne utbrudd, hvor det ble rapportert totalt 8 060 syke personer. De fleste av enkeltutbruddene hadde rapportert færre enn 100 syke personer. To av utbruddene hadde flere enn 1 000 syke personer, henholdsvis *Giardia*-utbrudd i Bergen og *Campylobacter*-utbrudd på Røros. Begge disse store utbruddene kom med vann levert fra vannverk. Artikkelen beskriver videre at vann levert fra vannverk sto for 57 % av utbruddene som ble registrert i tiårsperioden. Funnene understreker behovet for bedre beskyttelse og beredskap når det kommer til vannverkene, i tillegg til vedlikehold av vannbehandlingsanlegg og distribusjonssystemer. Videre påpeker Guzman-Herrador *et al.* (2016) at god kompetanse hos vannverkspersonellet også er en viktig del av dette (Guzman-Herrador *et al.*, 2016).

I 2014 ble Mattilsynet varslet om forurensning av drikkevann etter rutineprøver fra laboratoriet til vannverket som avdekket *Escherichia coli* i drikkevannet. Videre etterforskning avslørte at forurensning til drikkevannsbassenget var årsaken. Drikkevannsbassenget er konstruert med flatt tak med singel over membranen, og taket ligger 1 meter over bakkenivå på det laveste, noe som gjør at kilde til forurensning kan være smånagere og mår i tillegg til fugl. Singelen førte til at vannverket ikke avdekket skader eller hull i membranen ved visuell inspeksjon. Skadene på membranen førte til innlekking av forurenset vann (Wahl, 2014).

*Campylobacter* ssp. er i Norge den hyppigst registrerte agens ved drikkevannsbåret sykdom. *Campylobacter jejuni* forårsaker de fleste sykdomstilfellene, mens *E. coli* forårsaker resten av tilfellene (Folkehelseinstituttet, 2004). En studie gjort i 2015 hvor det ble sett på vannbårne utbrudd i de nordiske landene (Norge, Finland og Danmark) mellom 1998 og 2012 ble det avdekket at *Campylobacter* og virus fra *Caliciviridae*-familien (som inkluderer Norovirus) var de patogene som har hyppigst involvert. Det ble avdekket at det bare har blitt registrert noen få utbrudd forårsaket av parasitter slik som *Giardia* og/eller

*Cryptosporidium*, men som på den andre siden sto for de største utbruddene som var registrert i perioden (Guzman-Herrador *et al.*, 2015).

I 2017 ble det rapportert et utbrudd av campylobacteriose, hvor forurensning til drikkevannsbasseng mistenkes å være årsaken. Drikkevannsbassenget i denne hendelsen er bygget i betong med sirkulær utforming, og med et tak kledd i takpapp. Taket er flatt med en svak helning mot midten. På midten av taket er det et innvendig taknedløp for regnvann som inne i drikkevannsbassenget går videre ned i et overløpsrør som fører regnvannet fra taket ned (figur 1.1). Mellom taknedløpet og overløpsrøret ble det gjennom inspeksjon observert litt avstand mellom disse. Ifølge vannverket kan denne avstanden være ca. 30 cm (Lorås, 2017).



**Figur 1.1:** Skisse som viser hvordan taknedløp og overløpsrøret er plassert i forhold til hverandre på innsiden av drikkevannsbassenget. Figur: (Lorås, 2017)

En av forholdene som leder til teorien om at drikkevannsbassenget kan være årsaken er denne avstanden mellom rørene. Ved store nedbørmengder kan denne avstanden føre til at forurenset takvann skvetter over overløpsrøret og ned i drikkevannet. Selv om smitekilden til utbruddet av campylobacteriose ikke kunne detekteres gjennom prøveresultater, ble det i midlertidig avdekket en svakhet ved denne type drikkevannsbasseng (Lorås, 2017). En slik konstruksjon med innvendig taknedløp kan representere en stor risiko for forurensning av drikkevannet. I tillegg til at regnvann kan skvette over overløpsrøret, kan det også være sprekker i røret eller annen feil knyttet til takavløpet som fører til forurensning (Wahl, 2009).



Dette er bakgrunnen for prosjektet, og vil gå ut på å utføre en grovanalyse (risikoanalyse) av drikkevannsbasseng i Norge. Problemstillingen for prosjektet er «*hvilken helsemessig risiko utgjør mikrobiell forurensning til drikkevannsbasseng?*». Målet med en grovanalyse er å finne og avdekke mulige mikrobiologiske trusler, farekilder og uønskede hendelser, slik at disse kan reduseres, kontrolleres eller fjernes. En grovanalyse vil dermed gi et grovt risikobilde (Rausand og Utne, 2009, s. 133, 134). I Norge er det ikke vanlig at vannet som ledes fra drikkevannsbassenget og ut på ledningsnettet til abonnentene gjennomgår en desinfeksjonsprosess (Wahl, 2014). Det er derfor viktig at vannet som lagres i drikkevannsbassenget beskyttes mot forurensning, da det er et sårbart punkt i selve vannforsyningsystemet (Bartnes *et al.*, 2003). Norsk Vann beskriver i rapport 181/2011, *Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng*, at det foreligger flere problemer ved både dimensjonering, bygging og drift av drikkevannsbasseng. I Norge har det blitt større fokus på behovet for å tilfredsstille prosjektering, bygging, drift og sikring av drikkevannsbasseng (Sirum, Trøan og Mostue, 2011).

En grovanalyse handler om å tenke på hva som kan skje i fremtiden. En av de største faktorene som i fremtiden vil skape størst utfordringer er klimaendringer. I Norge vil klimaendringene føre til blant annet variabilitet i råvannskvalitet, økt nedbør, økt avrenning og hyppigere episoder med sterk nedbør (Liane, 2010). Ifølge et prosjekt ledet av CICERO, ferdigstilt i 2011, som omhandlet klimaendringer i kommuner innenfor områdene drikkevann, kulturarv og naturressurser, kan følgende punkter føre til endringer i mikrobiologisk drikkevannskvalitet (CICERO *et al.*, 2008):

- En økning i kraftig nedbør og avrenning vil videre øke risikoen for forurensning av drikkevannskildene ved at smittestoffer fra overløp/lekkasjer i kloakksystemer eller avføring fra dyr blir tilført.
- På høst og vinterstid kan store innsjøer bli mindre sikre som hygieniske barrierer på grunn av blant annet senere eller manglende islegging, som igjen vil føre til lengre sirkulasjonsperioder. Som følge av sen nedkjøling av store innsjøer i forhold til bekkene, kan det bli lengre perioder hvor bekker/elver kan strømme ned til dypere sjikt (sjiktdannelse). Kraftigere vind kan føre til økt innblanding av overflatevann dypvannsinntak.
- I perioder uten lagdeling på grunn av økt avrenning om vinteren, vil det kunne være økt tilførsel av mikroorganismer, noe som er uheldig.
- Det vil bli krevd flere hygieniske barrierer i vannbehandlingsanlegget, som følge av svekket barriere i vannkilden.
- Økt temperatur og næringsinnhold i vannkilder som følge av varmere temperaturer om sommeren, kan gi økt oppblomstring av giftproduserende blågrønnalger. Det kan også gi en oppblomstring av

andre «nye» arter. I flere vannkilder i Østlandsregionen så har man de senere årene sett en oppblomstring av koliforme bakterier på sensommeren.

- Ekstremvær kan fort endre klimaforholdene og tilbakeholdelsen av mikroorganismer i grunnvann. Ved flom kan også forurensningen i/ved brønner øke.
- Kraftig nedbør har vist å kunne gi rask økning i fargetall og naturlig organisk materiale i overflatevann. Dette vil videre kunne redusere effekten av desinfeksjonstrinnet som igjen vil påvirke den mikrobiologiske drikkevannskvaliteten. Økt temperatur sammen med økt mengde og sammensetning av naturlig organisk materiale vil kunne påvirke begroingen på ledningsnett.
- En oppdatering av vannbehandlingsanlegg vil kunne bli påkrevd på grunn av en mer uforutsigbar råvannskvalitet. Det vil bli økt behov for overvåking av råvann og rentvann, spesielt i sirkulasjonsperioder. For prosessstyring vil det bli et økt behov for online-systemer.

I tillegg til klimaendringer vil andelen av befolkningen som er spesielt avhengig av et helsemessig trygt og stabilt drikkevann øke kraftig. Dette gjelder blant annet personer med svekket immunforsvar og som behandles for alvorlige sykdommer (Liane, 2010).

Analyseobjektet for grovanalysen er drikkevannsbasseng i Norge. For innsamling av primærdata vil det bli gått i dybden hos seks forskjellige kommunale vannverk i Trøndelag, hvor det henholdsvis blir befart 15 drikkevannsbasseng med forskjellige konstruksjoner. Representant(er) fra det aktuelle vannverket vil bli intervjuet for hvert drikkevannsbasseng som har blitt befart. For å sikre et representativt utvalg drikkevannsbasseng blir det sett på flere ulike typer basseng som finnes i hele Norge: fjellsprengt, nedgravd, delvis nedgravd og drikkevannsbasseng bygd over bakken.

For å få et representativt bilde av tilstanden for drikkevannsbasseng i resten av Norge vil det også bli benyttet sekundærdata i form av tilsynsrapporter fra Mattilsynet, utbruddsrapporter fra Mattilsynet, Norsk Vann-rapporter, faglig litteratur, lærebøker og gjennom intervju og diskusjon med fagpersoner.

## **1.2 Avgrensninger**

Avgrensningene for prosjektet er som følger:

- Prosjektet omhandler lukkede drikkevannsbasseng i Norge, hvor fokuset er på utilsiktede uønskede hendelser som kan føre til mikrobiologisk forurensning av drikkevann i drikkevannsbasseng.

- Prosjektet er i hovedsak bygget på primærdata hvor det ble gått i dybden hos seks forskjellige kommunale vannverk i Trøndelag. Det ble befart 15 drikkevannsbasseng med forskjellige konstruksjoner. Representant(er) fra det aktuelle vannverket ble intervjuet for hvert drikkevannsbasseng som ble befart. For å kunne gi et representativt bilde av tilstanden for drikkevannsbassengene i resten av landet ble det benyttet sekundærdata i form av tilsynsrapporter fra Mattilsynet, utbruddsrapporter fra Mattilsynet, Norsk Vann-rapporter, faglig litteratur, lærebøker og kommunikasjon med fagpersoner fra Ancistrus AS.
- Risikoen som kartlegges i grovanalysen vil gi et bilde av helsemessige konsekvenser for abonnenter. De samfunnsøkonomiske konsekvensene blir dermed ikke vurdert.
- Det blir ikke tatt hensyn til parametere slik som vannets temperatur og oppholdstid i drikkevannsbassenget, da prosjektet fokuserer på hvilke uønskede hendelser som kan kontaminere drikkevannsbassenget og ikke hva som vil skje i vannet dersom en forurensning har funnet sted. Det blir heller ikke tatt hensyn til materialer i kontakt med drikkevannet.
- Av hensyn til vannverk og tilsiktede uønskede hendelser vil det ikke bli publisert en oversikt over hvilke drikkevannsbasseng som har blitt befart og eventuelle enkelthendelser, men en generell oppfatning av tilstanden til drikkevannsbassengene som en helhet.

### **1.3 Begrensninger**

Begrensningene for prosjektet er som følger:

- Eksisterende sekundærdata i form av tilsynsrapporter fra Mattilsynet er mangelfull. Det er delvis stor variasjon i rapportenes detaljeringsgrad og struktur. Datakvalitetene for anvendelse i dette studiet er derfor noe begrenset.
- Befaringene foregår på vinteren og på grunn av snø er det vanskelig å undersøke takets tilstand.
- Risikoanalysen utføres av kun en person og ikke en analysegruppe.

## 2 Teori

### 2.1 Drikkevannsforvaltning

I 2004 fikk Norge Matloven som bygger på prinsipper fra EUs «Food Law». Loven erstattet helt eller delvis 13 tidligere lover og er basert på risikoanalyse med risikovurdering, risikohåndtering og risikokommunikasjon (Smolan og Vaskvik, 2014, s. 19, 20). Matloven har som formål «å sikre helsemessig trygge næringsmidler og fremme helse, kvalitet og forbrukerhensyn langs hele produksjonskjeden, samt ivareta miljøvennlig produksjon». Alle forhold i forbindelse med produksjon, bearbeiding og distribusjon av innsatsvarer og næringsmidler, herunder drikkevann, omfattes av Matloven. Dette gjelder også alle materialer og gjenstander som produseres bestemt til å komme i kontakt med, eller ha innvirkning på innsatsvarer eller næringsmidler. Loven omfatter også all bruk av innsatsvarer (Matloven - matl, 2004).

Mattilsynet er et statlig, landsdekkende forvaltningsorgan for å blant annet sikre forbrukere trygg mat og trygt drikkevann. I sine oppgaver utarbeider Mattilsynet fremlegg til, forvaltning og veiledning av regelverk, gir faglige råd til Nærings- og fiskeridepartementet, Helse- og omsorgsdepartementet og Landbruks- og matdepartementet. Mattilsynet fører risikobasert tilsyn, formidler kunnskap og informasjon i henhold til Matlovsforskriften og kan fatte nødvendige vedtak for gjennomføring av bestemmelsene i Matlovsforskriften, jr. matloven § 23 (Matlovsforskriften, 2017; Mattilsynet, 2019).

Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften) er hjemlet i Folkehelseloven og Matloven og har følgende formål: «beskytte mennesker helse ved å stille krav om sikker levering av tilstrekkelige mengder helsemessig trygt drikkevann som er klart og uten fremtredende lukt, smak og farge» (Drikkevannsforskriften, 2017). I følge § 2 Virkeområde er Drikkevannsforskriften i utgangspunktet gjeldene for alt drikkevann og alle forhold som kan ha innvirkning på drikkevannet. I forskriften er det ikke alle paragrafer som gjelder for alle vannforsyninger. Det stilles flere krav til større vannforsyningssystemer, enn vannforsyningssystemer som produserer mindre enn 10 m<sup>3</sup> vann per døgn. For enkeltvannforsyninger er det kun noen få bestemmelser som gjelder. Mattilsynet har utviklet en veileder til drikkevannsforskriften, *Veileder drikkevannsforskriften*, som gir en bedre forståelse av drikkevannsforskriften. Veilederen gir en dypere forklaring som vil være til hjelp for vannverkseiere (Mattilsynet, 2018; Drikkevannsforskriften, 2017).

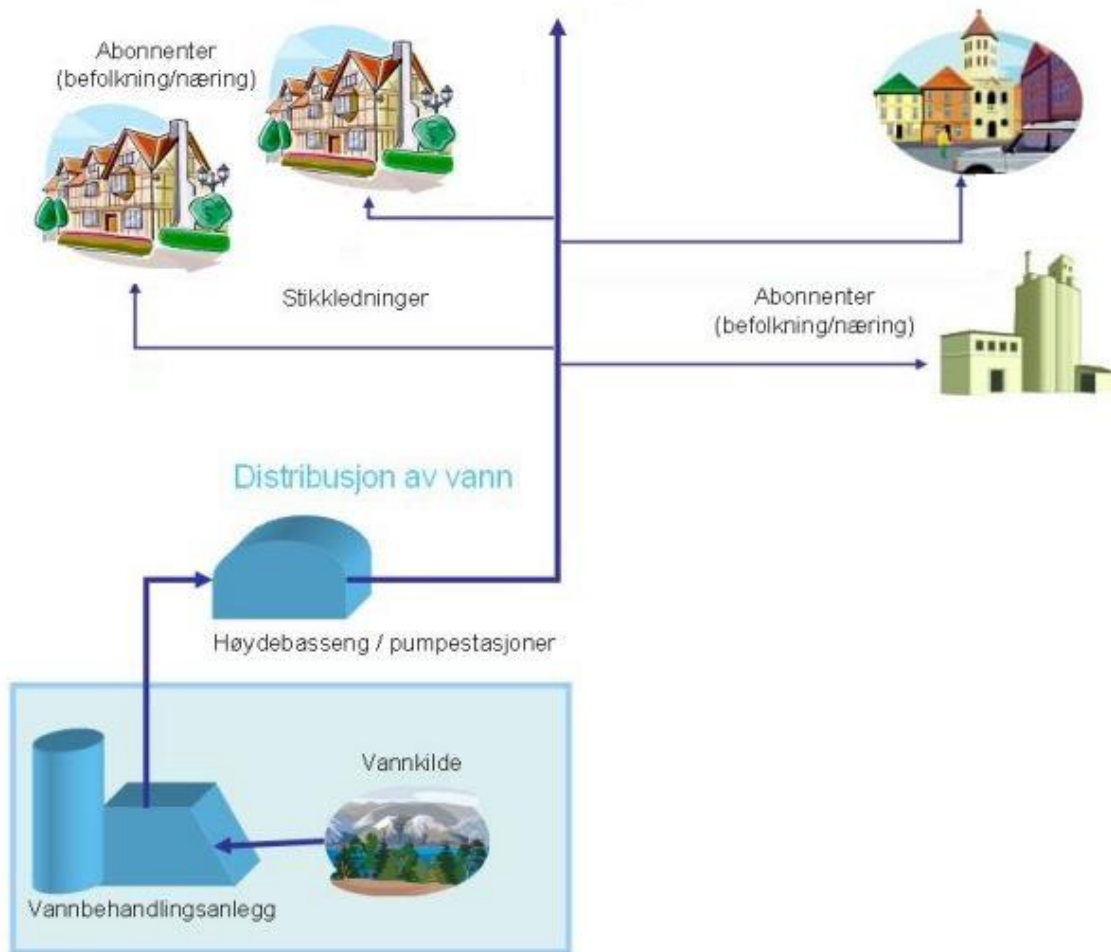
Mattilsynet utviklet i 2004 en veileder, *Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen – fra ROS til operativ beredskap*. Veiledningen beskriver hvordan kartlegging av farer bør foregå, frem til etablering og drift av beredskap mot både utilsiktede og tilsiktede uønskede hendelser. Veilederen ble oppdatert i 2017 på grunn av endringer i Drikkevannsforskriften § 6 *Farekartlegging og farehåndtering* som krever kartlegging av farer både med hensyn på beredskap og avvik (Mattilsynet, 2017b).

## 2.2 Vannforsyningssystemet

Vannforsyningssystemet starter ved vannkilden og man skiller mellom to typer vannkilder: grunnvann og overflatevann. Den mest brukte vannkilden og som står for 90 % av drikkevannet, er overflatevannskilder som er elver, bekker og innsjøer (Riis, Hareide og Norsk Vann, 2017; Bartnes *et al.*, 2003). I Norge kan det ofte være vanskelig å finne grunnvann i tilstrekkelige mengder. Derfor benytter de fleste mellomstore og større vannverk ofte overflatekilde (Personlig kommunikasjon, Erik Wahl, spesialinspektør Mattilsynet, 11.10.2018). Grunnvann kommer fra borebrønner i fjell, rørbrønner i løsmasser og andre løsninger, og står for de resterende 10 % (Riis, Hareide og Norsk Vann, 2017; Bartnes *et al.*, 2003). Fordelene med grunnvann er jevn, lav temperatur, stabil mikrobiologisk kvalitet og lavt innhold av organiske stoffer som kan gi en enklere vannbehandlingsprosess. I tillegg er grunnvann mer beskyttet mot forurensning enn overflatevann. Når dette er sagt, kan grunnvann, sammenlignet med overflatevann, være mer sårbart når det kommer til kjemisk forurensning, da det er svært vanskelig å oppdage og fjerne forurensninger som dette (Riis, Hareide og Norsk Vann, 2017).

Fra vannkilden blir vannet tatt inn via et råvannsinntak. Dette inntaket består av inntaksledninger som ofte befinner seg på bunnen av vannkilden. I nærheten av kilden er det ofte et inntaksanlegg som regulerer og overvåker vanninntaket ved hjelp av pumper og ventiler som er tilkoblet driftsstyringssystemet. Vannet beveger seg videre inn i et vannbehandlingsanlegg for behandling. Gjennom *Drikkevannsforskriften § 13 Vannbehandling* stilles det krav til tilstrekkelige hygieniske barrierer gjennom vannbehandling og kildebeskyttelse (Riis, Hareide og Norsk Vann, 2017; *Drikkevannsforskriften*, 2017). Med mindre vannforsyningssystemet har en grunnvannskilde og en farekartlegging etter *Drikkevannsforskriften § Farekartlegging og farehåndtering* som tilsier at dette ikke er nødvendig, skal vannet desinfiseres for å inaktivere eller fjerne sykdomsfremkallende bakterier, parasitter, virus og andre mikroorganismer (*Drikkevannsforskriften*, 2017).

Det ferdig behandlede vannet distribueres via ledningsnett, som i Norge består av 41 000 km med vannledninger. Stikkledninger som leder til og fra bygninger kommer i tillegg til dette. Dette distribusjonssystemet for vannet består ofte av ledninger, pumpestasjoner som er installasjoner eller mindre bygg med pumper som har som oppgave å opprettholde og skape trykk i ledningsnett, eller lede vann over høyder i terrenget og drikkevannsbasseng (Riis, Hareide og Norsk Vann, 2017; Skjærstad, 2013). En oversikt over distribusjonssystemet for drikkevann vises i figur 2.1.



**Figur 2.1:** Oversikt over distribusjonssystemet for drikkevann. Vannet starter ved vannkilden og føres inn til vannbehandlingsanlegget før det distribueres via drikkevannsbasseng/pumpestasjoner til abonnentene. Figur modifisert etter (Jørgensen, 2016)

## 2.3 Drikkevannsbasseng

Vannforsyningsystem består av flere deler, og en svært viktig del av denne er drikkevannsbasseng. Drikkevannsbasseng omtales som også som høydebasseng. Selv om disse begrepene brukes om hverandre i litteraturen, defineres et høydebasseng som et drikkevannsbasseng som er plassert på bakkenivå med tilstrekkelig høyde slik at vannet kan tilføres forsyningsområdet ved hjelp av tyngdekraft. Et drikkevannsbasseng defineres som et lukket lagringsanlegg for drikkevann med et eller flere vannkammer, betjeningshus, driftsutstyr og ankomstinnretninger som sørger for trykkstabilitet og reserveforsyning (Standard Norge, 1999). Figur 2.2 viser en forenklet oppbygging av et drikkevannsbasseng. Drikkevannsbassenget sørger for stabilt trykk ved å utjevne forbruket av vann og har vannreserver som opprettholder forsyning ved stans i vanntilførsel fra enten vannkilde eller behandlingsanlegg. Et drikkevannsbasseng kan også ved brann dekke vannbehov for slokking (Sirum, Trøan og Mostue, 2011; Standard Norge, 1999). I prosjektet vil det bli brukt begrepet «drikkevannsbasseng» som en fellesbetegnelse.

Drikkevannsbassengene kan ha ulike funksjoner etter hvor de er plassert i ledningsnett, og eksempler på bassenger som benyttes er sidebasseng, tyngdepunktsbasseng, motbasseng eller gjennomstrømningsbasseng. Disse kan være høy- eller lavreservoarer. I et vannforsyningssystem er det vanlig å benytte seg av ett eller flere slike bassenger (Folkehelseinstituttet, 2006).

### **2.3.1 Funksjonskrav til vannkvalitet**

#### *Generelt*

Drikkevannsbasseng skal både planlegges, bygges og driftes på en måte som hindrer kjemiske, fysiske og biologiske endringer som kan forringe vannkvaliteten (Standard Norge, 1999).

#### *Materialer*

Materialer som kommer i kontakt med drikkevann skal ikke avgi stoffer i helsefarlige mengder som gir fremtredende lukt, farge eller smak, eller som gjør drikkevannet mindre klart (Drikkevannsforskriften, 2017). Delene av drikkevannsbassenget som kommer i kontakt med lagret drikkevann, vannkammer og flater, skal bygges av materialer som ikke kan forringe vannkvaliteten. Det finnes ikke formelle godkjenningskrav på materialer, men betong og sementmørtel tilfredsstillende vanligvis kravet om at vannkvaliteten ikke skal forringes. Ved overflatebehandling og bruk av tilsetningsstoffer bør det vises forsiktighet (Standard Norge, 1999; Sirum, Trøan og Mostue, 2011). Innvendige flater bør være porefrie og glatte for å unngå bakterievekst og gjøre rengjøringsprosessen enklere. For å oppnå dette kan det tas i bruk egnede kledninger, belegg eller betongflater av høy kvalitet. Deler bestående av metall, eksempelvis stiger, kan være utsatt for korrosjon og skal derfor beskyttes mot dette (Standard Norge, 1999).

#### *Oppholdstid (vannsirkulasjon)*

Konstruksjon av drikkevannsbasseng skal være slik at det oppstår færrest mulig soner hvor vannet kan stagnere. For å oppnå god vannsirkulasjon i et drikkevannsbasseng skal vannkammer og inntaks- og utløpsrørsystemet utformes på en fysisk egnet måte for å unngå stagning (Standard Norge, 1999).

#### *Ventilasjon av vannkammer*

Endrede nivåer av drikkevann ved nedtapping og oppfylling gjør at det er nødvendig med ventilasjonsinnretninger i vannkammer. Ventilasjon kan oppnås naturlig eller tvungen. Luft som kommer inn og ut av drikkevannsbassenget skal sikres og kontrolleres slik at drikkevannet ikke forurenses av støv, forurenset luft, insekter og andre dyr (Standard Norge, 1999). Ventilasjonssystemet bør ideelt sett deles i to: åpning mot fri luft og åpning mot vannkammer. Åpningen mot fri luft bør konstrueres slik at det ikke er mulig å føre gjenstander eller slanger gjennom åpningen, dyr og større insekter ikke kan

treng inn og at det ikke skal ise nevneverdig i åpningen. Åpningen mot selve vannkammeret må ha et filter som hindrer små insekter, pollen og støv å komme inn i drikkevannsbassenget. Filteret må ikke ise om vinteren. Det anbefales at det er god avstand mellom de to åpningene (Sirum, Trøan og Mostue, 2011).

#### *Forebygging mot forurensning*

Konstruksjonen av drikkevannsbasseng skal være slik at vann utenfra eller forurensninger slik som støv, forurenset luft, insekter o.l. ikke kan treng inn gjennom inngang, åpninger, ventilasjonsutstyr og røropplegg. Åpninger skal plasseres slik at fremmedstoffer ikke kan komme inn i vannkammeret og ikke være plassert over den frie vannflaten. Vannet i drikkevannsbassenget skal ikke utsettes for permanent dagslys da det vil kunne bidra til økt vekst av mikroorganismer (Sirum, Trøan og Mostue, 2011; Standard Norge, 1999).

#### *Temperaturpåvirkninger*

Vann som lagres i drikkevannsbassenget skal ikke bli utsatt for uakseptable temperaturendringer for å unngå uheldig påvirkning på drikkevann, utstyr og konstruksjon. For å holde kondensen i vannkamrene på et så lavt nivå som mulig, skal varmeisolerende tiltak være tilpasset driftskravene og de lokale klimatiske forholdene (Standard Norge, 1999).

Ifølge Norsk Vann rapport 181/2011, *Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng*, har isdannelse inne i vannkammer vært et problem i flere drikkevannsbasseng. Dette skjer hovedsakelig hvor vanngjennomstrømmen er liten. Et annet problem har vært frostsprengning i uisolerte betongvegger, hvor det har forekommet lekkasje i veggene på grunn av dårlig betongkvalitet. For å forhindre dette kan drikkevannsbassenget isoleres ytterligere eller øke vanngjennomstrømningen (Sirum, Trøan og Mostue, 2011).

#### *Opprettholdelse av vannkvalitet*

For å kunne opprettholde vannkvaliteten er det viktig å overvåke drikkevannet. Dette gjøres ved å utføre kontroller og ta prøver av drikkevannet. Det bør være mulig å ta prøver på både inngående og utgående vann for å lettere oppdage problemer. Dette vil også gjøre det enklere å spore opp hovedkilden til eventuelle problemer. Hvert kammer skal ha innretninger som gjør det mulig å ta prøver av vannet uten av en trenger å gå inn i selve vannkammeret (Standard Norge, 1999; Sirum, Trøan og Mostue, 2011).



### **2.3.2 Funksjonskrav til drift**

#### *Adkomst og sikkerhet*

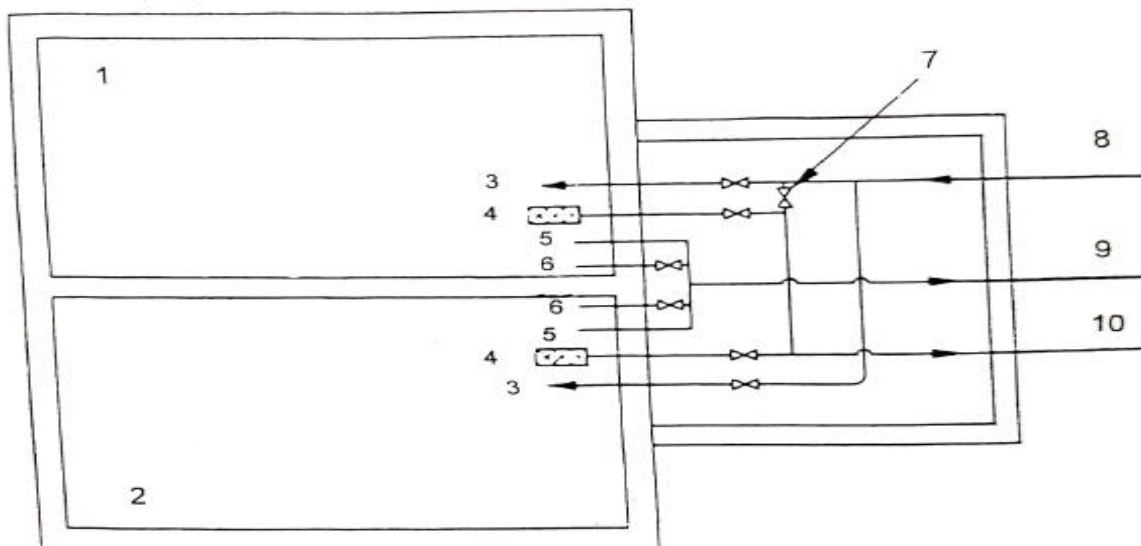
For rutinekontroll og reparasjoner skal drikkevannbassenget ha adkomstmuligheter som muliggjør dette. Dersom drikkevannsbassenget har flere kammer skal det være mulig å rengjøre hvert kammer separat. Adkomsten skal være konstruert for tilrettelegging av enkel drift og sikkerhet for personalet når det kommer til betjeningshus, vannkammer og driftsutstyr generelt. For at utstyr og materialer til bruk ved rengjøring, reparasjoner og vedlikehold skal kunne tas inn må åpningene være dimensjonert i henhold til disse (Standard Norge, 1999).

Av sikkerhetsmessige årsaker skal adkomsten til drikkevannsbassenget alltid være begrenset og kontrollert. Det skal være så få innganger til vannkamrene som mulig, en måte å begrense dette er å ha adkomst til kammer via betjeningshus. Dersom tilstrekkelig sikring foreligger kan adkomsten til vannkammer også være via taket (Standard Norge, 1999).

Med hensyn til terrorisme, sabotasje, hærverk og andre ulovlige aktiviteter skal det legges vekt på sikkerhet ved drikkevannsbassengene. Det skal være tiltak for å hindre, oppdage og forsinke inntrengere (Standard Norge, 1999). Som minimum anbefales det adgangskontroll, som er et effektivt tiltak mot planlagt og tilfeldig hærverk og mot enklere former for sabotasje. Eventuelle stiger som benyttes av vannverket for tilsyn bør ikke være tilgjengelig for uvedkommende. For å forsinke inntrengere anbefales det at betjeningshus bygges i solide materialer. Sikkerhetsdører anbefales å være i klasse 4, som skal kunne motstå praktiske innbruddsforsøk i 10 minutter ved bruk av elektrisk og mekanisk verktøy. Dersom det er nødvendig med bruk av vinduer anbefales det at de utføres med sikkerhetsglass. Et annet sikkerhetstiltak vil være å installere innbruddsalarm med sensorer på porter, vinduer, dører i tillegg til bevegelsessensorer inne i drikkevannsbassenget (Sirum, Trøan og Mostue, 2011).

#### *Vanlig utførelse*

Som vist i figur 2.2 skal drikkevannsbasseng bestå av minst to kammer. Dette er for å unngå stans eller avbrudd i forsyningen ved rengjøring eller reparasjoner. Hvert kammer skal ha inntaks-, utløps-, overløps- og spyleledning og nødvendige ventiler. Det skal også installeres vann- og nivåmålere (Standard Norge, 1999).



**Figur 2.2:** Forenklet oppbygging av et drikkevannsbasseng. Forklaringer: 1 – kammer 1, 2 – kammer 2, 3 – inntak, 4 – utløp, 5 – overløp, 6 – spyling, 7 – omløpsventil, 8 – fra renseanlegg eller kilde, 9 – spyleledning/overløpsledning, 10 – til forsyningsområdet (Standard Norge, 1999)

For å binde sammen inntaks- og utløpsrørene anbefales det å installere et omløpssystem i alle drikkevannsbasseng (Standard Norge, 1999).

### Overløp

For at overflødig vann skal få fritt utløp, må overløpet til hvert kammer være tilstrekkelig stort. All overløpsdrift skal registreres, og vanligvis bør overløpet være i stand til å ta unna den største innstrømmende vannmengden. I tilfeller hvor kapasiteten til overløpsrøret ikke er stor nok, skal det være tiltak for inntakskontroll, og det må også vurderes sannsynligheter og konsekvenser for svikt i tiltakene. For å hindre at overløpet ved tilbakeslag kan komme opp gjennom sluk og gi oversvømmelse i ventilkammeret, skal overløpet ikke kobles sammen med ledninger som er tilknyttet sluk eller kummer med åpne vannspeil inne i ventilkammeret. Overløpet må også utformes på en slik måte at forurensninger slik som insekter, dyr og gasser kan komme inn i vannkammeret. Med mindre det er helt uunngåelig bør ikke overløpet være permanent forbundet med avløpsledninger. Dersom dette er tilfelle må det legges vekt på å kontrollere kapasiteten til avløpsledningen og hindre tilbakestrømming av skittent vann og gasser fra avløpsledningen (Standard Norge, 1999; Sirum, Trøan og Mostue, 2011).

### Overvåkning

Drikkevannsbasseng skal kontrolleres og overvåkes. Nødvendig driftsdata skal registreres. Vannivået i hvert kammer bør overvåkes med eget utstyr, vises og om mulig overføres til en sentral. Dataforbindelse slik som vannføringer, trykk og kvalitetsparametere som overføres kan muliggjøre fjernkontroll av

drikkevannsbassenget. Overflaten på vannet i hvert kammer bør kunne observeres fullstendig (Standard Norge, 1999).

### *Strømforsyning*

Permanent strøm- og nødstrømforsyning for drikkevannsbassenget skal vurderes (Standard Norge, 1999). Ved å installere permanent strømforsyning vil det gi muligheter for styring og overvåkning av anlegget. Det vil i tillegg sikre kvalitet på installert anlegg og bygget. Permanent strømforsyning vil også forenkle drift og vedlikehold av anlegget. Behovet for nødstrømforsyning avhenger av hvilket utstyr som er knyttet til drikkevannsbassenget, og bør vurderes i sammenheng med beredskapssituasjonen for vannverket (Sirum, Trøan og Mostue, 2011).

### *Lynavleder*

Alle vanntårn skal ha lynavleder. For andre typer drikkevannsbasseng skal dette vurderes (Standard Norge, 1999).

## **2.3.3 Ulike konstruksjonsprinsipp av drikkevannsbasseng**

Det finnes flere ulike konstruksjoner av drikkevannsbasseng, blant annet bassenger i stål med korrosjonsbeskyttelse og plasstøpte betongbasseng. Begge disse versjonene av drikkevannsbasseng er som regel beskyttet av en utvendig kledning på vegg, isolasjon og tekket tak. Sistnevnte bassengtype er den vanligste i Norge. Valg av konstruksjon og utførelse av drikkevannsbassengene kommer an på pris, lokal tilpasning og kvalitet, samt hva som er mest hensiktsmessig i hvert enkelt tilfelle. Her kommer også størrelse på drikkevannsbassenget inn som et viktig punkt. Drikkevannsbasseng kan graves helt eller delvis ned i bakken, bygges frittliggende på bakkenivå, i tårn (vanntårn) eller sprenges inn i fjell (fjellbasseng). Drikkevannsbasseng kan også være lukkede eller åpne. I Norge er det registret ca. 2130 lukkede og 21 åpne drikkevannsbasseng ifølge vannverksregistreringer gjort av Nasjonalt folkehelseinstitutt i 2007 (Sirum, Trøan og Mostue, 2011).

## **2.4 Stoffer i drikkevann**

Drikkevann er ikke bare vann som skal drikkes, men også alle former for vann som skal brukes til matlaging, husholdningsformål eller i næringsmiddelforetak (Mattilsynet, 2018). Drikkevann skal ifølge drikkevannsforskriften være fri for stoffer som kan ha negativ påvirkning på menneskers helse. Stoffene som kan påvirke vannforsyningen negativt kan være naturgitte eller menneskeskapte forhold. Det er viktig å være klar over disse for å kunne redusere eller eliminere farene (Folkehelseinstituttet, 2018d). I dette prosjektet blir det kun tatt hensyn til mikrobiologiske smittestoffer i drikkevann.

### 2.4.1 Mikrobiologiske smittestoffer i drikkevann

En smittsom sykdom defineres etter Lov om vern mot smittsomme sykdommer som «*en sykdom eller smittebæretilstand som er forårsaket av en mikroorganisme (smittestoff) eller del av en slik som mikroorganisme eller av en parasitt som kan overføres blant mennesker. Som smittsom sykdom regnes også sykdom som er forårsaket av gift (toksin) fra mikroorganismer*» (Smittevernloven - smvl, 1995). Denne definisjonen dekker sykdomsgruppene mikrobielle intoksikasjoner (forårsaket av toksiner produsert av bakterier, alger eller muggsopp), infestasjoner (forårsaket av flercellede parasitter som bendelmark, rundmark og ikter), infeksjonssykdommer (forårsaket av patogene bakterier, encellede parasitter eller virus) og prionsykdommer (forårsaket av prioner). I dagligtale blir slike smittsomme sykdommer ofte omtalt som matforgiftning (Granum og Kapperud, 2015, s. 14). En smittet person defineres som «*en person som har en smittsom sykdom som nevnt i nr. 1. For kroniske infeksjonssykdommer gjelder at en person anses som en smittet person bare når vedkommende er smitteførende eller frembyr slike tegn på aktiv sykdom som medfører at personen kan være smitteførende. Som en smittet person regnes også en person det etter en faglig vurdering er grunn til å anta er en smittet person*» (Smittevernloven - smvl, 1995).

En av de største risikoene for overføring av sykdom via drikkevann er forurensning av drikkevannskilder med avføring fra dyr og mennesker. Via avføring fra dyr og mennesker skilles det ut smittestoffer som produseres i dyrenes og menneskenes tarmkanaler, som videre kan føre til mage-tarmsykdom (gastroenteritt). Dersom det skjer en svikt i vannbehandling eller en forurensning under transport av vann i ledningsnettene kan mennesker bli eksponert for forurenset drikkevann (Folkehelseinstituttet, 2018d). Vannbårne utbrudd har vært assosiert med utilstrekkelig behandling av drikkevann og utilfredsstillende styring av distribusjon, slik som lavt trykk, intermitterende tilførsel, kryssforbindelser og forurensning under lagring (World Health Organization, 2017). I Norge er de vanligste årsakene til vannbårne utbrudd forurensning av råvannet og manglende desinfeksjon (Andersen, 2016). For å forhindre vannbårne utbrudd er det viktig med en integrert risikostyringsramme, som baserer seg på flere barrierer som starter ved vannkilde og ender hos forbruker. En slik ramme omfatter beskyttelse av vannkilder, riktig drift av drikkevannsprosesser og riktig risikostyring i distribusjonssystemet (World Health Organization, 2017).

Den mest utbredte og vanligste helserisikoen forbundet med drikkevann er forårsaket av smittestoffene patogene bakterier, virus og parasitter (slik som protozoer og helminter). Smittestoffene har ulike egenskaper når det kommer til smitte og hvordan de elimineres i vannbehandlingsprosessen (World Health Organization, 2017). Hvorvidt eksponeringen vil føre til sykdom vil avhenge av egenskaper hos verten, mikroben og selve næringsmidlet (her: drikkevann). Motstandskraften hos verten vil blant annet være avhengig av ernæringsstatus, immunologisk status, tarmens normalflora, allmenntilstand og syrligheten i magesekken. Når det kommer til mikroben og næringsmidlet vil det avhenge av virulens,

antall og levedyktighet og næringsmidlets evne til å gi beskyttelse for mikroben mot vertens forsvar (Granum og Kapperud, 2015, s. 19, 20).

Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) ved Folkehelseinstituttet (FHI) er den viktigste kilden til kunnskap om forekomst av infeksjonssykdommer i Norge. MSIS kun teller sykdomstilfeller og ikke tar hensyn til smitekilden. Alle medisinske mikrobiologiske laboratorier og leger har en lovpålagt plikt til å melde inn alle tilfeller av bestemte smittsomme sykdommer til MSIS (Kapperud, 2015c, s. 26, 27). I tillegg til MSIS finnes Vevsbasert system for utbruddsvarsling (VESUV) som inneholder informasjon om utbrudd av smittsomme sykdommer i befolkningen, samt årsaken til utbruddene. Dataene i dette systemet er bygd på lovpålagt varsling til FHI (MacDonald *et al.*, 2018).

En stor del av pasientene er smittet i utlandet, og for nesten 10 % av pasientene er smittestedet ukjent. Underrapportering er et stort problem, noe som gjør det vanskelig å fastsette det reelle antallet sykdomstilfeller. Det varierer også mellom smittestoffene, avhengig av pasientens alder, hvilke diagnostiske metoder som benyttes og kriteriene for å benytte gitt metode, samt sykdommens alvorlighet. Underrapportering skyldes også blant annet at det ofte ikke blir sett på som nødvendig i forhold til behandlingen av pasienten å ta prøve til mikrobiologisk undersøkelse. I de tilfellene hvor det blir tatt prøver klarer ikke alltid laboratoriene å påvise patogene mikroorganismer. Dette kan skyldes at det er for få mikroorganismer til å kunne påvise noe, bakteriene kan ha dødd ut under transport, eller at laboratoriet ikke bruker metode for å påvise det smittestoffet som forårsaket sykdom. En annen kilde til underrapportering er at det er få pasienter som oppsøker lege ved akutt gastroenteritt (Kapperud, 2015c, s. 26, 27).

#### *Bakterier i drikkevann*

En grov inndeling som benyttes for næringsmiddelbårne sykdommer som skyldes bakterier er infeksjoner og intoksikasjoner. Sykdom som oppstår ved konsum av næringsmidler som inneholder levende, patogene bakterier kalles bakterielle infeksjoner. Sykdom som oppstår ved konsum av næringsmidler som inneholder toksiner som er produsert av bakterier under vekst i næringsmidlet kalles bakterielle intoksikasjoner (Granum og Kapperud, 2015, s. 14, 16).

Tarmbakterier formerer seg vanligvis ikke i vann, og må derfor ha blitt tilført dersom de påvises i drikkevann. Disse bakteriene overlever i kortere perioder i vann enn virus og protozoer (encellede organismer). Mange av bakterieartene som er smittsomme for mennesker bæres av dyr. Ifølge World Health Organization (WHO) finnes det mange potensielle vannbårne bakteriepatogener og eksempler på dette er *Campylobacter*, patogene *Escherichia coli*, *Salmonella* og *Shigella* (World Health Organization, 2017).

I likhet med flere land i Europa er *Campylobacter* den vanligste bakterielle årsaken til diaré sykdom som blir registrert i Norge (Andersen, 2016). *Campylobacter*-slekten tilhører familien *Campylobacteraceae*, og er Gram-negativ, spiralformede bakterier. Når det kommer til matbårne infeksjoner hos mennesker er det spesielt *Campylobacter jejuni* og *Campylobacter coli* som forekommer (Kapperud, 2015b, s. 65, 66, 67).

Campylobacterinfeksjon, som er en tarminfeksjon forårsaket av bakterien *Campylobacter jejuni*, forekommer både sporadisk og i epidemier, og er en viktig årsak til diaré over hele verden. Bakterien finnes normalt i tarmsystemet hos fugler og forurensning av vannreservoarer av *Campylobacter* kan føre til epidemier. I Norge er det årlig rapportert mellom 2000 og 3000 tilfeller av *Campylobacter*infeksjon, hvor halvparten er smittet i utlandet (Myrvang, 2009). Bakterien er relativt vanlig i miljøet det er blitt registrert flere vannbårne utbrudd. Infeksjonsdosen er relativt lav sammenlignet med andre bakterielle patogener, og kan være under 1000 organismer (World Health Organization, 2017).

*E. coli* er gram-negativ, stavbakterie som tilhører familien *Enterobacteriaceae* (L'Abée-Lund og Wasteson, 2015a, s. 78). *E. coli* benyttes som en indikator på forurensning med avføring, da den er så utbredt i tarmfloraen hos mennesker og varmblodige dyr og ikke vokser naturlig ute i naturen. *E. coli*-bakteriene som finnes i tarmen er vanligvis ufarlige, mens noen patogene underarter kan forårsake *E. coli*-enteritt, som er en tarmbetennelse og er vanligvis en næringsmiddelbåren infeksjonssykdom (Tømjun, 2009; Folkehelseinstituttet, 2018a). Siden 1989 har *E. coli*-enteritt vært meldepliktig til MSIS, og det har blitt registrert 42 til 482 årlige tilfeller mellom 2000 og 2014 (L'Abée-Lund og Wasteson, 2015a, s. 78). De fire vanligste *E. coli* som kan gi *E. coli*-enteritt er enterohemoragiske (EHEC), enteroinvasive (EIEC), enteropatogene (EPEC) og enterotoksogene (ETEC) (Tømjun, 2009; Folkehelseinstituttet, 2018a). Når det kommer til vannbårne infeksjoner er av *E. coli* og andre enterohemoragiske stammer (EHEC), er symptomene mer alvorlige, men langt sjeldnere enn *Campylobacter*infeksjon. Infeksjonsdosen kan være så lav som færre enn 100 organismer (World Health Organization, 2017).

*Salmonella*-slekten er Gram-negativ, bevegelig stavformet bakterie som tilhører familien *Enterobacteriaceae*, som er samme familie som *E. coli* også tilhører. Det finnes flere enn 2 000 forskjellige serovarianter av *Salmonella*, men de mest vanlige i Norge er *S. Enteritidis* og *S. Typhimurium*. Sistnevnte bakterie forekommer normalt blant villlevende fugler og pinnsvin. Bakteriene skilles ut med avføringen hos smittebærende dyr og mennesker, og kan overføres fra alt som er forurenset med avføringen, som inkluderer drikkevann (Folkehelseinstituttet, 2018a). Blant meldte tilfeller av bakteriell diaré sykdom er *Salmonella* nr. 2 etter *Campylobacter* både i Norge og i Europa. Selv om MSIS har registrert mellom 1100-1900 tilfeller årlig, er det faktiske antallet av smittede personer mye høyere på grunn av underreportering. Mellom 70 og 80 % av pasientene i Norge er smittet i utlandet (Kapperud, 2015a, s. 96, 97).

*Shigella*-slekten inneholder fire arter *S. dysenteriae*, *S. boydii*, *S. flexneri* og *S. sonnei*, hvor de to sistnevnte er de vanligste i Norge. *Shigella* er Gram-negativ, stavformet bakterie som tilhører slekten *Enterobacteriaceae* (L'Abée-Lund og Wasteson, 2015b, s. 112). Den eneste smitekilden som er relevant i Norge er menneskers avføring, da de eneste dyrene som kan få sykdommen er aper. Smitteveien kan være direkte eller indirekte, hvor vann er en av mange mulige smitteveier (Folkehelseinstituttet, 2018a). *Shigella* forårsaker over 2 millioner infeksjoner hvert år, som inkluderer ca. 60 000 dødsfall. Dette er hovedsakelig i utviklingsland, hvor de to førstnevnte bakteriene er vanligst. Infeksjonsdosen for *Shigella* er lav, og kan være så få som 10-100 organismer. Det er registrert vannbårne utbrudd med bakterien (World Health Organization, 2017). Siden *Shigella* er svært lik *E. coli* vil fravær av *E. coli* i vann regnes som indikasjon på fravær av *Shigella*, i tillegg regnes det med at de har lik resistens mot desinfeksjonsmidler (Folkehelseinstituttet, 2018a).

#### *Virus i drikkevann*

Virus er vanligvis vertsspesifikke, som betyr at virus som kan smitte mennesker kun overføres fra avføring fra smittebærende mennesker. Det dominerende agens som gir diaré og oppkast er Norovirus, som er små, nakne viruspartikler med et enkelttrådet DNA. De tilhører familien *Caliciviridae*, hvor de utgjør genus Norovirus. Norovirus har kort inkubasjonstid (12-72 timer) og det skilles ut store mengder viruspartikler ved oppkast eller diaré. I Norge er det registrert 13 vannbårne utbrudd i løpet av perioden 1988-2002 forårsaket av Norovirus, hvor overflatevann forårsaket seks av utbruddene, mens grunnvann forårsaket syv. Virus kan ikke formere seg i matvarer, men er fremdeles årsak til et stort antall mat- og vannbårne sykdomstilfeller (Granum og Kapperud, 2015, s. 17; Myrmel, 2015, s. 213, 217).

Virus kan overleve i lange perioder i vann og infeksjonsdosen er vanligvis lav. Enkelte virus, slik som adenovirus, er mindre følsomme for klor og UV-behandling enn parasitter og bakterier, men de aller fleste virus inaktiveres ved normale doser UV-stråling (Folkehelseinstituttet, 2018c; World Health Organization, 2017).

#### *Parasitter i drikkevann*

Parasitter som angriper mennesker og som er relevante for drikkevann er protozoer (encellede organismer) og helminter (ormer) (Tømjun, 2018). Protozoer er minst følsomme for inaktivering ved kjemisk desinfeksjon. Dette gjelder eksempelvis *Cryptosporidium* som er svært motstandsdyktig mot oksiderende desinfeksjonsmidler slik som klor, men derimot sensitiv til UV-behandling. Protozoer er vanligvis mindre enn 2 µm og kan fjernes ved fysiske prosesser. De er moderat artsspesifikke og overlever i lange perioder i vann (World Health Organization, 2017). Det har blitt registrert flere utbrudd av protozoen *Giardia* verden over, og de fleste vannbårne utbruddene regnes med å komme fra vann forurenset med kloakk eller fra ansatte som er bærer av parasitten (Ramsay og Marsh, 1990). Høsten 2004 i Norge skjedde det et sykdomsutbrudd forårsaket av vannbåren smitte av *Giardia*. Det ble

registrert ca. 6 000 syke personer grunnet akutt fekal forurensning av vannkilden som forsyner sentrale deler av Bergen. Giardia-infeksjoner er generelt sett vanligere enn Cryptosporidium-infeksjoner selv om *Cryptosporidium* er mindre og mer motstandsdyktig mot klor enn *Giardia*. Parasitter må fjernes med behandlingsmetoder som koagulering og felling, med påfølgende UV-behandling. I vann finnes de ofte tilknyttet andre partikler (Folkehelseinstituttet, 2018b).

## 2.5 Befaring av drikkevannsbasseng

Ved tilsyn tar Mattilsynet utgangspunkt i seks obligatoriske kravpunkter fra Drikkevannsforskriften: § 6 *Farekartlegging og farehåndtering*, § 8 *Kompetanse og opplæring*, § 9 *Leveringssikkerhet*, § 10 *Forebyggende sikring*, § 15 *Distribusjonssystem og internt fordelingsnett* og § 19 *Prøvetakningsplan* (Mattilsynet, 2017a). Sjekklisten ved inspeksjoner utarbeidet for «Prosjekt høydebasseng Trondheim vannverk» innebærer blant annet tidligere tilsyn fra Mattilsynet, byggeår, konstruksjonsprinsipp, forsyningsområde, vannverkets dokumentasjon (driftsplaner/driftslogg (inspeksjoner, tømning, renhold), aktuelle avviksrapporter) o.l. Videre finnes det punkter i sjekklisten som tar for seg risiko for innlekkasje, materiale i kontakt med drikkevann, prøvetaking, sikkerhet mot innbrudd, hærverk, sabotasje og lignende, vannets oppholdstid, leveringssikkerhet og videre planer for drikkevannsbasseng (Mattilsynet, 2009). Det vil være de sistnevnte punktene som er mest relevante for dette prosjektet, spesielt punktet om risiko for innlekkasje. Forurensning av drikkevannet i drikkevannsbasseng gjennom eksempelvis forurenset luft, støv, insekter, jord, dyr og vann skal ikke komme inn gjennom innganger, røropplegg eller åpninger. Dette gjelder spesielt innganger og åpninger som er direkte over drikkevannet. Om mulig vil det være interessant å inspisere taket på drikkevannsbasseng for å se etter spor av lekkasjer, da dette i flere tilfeller har vært opphav til for høye bakterietall i drikkevannsbasseng (Sirum, Trøan og Mostue, 2011, s. 36).

I følge § 6 *Farekartlegging og farehåndtering* skal vannverkseiere identifisere farene i alle deler av vannforsyningssystemet som må forebygges, fjernes eller reduseres til et akseptabelt nivå. Farene må avdekkes for å se hvilke som kan hindre produksjon og leveranse av helsemessig, trygt drikkevann. Vannet som leveres skal være klart, uten fremtredende farge, smak eller lukt. Vannverkseieren skal også sikre at for hver identifisert fare, skal det gjennomføres tiltak som forebygger, fjerner eller reduserer faren. Videre skal vannverkseier gjennomføre en farekartlegging og farehåndtering som skal danne grunnlaget for beredskapsforberedelser (Drikkevannsforskriften, 2017). Her vil det bli sett om det er blitt gjennomført en farekartlegging som er relevant for drikkevannsbasseng.

§ 8 *Kompetanse og opplæring* innebærer at vannverkseieren skal sikre at vannforsyningssystemet har, eller gjennom avtaler, tilgang til nødvendig kompetanse. Dette innebærer at vannverket skal sikre at alle som deltar på arbeid innen vannforsyningssystemet har kompetansen som skal til for å sikre at oppgaven blir utført på en tilfredsstillende måte, både med tanke på hygiene og sikkerhet. I tillegg skal



alle være kjent med betydningen i kravene § 5 *Grenseverdier*, § 10 *Forebyggende sikring* og § 11 *Beredskap* i Drikkevannsforskriften (Drikkevannsforskriften, 2017).

For å oppfylle krav § 9 *Leveringssikkerhet* vil det undersøkes om vannverkseier har ivaretatt leveringssikkerhet ved drikkevannsbasseng. Vannforsyningssystemet skal være utstyrt og dimensjonert, og ha drifts- og beredskapsplaner for å kunne levere tilstrekkelige mengder drikkevann til enhver tid. Det skal også være tilrettelagt for at vannforsyningssystemet skal kunne levere nødvann uten bruk av det ordinære distribusjonssystemet til drikke og personlig hygiene (Drikkevannsforskriften, 2017).

For kontroll av fysisk adgang til distribusjonssystemet skal § 10 *Forebyggende sikring* følges. Alle styringssystemer skal være tilstrekkelig sikret mot uautorisert tilgang og bruk, noe som vannverkseier har ansvaret for (Drikkevannsforskriften, 2017).

Det vil undersøkes om vannverkseier har etablert rutiner for kontroll av distribusjonssystemet og videre en plan for hvordan det skal vedlikeholdes og fornyes. Denne planen skal være oppdatert og følges. I følge § 15 *Distribusjonssystem og internt fordelingsnett* skal vannverkseieren sikre at distribusjonssystemet er i tilfredsstillende stand og driftes godt for å hindre forurensning av drikkevannet. Vannverkseier må ha oversikt over tilstand og plan for hvordan distribusjonssystemet blir vedlikeholdt og inspisert (Drikkevannsforskriften, 2017).

Vannverkseieren skal utarbeide en prøvetakingsplan for vannforsyningssystemet og skal ifølge § 19 *Prøvetakningsplan* være basert på farekartleggingen i § 6 *Farekartlegging og farehåndtering*. Prøvetakningsplanen skal utarbeides for vannforsyningssystemet for å sikre og vise at drikkevannet som distribueres oppfylder kravene i § 5 *Grenseverdier*. Vannverkseiere kan samarbeide om prøvetakningsplanen dersom et vannforsyningssystem mottar drikkevann fra et annet vannforsyningssystem (Drikkevannsforskriften, 2017). Det vil bli undersøkt om vannverkseier har sikret prøvetaking av vannkvalitet i drikkevannsbassenget.

De tekniske befaringene bygger på de samme seks obligatoriske punktene i Drikkevannsforskriften som Mattilsynet. Dersom flere kravpunkter vurderes som hensiktsmessig står personen ansvarlig for tilsynet fritt til å legge til disse (Mattilsynet, 2017a). I dette prosjektet ble kravpunktet § 7 *Internkontroll* og § 12 *Beskyttelsestiltak* vurdert som hensiktsmessig. § 12 *Beskyttelsestiltak* innebærer at vannverkseier skal sørge for at drikkevannet beskyttes mot forurensning (Drikkevannsforskriften, 2017).

## 2.6 Intervju

For å identifisere uønskede hendelser er det viktig å involvere vannverket for å samle inn lokalkunnskap om deres eget drikkevannsbasseng. Informasjonsinnhenting i form av intervju av ansatte i vannverket ble utført etter befaring samme dag. Bruk av intervju har i dag blitt en av de mest utbredte metodene for innhenting av kunnskap i human- og samfunnsvitenskap generelt. Intervju er ofte ustrukturerte eller semistrukturerte, noe som betyr at de er kontroversielle og hvert intervju varierer i forhold til interesser, meninger og erfaringer til respondenten. Intervju minner ofte om en samtale i stedet for en utspørring. Et intervju blir ofte omtalt som «en samtale med mening». En av styrkene ved slike intervju er at respondenten kan belyse problemer som intervjueren ikke før har vært klar over eller forventet. Målet med et intervju er i motsetning til en spørreundersøkelse, ikke å være representativ, men å kunne forstå prosessen og bakgrunnen for hvordan respondenten jobber og tenker. Slike intervju blir ofte kritisert da det menes at respondenten ikke er og ikke kan være objektiv eller frakoblet når det kommer til bias (Valentine, 2013, s. 110, 111, 112).

Det finnes forskjellige måter å strukturere intervju på. I spørreundersøkelser søker man svar som er åpne for kvantitative prosedyrer, og derfor stilles det ofte standardiserte spørsmål. I de fleste kvalitative intervju blir det derimot stilt spørsmål som er semistrukturerte, både konkrete og åpne. De åpne spørsmålene gir respondenten mulighet til å komme med spontane beskrivelser og fortellinger (Brinkmann, 2014, s. 1008). Det vil bli benyttet en kvalitativ metode for intervju. Intervjuet vil være semistrukturert og formelt og vil foregå ansikt til ansikt med aktuelle ansatte ved hvert vannverk. Spørsmålene vil formuleres slik at noen er konkrete, mens andre er åpne. Dette vil bli gjort for å sikre at respondenten kan komme med egne erfaringer for å få en beskrivelse av de faktiske konstruksjonsmessige forhold hos drikkevannsbassengene. Ved bruk av semistrukturerte intervju kan man oppnå pålitelig, sammenlignbar kvalitativ informasjon (Cohen og Crabtree, 2006). Åpne spørsmål som stilles i et intervju i opptak gir respondenten mulighet til å fortelle om sine meninger og erfaringer. Et eksempel på et åpent spørsmål fra intervjuet (tabell 3.2) er «Hvilke farer er mest relevante for drikkevannsbassenget?». Intervjuet vil ta utgangspunkt i prosjektets problemstilling «*hvilken helsemessig risiko utgjør mikrobiell forurensning til drikkevannsbasseng?*». Spørsmålene vil deles systematisk deles inn i ulike kategorier: overordnede spørsmål, bygningstekniske detaljer og drift av drikkevannsbasseng og overvåking av drikkevannsbasseng.

Hvordan et intervju vil flyte og hvordan respondenten svarer og ordlegger seg vil ofte ha mye å gjøre med hvordan intervjuet utføres og hvilket forhold personene har mellom hverandre. Potensielle problemer som kan oppstå under intervju vil være å snakke om sårbare tema. I dette tilfelle kan det være noe vannverket ikke vil at verken intervjueren eller Mattilsynet vil vite. Det er viktig å informere respondenten om at h\*n er anonym, og resultatene vil kun bli brukt til forskning i dette prosjektet. Ved å benytte seg av en lydopptaker i et intervju, kan man konsentrere seg om selve intervjuet, i stedet for å ta egne notater for hånd. Dette gjør at intervjuet vil kunne flyte mer som en samtale. I tillegg gir et lydopptak en mer nøyaktig og detaljert oversikt over samtalen og man kan gå tilbake og lytte på samtalen

flere ganger om det trengs i etterkant. Et tips er å teste ut opptakeren en skal bruke før intervjuet starter slik at man er sikker på at den oppfatter hva som blir sagt når man snakker normalt. Så snart intervjuet er fullført bør man starte med transkripsjon. I dette tilfellet kan det være en idé å skrive et notat om konteksten rundt intervjuet som kan brukes når man analyserer informasjonen. Selve prosesseringen av data bør begynne så snart intervjuet er fullført (Parfitt, 2013, s. 106; Valentine, 2013, s. 119, 123, 124, 126).

## 2.7 Fare, uønskede hendelser og risiko

Fare er et viktig begrep i en risikoanalyse, og det finnes flere forskjellige definisjoner for fare. I boken Risikoanalyse – teori og metode, definerer Rausand og Utne (2009) fare som «*mulighet, sannsynlighet for at noget ondt, skadelig ell. lign. vil ramme en; tilstand da man er truet av noget ondt, av ulykker; noget som truer med å bringe ulykke*» (Rausand og Utne, 2009, s. 41). Standard Norge NS 5814 definerer fare som «*handling eller forhold som kan føre til en uønsket hendelse*» (Standard Norge, 2008). Standard Norge NS-EN 15975-2 definerer i Sikkerhet ved drikkevannsforsyning fare som «*biological, chemical, physical or radiological agent in, or condition of water, with the potential to cause harm to public health*» (Standard Norge, 2013). Denne definisjonen er veldig lik de som benyttes i HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) hvor fare defineres som «*en biologisk, kjemisk eller fysisk faktor eller tilstand i næringsmidler som har potensial til å forårsake en negativ helseeffekt*» (Smolan og Vaskvik, 2014, s. 73). og EU Food Law, artikkel 3 punkt 14, hvor fare defineres som «*a biological, chemical or physical agent in, or condition of, food or feed with the potential to cause an adverse health effect*» (Official Journal of the European Communities, 2002). Biologiske farer er i praksis mikrobiologiske farer som omfatter bakterier, virus, prioner, mikroskopiske sopper og (encellede) mikroskopiske parasitter. Disse er årsak til de farligste sykdommene og kan i motsetning til andre sykdommer smittes spres videre til andre mennesker. Kjemiske farer skyldes forurensninger; av stoffer som er i produktet eller blitt tilført og som kan føre til helseskade. Eksempler på kjemiske farer er rengjøringsmidler, miljøgifter og plantevernmidler. Fysiske farer er fremmedlegemer som er kommet over i næringsmidlet, først og fremst på grunn av «ulykker» i prosessen. Dette er eksempelvis biter av plast, bein, glass og metall (Smolan og Vaskvik, 2014, s. 73, 74, 75).

Definisjonene av fare i Standard Norge NS-EN 15975-2 Sikkerhet ved drikkevannsforsyning, HACCP og EU Food Law er forskjellige fra de andre definisjonene, da disse inkluderer selve årsaken til faren, og skiller derfor ikke på begrepene farekilde og fare. Som vist i figur 2.4 blir årsaker til farer eller uønskede hendelser kalt trusler eller farekilder. Farekilde defineres som et forhold, en tilstand eller en egenskap som kan føre til en uønsket hendelse (Tuhovcak, Rucka og Infrastructures, 2009; Rausand og Utne, 2009, s. 367). Normalt vil en farekilde holde seg stabil, men kan endre seg over tid. Det kan være flere farekilder tilstede samtidig. Det må vanligvis inntreffe en utløsende hendelse for at en farekilde skal kunne lede til en uønsket hendelse (Rausand og Utne, 2009, s. 41, 42). En uønsket hendelse er en hendelse som kan forårsake skade og som kan forekomme over kort eller lengre tid

(International Organization of Standardization, 2010). Uønskede hendelser defineres også som irreversible, fysiske hendelser som kan føre til skade på miljø, mennesker eller materielle verdier (Rausand og Utne, 2009, s. 29). Figur 2.3 viser forskjellen på farekilde, uønsket hendelse og ulykke.

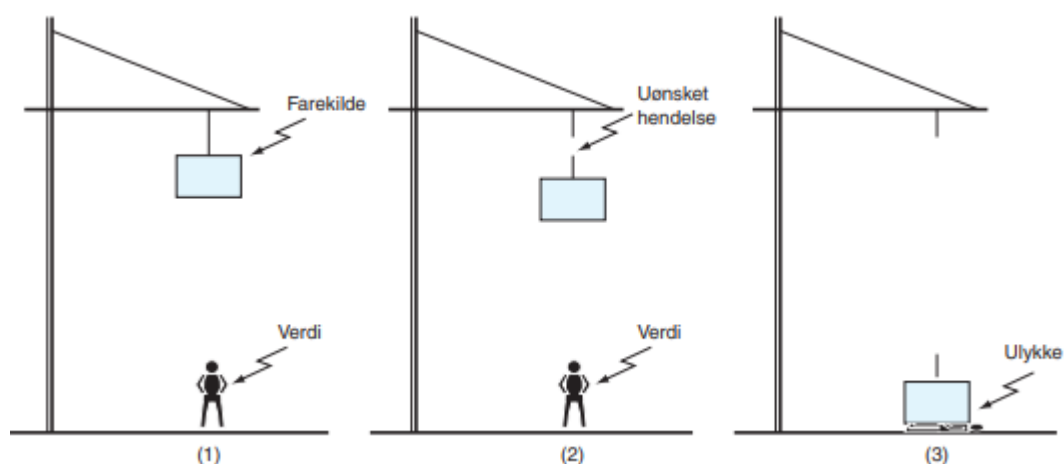
En viktig egenskap for virksomheter er å kunne håndtere sikkerhetsutfordringer. Det er viktig å skille mellom tilfeldige uønskede hendelser og vilde uønskede hendelser i en risikoanalyse (NOU 2006:6, 2006). Tilfeldige uønskede hendelser kan eksempelvis være teknisk svikt og naturhendelser, mens vilde uønskede hendelser kan være sabotasje. For å beskrive de to aspektene ved sikkerhet brukes de engelske ordene «safety» og «security». Safety brukes for å beskrive tilfeldige uønskede hendelser, og security benyttes for å beskrive tilfellede uønskede hendelser (Rausand og Utne, 2009, s. 29; NOU 2006:6, 2006; Enander *et al.*, 2015). En uønsket hendelse følges av uønskede konsekvenser (Tuhovcak, Rucka og Infrastructures, 2009).

Ordet risiko er definert på mange forskjellige måter og det finnes ingen entydig og klar allmenn forståelse eller generell definisjon av ordet. Ifølge Ot.prp. nr. 100 (2002-2003) benyttes ordet risiko med ulikt meningsinnhold i forskjellige områder, noe som igjen kan avvike fra allmenn forståelse av ordet (Ot.prp. nr. 100 (2002-2003), 2003). I artikkel 3, punkt 10 i Food Law defineres risiko slik «*en funksjon av sannsynligheten for en helseskadelig virkning og alvorlighetsgraden av denne virkningen som følge av en fare*» (Official Journal of the European Communities, 2002; Ot.prp. nr. 100 (2002-2003), 2003).

Risiko handler alltid om noe som kan skje i fremtiden og vil derfor være forbundet med usikkerhet. Ifølge NS 5814:2008 defineres risiko som «*uttrykk for kombinasjon av sannsynligheten for og konsekvensen av en uønsket hendelse*» (Standard Norge, 2008). ISO 12100:2010 definerer risiko som «*kombinasjonen av sannsynligheten for forekomst av uønskede hendelser, og alvorlighetsgraden av de uønskede hendelsene*» (International Organization of Standardization, 2010). Definisjonen i NS 5814:2008 er knyttet til én enkelt uønsket hendelse, mens definisjonen i ISO 12100:2010 knyttes risikoen til alle de mulige, uønskede hendelsene som kan inntreffe i en bestemt situasjon eller aktivitet. I et analyseobjekt er risikoen en kombinasjon av alle mulige konsekvenser som kan inntreffe, med tilhørende sannsynligheter. Risiko kan også uttrykkes som fare for skade på eller tap av noe som verdsettes; verdier. Verdier kan klassifiseres i forskjellige kategorier (Rausand og Utne, 2009, s. 22, 34, 35):

- Mennesker (liv og helse, velferd, osv.)
- Ytre miljø (luft, fisk, dyr, planer, vann, osv.)
- Materielle verdier (bygninger, teknisk utstyr, infrastruktur, osv.)
- Produksjon (leveringsdyktighet, kvalitet, osv.)
- Data/informasjon/kunnskap (lagret informasjon, konfidensiell informasjon, osv.)
- Omdømme (bedrift, merkevare, leveringsevne, osv.)

- Demokrati, nasjonal styring og lovsystem (regjering, storting, domstoler osv.)
- Kultur og samfunn (historiske minnesmerker, kunstverk, kulturminner, skolesystemer, osv.)



**Figur 2.3:** Forskjell på farekilde, uønsket hendelse og ulykke (Rausand og Utne, 2009, s. 42)

For å anslå om en uønsket hendelse vil komme til å inntreffe eller hvor ofte den vil inntreffe, brukes begrep som frekvens og sannsynlighet (Rausand og Utne, 2009, s. 3, 22).

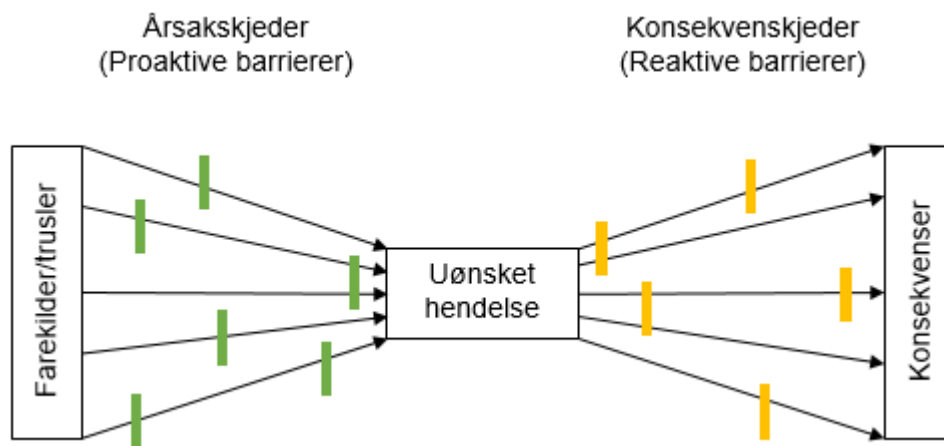
## 2.8 Risikoanalyse

Risikoanalyser kan benyttes i flere sammenhenger, blant annet for å avdekke og håndtere avvik knyttet til en aktivitet, et system, en situasjon eller et tiltak. Analysen kan også benyttes til å vurdere risikoreducerende tiltak og hvilke nye tiltak som bør implementeres. Sannsynligheter og konsekvenser som fremkommer gjennom en risikoanalyse vil kunne gi et beslutningsunderlag for å prioritere hvilke tiltak som skal iverksettes for å redusere risikoen. Nye risikovurderinger kan utføres som en oppfølging av tiltak som er blitt iverksatt. Dette gjøres for å finne ut om tiltakene har hatt effekt (Rausand og Utne, 2009, s. 4, 5; Standard Norge, 2013).

En risikoanalyse kan være kvantitativ, semi-kvantitativ og/eller kvalitativ med ulik detaljeringsgrad. En kvantitativ undersøkelse kan benyttes for å måle alvorlighetsgraden av farens konsekvenser og risikofaktor koblet til sannsynligheten for enkelte prosesser, men vanligvis ikke for alle. Derfor benyttes ofte semi-kvantitative eller kvalitative tilnærminger. Uansett hvilken tilnærming som benyttes, vurderes risiko ved å estimere alvorlighetsgraden av sannsynligheten. Ved å benytte seg av en kvantitativ eller semi-kvantitativ tilnærming kan verdier som virker nøyaktige gi en falsk følelse av nøyaktighet på grunn av usikkerhet som kan oppstå på grunn av eksempelvis mangel på erfaring, informasjon eller kunnskap om beslutningene som blir gjort. Vesentlige usikkerheter i risikoanalyser bør alltid utløse videre undersøkelser (Standard Norge, 2013).

Selve risikoanalysen gjennomføres ved å besvare tre grunnleggende spørsmål: 1. Hva kan gå galt? 2. Hva er sannsynligheten for at de uønskede hendelsene inntreffer? og 3. Hvilke konsekvenser kan hver av de uønskede hendelsene medføre? (Rausand og Utne, 2009, s. 3, 4, 80; Standard Norge, 2013). Selve analyseobjektet i en risikoanalyse vil være et system, en virksomhet eller en aktivitet som gjøres til gjenstand for en risikoanalyse (Rausand og Utne, 2009, s. 7).

For hver uønsket hendelse kan svarene på spørsmål 1 og 2 illustreres med et bow-tie-diagram. Diagrammet vises i figur 2.4. Proaktive barrierer (illustreres som grønne firkanter) kan hindre eller redusere sannsynligheten for at en uønsket hendelse inntreffer, mens reaktive barrierer (illustreres som gule firkanter) vil kunne stoppe eller redusere konsekvensene (Rausand og Utne, 2009, s. 82).



**Figur 2.4:** Bow-tie-diagram. Viser risikoanalyse av en uønsket hendelse med proaktive og reaktive barrierer. Basert på figur fra (Rausand og Utne, 2009, s. 82)

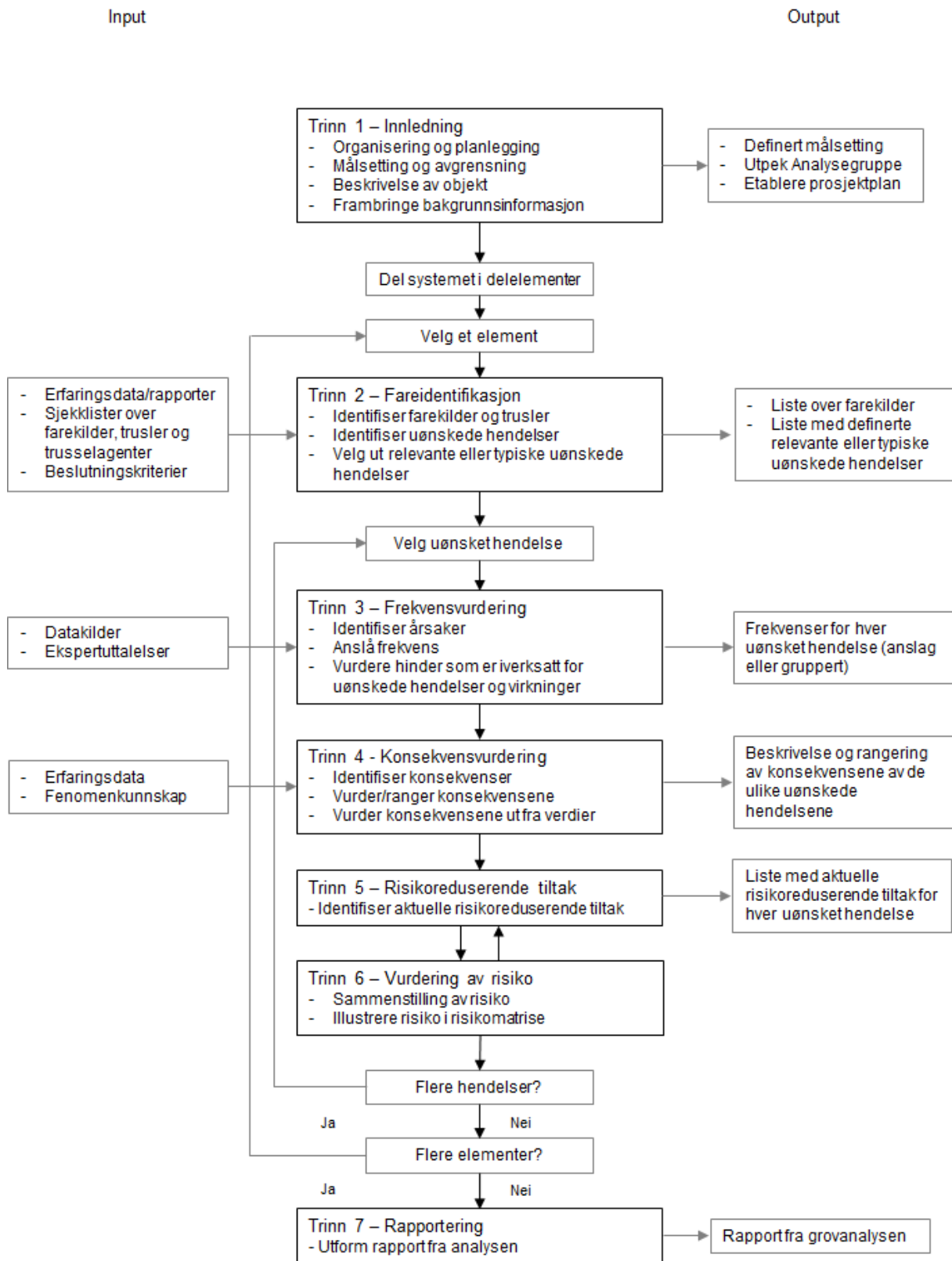
## 2.9 Grovanalyse

En grovanalyse har som hensikt å avdekke mulige uønskede hendelser, farekilder og trusler i et nytt eller eksisterende system, slik at de kan kontrolleres, fjernes eller reduseres videre i systemet (Rausand og Utne, 2009, s. 134, 135; Vincoli, 2014, s. 66). I kommunale vannverk brukes risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS-analyser) for å avdekke og vurdere farekilder og trusler, for videre å bestemme nødvendige tiltak og beredskapsnivå (Rausand og Utne, 2009, s. 269, 270). Sårbarhet defineres som «manglende evne hos et analyseobjekt til å motstå virkninger av en uønsket hendelse og til å gjenopprette sin opprinnelige tilstand eller funksjon etter hendelsen» (Standard Norge, 2008). ROS-analyser som i dag benyttes av vannverk kan gjennomføres som en enkel grovanalyse ved hjelp av Mattilsynets veileder *Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen – fra ROS til operativ beredskap* (Mattilsynet, 2017b).

Grovanalyse kan være en selvstendig analyse eller inngå som første trinn i en mer omfattende risikoanalyse. Analysen skal gi svar på følgende spørsmål (Rausand og Utne, 2009, s. 134):

- Hvilke farekilder og trusler kan gi opphav til skade?
- Hvilke uønskede hendelser kan inntreffe?
- Hvorfor inntreffer disse hendelsene?
- Hvor ofte inntreffer de uønskede hendelsene?
- Hvor alvorlig er disse hendelsene?
- Hvilke risikoreduserende tiltak kan være aktuelt å innføre?
- Hvor stor er risikoen i virksomheten?

I en mer omfattende risikoanalyse brukes spørsmålene ovenfor til å prioritere uønskede hendelser som må analyseres grundigere (Rausand og Utne, 2009, s. 135). Figur 2. viser et flytskjema over analysen som består av syv trinn.



**Figur 2.5:** Flytskjema for grovanalyse. Modifisert etter figur fra (Rausand og Utne, 2009, s. 137)



### **2.9.1 Trinn 1 – Innledning til grovanalysen**

Det første trinnet som inngår i analysen er innledning og er forberedelse til analysen. Et grundig forarbeid er viktig for at analysen skal gi de resultatene som trengs. I innledningen er det viktig å ha formålet med analysen klart. Målsetting og randbetingelsene for analysen må etableres. Bakgrunnen for risikoanalysen må beskrives, samt hvilke krav til analysen som finnes i relevante forskrifter, lover og standarder. Aktuelle avgrensninger slik som eksempelvis geografiske avgrensninger, tid, aktiviteter og/eller operasjoner analysen skal omfatte, hvilken type hendelser som skal betraktes, hvilke konsekvenser som skal vurderes o.l. må beskrives i innledningen til analysen. Interessentene for risikoanalysen og hvem som skal involveres i analysen må oppgis (Rausand og Utne, 2009, s. 83, 91).

Det må etableres en analysegruppe for å sikre kvalitet og involvering i analysen. Her må det vurderes om det skal benyttes eget personell eller innleide konsulenter. Det må beskrives hvilke kompetanseområder som inngår i analysen og hvordan analysearbeidet skal kvalitetssikres. Aktuell bakgrunnsinformasjon skal frembringes for å få frem tidligere hendelser i tilknytning til systemet som analyseres (Rausand og Utne, 2009, s. 85).

### **2.9.2 Trinn 2 – Fareidentifikasjon**

For å kunne gi svar på det viktigste spørsmålet i en risikoanalyse: «Hvilke uønskede hendelser kan inntreffe?» må mulige farer identifiseres gjennom tre ulike aktiviteter: Identifiser farekilder og trusler, identifiser mulige uønskede hendelser og velg ut realistiske og typiske uønskede hendelser (Rausand og Utne, 2009, s. 136).

Farekilder kan identifiseres ved hjelp av generiske lister og sjekklister. Alle aktuelle farekilder og trusler som kan være tilstede i analyseobjektet må fremskaffes. Resultatene fra denne aktiviteten kan plasseres i en liste for bedre oversikt over farekildene og truslene, samt hvor de befinner seg. Farekildene og truslene som ble funnet i den første aktiviteten bør drøftes en etter en, og uønskede hendelser som kan tenkes å inntreffe på grunn av noen av disse bør noteres i en ny liste. I denne andre aktiviteten er det nyttig å se på hva som har skjedd tidligere ved hjelp av rapporter, tilsynsrapporter, ulykkesstatistikk, ekspertuttalelser, eksisterende beredskapsplaner o.l., for å forsøke å spå hva som kan skje i fremtiden. Det vil være hensiktsmessig å dele hendelsene som identifiseres inn i ulike kategorier. Etter hvert som flere uønskede hendelser identifiseres, vil det bli oppdaget flere kategorier. Denne prosessen fortsetter til listen er tilfredsstillende i forhold til den målsettingen som er satt (Rausand og Utne, 2009, s. 137, 138).

Før analysen kan gå videre må listen over uønskede hendelser reduseres ved å filtrere og plukke ut hendelser med svært lav sannsynlighet og/eller svært liten konsekvens. Dette er hendelser som

oppfattes som ubetydelige for risikoen og dokumenteres med en kortfattet, klar begrunnelse. Ved hjelp at et avkryssingsskjema for farekilder og trusler kan man få en oversikt over hvor hendelsene kan inntreffe. Hver av de hendelsene som gjenstår bør defineres, og da spesielt med hensyn på hvor hendelsen skjer, når den skjer og hva som skjer (Rausand og Utne, 2009, s. 139).

### **2.9.3 Trinn 3 – Frekvensvurdering**

Målet med frekvensvurderingen er å bestemme årsakene til hver av de uønskede hendelser og anslå frekvensen. For å anslå frekvensen til en uønsket hendelse må man ta utgangspunkt i hva som har inntruffet før, antakelser om fremtiden og tiltak som er iverksatt for å hindre at uønskede hendelser inntreffer. Tiltak kan eksempelvis være instruksjoner, adgangskontroll og vedlikehold. Hver av de uønskede hendelsene som ble identifisert i den siste aktiviteten i trinn 2 blir gjennomgått en etter en (Rausand og Utne, 2009, s. 139).

### **2.9.4 Trinn 4 – Konsekvensvurdering**

De samme hendelsene som ble gjennomgått i trinn 3 blir også her gjennomgått en etter en for å anslå hvilke konsekvenser hendelsen kan få dersom den inntreffer. For å kunne vurdere både umiddelbare konsekvenser og konsekvenser som oppdages etter en viss tid, kan man anslå *den mest sannsynlige konsekvensen, den verst tenkelige konsekvensen og den verste konsekvensen blant situasjonene som har rimelig stor sannsynlighet for å kunne inntreffe*. Det avhenger av hvilken målsetting grovanalysen har og om den skal benyttes som et første trinn av en større risikoanalyse, for å kunne bestemme hvilken av de tre tilnærmingene som skal benyttes. En annen inndeling som kan benyttes i en grovanalyse er ut ifra hvilke verdier som kan bli skadet. Denne inndelingen kan være personer (ansatte, tredjeperson), miljø, driftsregularitet og anseelse (Rausand og Utne, 2009, s. 140).

Ved vurdering av konsekvenser, må en også vurdere de ulike konsekvensreducerende barrierene, slik som eksempelvis alarmsystemer, personlig verneutstyr, nedstigningssystemer, brannslukningssystemer o.l. Når konsekvensen(e) av en uønsket hendelse er blitt vurdert, bør de klassifiseres (Rausand og Utne, 2009, s. 140).

### **2.9.5 Trinn 5 – Risikoreducerende tiltak**

Av risikoreducerende tiltak finnes det to hovedtyper: *sannsynlighetsreducerende tiltak* og *konsekvensreducerende tiltak*. Dersom det er mulig anbefales det å se nærmere på sannsynlighetsreducerende tiltak. Analysegruppen bør fokusere på få en oversikt over aktuelle tilstanden som analyseobjektet befinner seg i. De forebyggende tiltakene som allerede er iverksatt bør gjennomgås. Gjennom denne gjennomgangen vil det ofte komme frem nye idéer eller forbedringer av

eksisterende tiltak. For å identifisere risikoreduserende tiltak kan en stille spørsmål om hvilke konsekvenser eller uønskede hendelser som kan fjernes eller reduseres dersom det innføres endringer i design, skilting eller opplæring, installere barrierer eller sikkerhetsfunksjoner eller fjerne/redusere en av farekildene ved å bytte ut et farlig stoff med et som er mindre farlig. Kostnaden og sikkerhetsgevinsten med hvert av tiltakene bør vurderes før en innfører nye tiltak (Rausand og Utne, 2009, s. 91, 141).

## 2.9.6 Trinn 6 – Beskrivelse og vurdering av risiko

Risikoen som er knyttet til analyseobjektet kan nå beskrives ut ifra resultatene som fremkommer i trinn 2-4. Resultatene kan presenteres som en liste over alle aktuelle uønskede hendelser som kan inntreffe, med tilhørende konsekvenser og frekvenser. For hver av hendelsene kan det beregnes en risikoindeks, risk priority number (RPN) (Rausand og Utne, 2009, s. 141). Dersom tiltak skal prioriteres for de mest alvorligste hendelsene kan det være hensiktsmessig å illustrere risikoen ved hjelp av en risikomatrix som vises i tabell 2.1.

**Tabell 2.1:** Risikomatrix. Konsekvensen for at den uønskede hendelsen kan inntreffe vises vannrett (K1-K4), sannsynligheten for at den uønskede hendelsen inntreffer vises loddrett (S1-S4). Grønt område: akseptabel risiko, hvor eksisterende forebyggende tiltak og drift av barrierer er tilstrekkelig. Gult område: hendelsen i dette området krever nærmere vurdering og utbedring. Rødt område: risikoen må reduseres og forebyggende tiltak skal om mulig iverksettes. Tabell modifisert etter tabell i (Mattilsynet, 2017b)

| Sannsynlighet   | Konsekvens |              |           |                 |
|-----------------|------------|--------------|-----------|-----------------|
|                 | K1 – Liten | K2 – Middels | K3 – Stor | K4 – Svært stor |
| S4 – Svært stor | 5          | 6            | 7         | 8               |
| S3 – Stor       | 4          | 5            | 6         | 7               |
| S2 – Middels    | 3          | 4            | 5         | 6               |
| S1 – Liten      | 2          | 3            | 4         | 5               |

Risikomatriksen deles inn i tre forskjellige områder. I tabell 2.1 deles tabellen inn i grønne, gule og røde områder (akseptkriterier). Dersom en hendelse faller innenfor det grønne området tyder det på at risikoen er akseptabel. Virksomheten kan velge å vurdere flere risikoreduserende tiltak dersom de også er kostnadseffektive. En hendelse som faller innenfor det gule området vil kreve nærmere vurdering. Dersom det finnes kostnadseffektive tiltak som reduserer risikoen bør de iverksettes. Det røde området er ikke akseptabelt, hendelser som faller innenfor dette området krever risikoreduserende tiltak (Rausand og Utne, 2009, s. 67; Mattilsynet, 2017b).

Risikomatrise og kriterier for sannsynlighet og konsekvens bygger på de samme som benyttes i Mattilsynets veileder *Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen – fra ROS til operativ beredskap*. Veilederen blir brukt av vannverk, noe som gjør at denne ROS-analysen vil benytte seg av samme kriterier som alle vannverk. Risikoen blir dermed vurdert ut ifra samme målestokk (Mattilsynet, 2017b).

Ulike nivåer av sannsynlighet med påfølgende kriterier vises i tabell 2.2. I denne sammenheng menes sannsynlighet hvor ofte en uønsket hendelse vurderes å kunne inntreffe. Her er det viktig å ta utgangspunkt i statistikk, godt faglig skjønn og erfaringer (Mattilsynet, 2017b).

**Tabell 2.2:** Ulike nivåer av sannsynlighet (S1-S4) med påfølgende kriterier (a-b). Tabellen er modifisert etter tabell i (Mattilsynet, 2017b)

| Sannsynlighetsnivå                  | Kriterier  |
|-------------------------------------|--|
| <b>S1: Liten sannsynlighet</b>      | a: Hendelsen er ukjent i bransjen<br>b: Faglig skjønn tilsier at hendelsen ikke helt kan utelukkes   |
| <b>S2: Middels sannsynlighet</b>    | a: Bransjen kjenner til at hendelsen har inntruffet de siste 5 årene<br>b: Faglig skjønn og føre-var hensyn tilsier at det er riktig å ta høyde for at hendelsen kan oppstå i vannverket de neste 10-50 årene  |
| <b>S3: Stor sannsynlighet</b>       | a: Det er kjent i bransjen at hendelsen forekommer årlig<br>b: Vannverket har selv opplevd enkeltstående tilfeller eller hendelsen har nesten inntruffet. Faglig skjønn og føre-var hensyn tilsier at hendelsen kan oppstå i vannverket de neste 1-10 år |
| <b>S4: Svært stor sannsynlighet</b> | a: Hendelsen forekommer fra tid til annen i vannverket   |

For å kvalifisere til et sannsynlighetsnivå er det tilstrekkelig at ett av kriteriene (a-b) er innfridd (Mattilsynet, 2017b).

Tabell 2.3 viser kriteriene for ulike konsekvensnivå. Kriteriene er forskjellige ut ifra hvilke verdier som kan skades: kvalitet, leveranse og omdømme/økonomi. Konsekvens defineres her som mulig følge av en hendelse (Rausand og Utne, 2009, s. 368).

**Tabell 2.3:** Ulike nivåer av konsekvenser (K1-K4) med påfølgende kriterier. Tabellen er modifisert etter tabell i (Mattilsynet, 2017b)

| Konsekvensnivå                   | Kriterier  |
|----------------------------------|--|
| <b>K1: Liten konsekvens</b>      | Kvalitet påvirkes noe, men krav overholdes. Kortvarig og lite alvorlig sykdom  |
| <b>K2: Middels konsekvens</b>    | Kortvarig, mindre brudd på gjeldende krav. Mindre alvorlig og forbigående sykdom   |
| <b>K3: Stor konsekvens</b>       | Brudd på gjeldende krav, ulempe for helse. Potensielt alvorlig sykdom for utsatte grupper  |
| <b>K4: Svært stor konsekvens</b> | Alvorlig brudd på gjeldende krav, fare for liv og helse, drikkevannsforskriften § + andre ledd trer i kraft. Potensielt alvorlig og langvarig sykdom. Mulig dødsfall |

I en konsekvensvurdering antas det at den uønskede hendelsen har skjedd. En konsekvensvurdering må fremstå tydelig og presis. Dersom det er liten usikkerhet om konsekvens, bør en vektlegge den mest realistiske konsekvensen. Ved stor usikkerhet om faktisk konsekvens av den uønskede hendelsen, bør en benytte seg av føre var-prinsippet som tilsier at et pessimistisk anslag bør legges til grunn (Mattilsynet, 2017b).

I risikomatriksen i tabell 2.1 har hendelsene som havner nederst til venstre har lav frekvens og liten konsekvens, og dermed lavest risiko. Øverst til høyre i matrisen vil hendelser med høy frekvens og stor konsekvens plasseres, og dermed ha høyest risiko. Matrisen er til god hjelp når risikoreduserende tiltak skal prioriteres, da den tydelig illustrerer hvilke hendelser som er mest alvorlige. For hver av hendelsene kan det beregnes en risikoindeks (RPN). I tabell 2.1 vises RPN som tallene i de fargede områdene, hvor tallene varierer fra 2, som er for hendelser med lavest risiko, til 8, som er for hendelser med høyest risiko (Rausand og Utne, 2009, s. 65).

## 2.9.7 Trinn 7 – Rapportering

Analysen som er gjennomført danner ofte grunnlaget for videre sikkerhetsarbeid innen en virksomhet. Det er viktig at rapporten frembringer nødvendig informasjon, men samtidig er effektiv og kortfattet. Dersom det er blitt avdekket hendelser med høy risiko må det dokumenteres at det er blitt utført tilstrekkelige vurderinger. Dette gjøres ved å beskrive hendelsen så detaljert som det lar seg gjøre med detaljer om farekildene, de uønskede hendelsene, konsekvensene og hvilke verdier som det er tenkelig at vil kunne bli rammet av hendelsen (Rausand og Utne, 2009, s. 127, 128, 141).

### **3 Metoder**

Det å gjøre et godt forarbeid er svært viktig og en av de viktigste delene av forarbeidet er å tilegne seg kunnskap om prosjektets tema. Dette ble gjort ved å samle inn sekundærdata, som er tilgjengelig informasjon som har blitt samlet inn av andre som har jobbet med samme tema (Clark, 2013, s. 57). I denne sammenheng vil dette være andre relevante studier slik som eksempelvis tidligere utførte ROS-analyser i vannforsyningen, tilsynsrapporter utført av Mattilsynet, utbruddsrapporter fra Mattilsynet, Norsk Vann-rapporter, regelverk og veiledninger. En annen viktig del av forarbeidet er å innhente primærdata ved å kommunisere med mennesker som jobber med temaet i til daglig. Disse menneskene vil kunne gi viktig bakgrunnsinformasjon og erfaringer. Dette forarbeidet vil gi grunnlag for videre arbeid med prosjektet (Flowerdew, 2013, s. 48).

#### **3.1 Systematisk gjennomgang av eksisterende tilsynsrapporter**

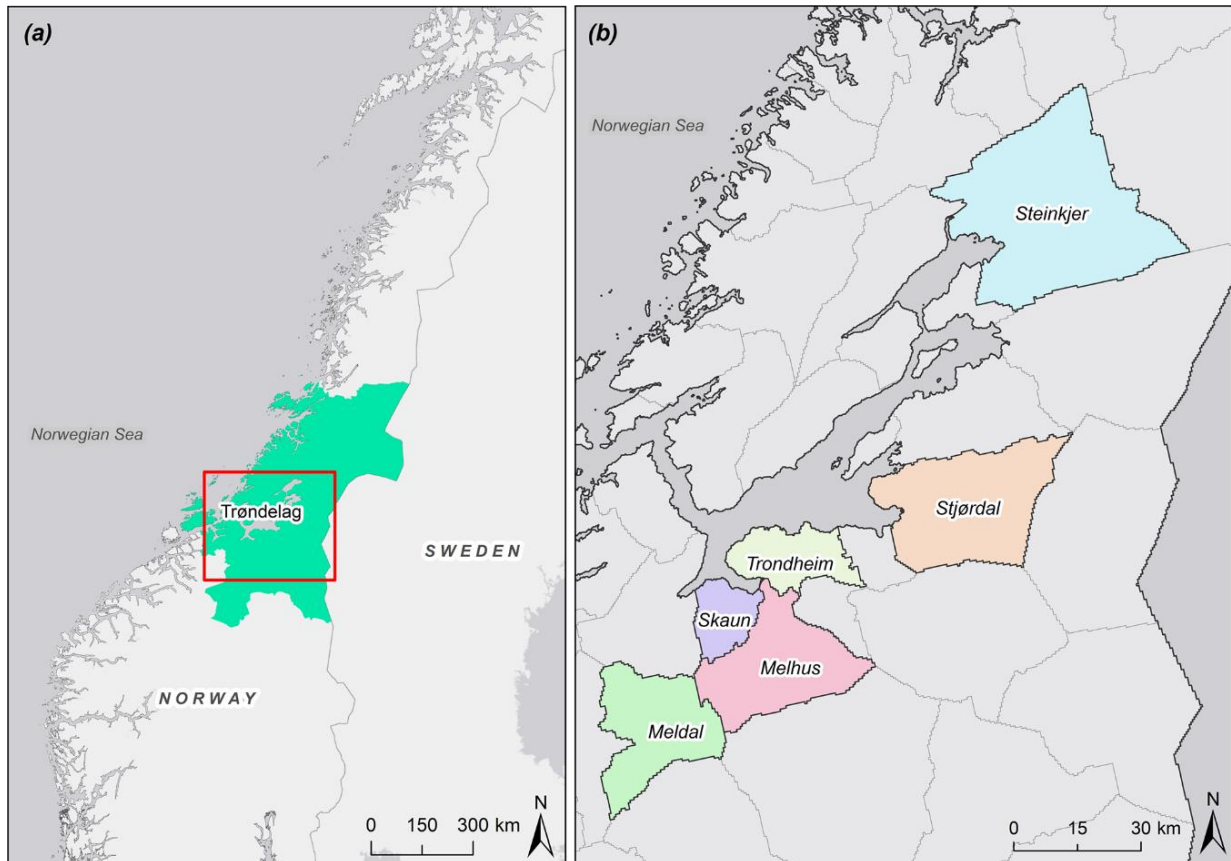
I 2017 utførte Mattilsynet region Midt (Trøndelag og Møre og Romsdal) tilsyn av drikkevannsbasseng med fokus på etterlevelse av regelverket i Drikkevannsforskriften. Tilsyn ble utført av drikkevannsbasseng i Midt-Norge i perioden 07.03.17-13.12.17. Det ble utført en systematisk gjennomgang av resultater fra 76 offentlige tilsynsrapporter utført forskjellige drikkevannsbasseng. Resultatene av tilsynsrapportene ble fylt inn i et Excel-dokument. Dokumentet som oppsummerer tilsynene brukes for å gi en forenklet oversikt over resultatene. Det gis også en oversikt over hvilke drikkevannsbasseng som har innvendig taknedløp, som kan være en risiko for forurensning av drikkevannet. Ved tilsyn har det blitt tatt utgangspunkt i Drikkevannsforskriften med følgende punkter: internkontroll, farekartlegging, ROS-analyse, kompetanse, regelmessig inspeksjon, renhold, vedlikehold, utvendig opprydding, prøvetaking, innlekk taknedløp, innlekk takteking, innlekk takluke, forurensning luftventil, tilbakeslag overløp, rørbruddsventil og adgangskontroll. Dokumentet gir en oversikt over observerte regelbrudd for de nevnte punktene, som videre har gitt varsel om vedtak eller hvor det har blitt gitt veiledning eller påpeking av plikt.

På grunn av delvis stor variasjon i detaljeringsgrad og struktur i de eksisterende tilsynsrapportene, er datakvaliteten for anvendelse i dette studiet noe begrenset. Det eksisterende datagrunnlaget er derfor mangelfullt og vil bli benyttet i hovedsak ved utarbeidelse av egen sjekklister for befarings.

#### **3.2 Teknisk befarings av utvalgte drikkevannsbasseng**

Innsamling av egen data, primærdata, er en stor del av prosjektet. I denne sammenheng er det viktig at informasjonen som samles inn er relevant for oppgaven (Parfitt, 2013, s. 75). Den primære datainnsamlingen i dette prosjektet hovedsakelig består av befarings med bruk av egne utarbeidede sjekklister og intervju av relevante personer fra vannverket.

Teknisk befaring ble utført i Trøndelag fylke (figur 3.1, (a)) i seks forskjellige kommuner: Steinkjer, Stjørdal, Trondheim, Melhus, Skaun og Meldal (figur 3.1, (b)). Kommunene ble valgt hovedsakelig på grunn av nærhet og kjennskap til kommunene gjennom veileder i Mattilsynet.



**Figur 3.1:** Enkel oversikt over prosjektets områder for befaring. Befaringene ble utført i Trøndelag fylke (a), i kommunene Steinkjer, Stjørdal, Trondheim, Melhus, Skaun og Meldal (b) (Figur: egen)

Tekniske befaringer av drikkevannsbasseng ble utført i samarbeid med veileder fra Mattilsynet. Før befaringen ble det gjort forarbeid i form av utarbeidelse av egen sjekklister ved å ta utgangspunkt i Mattilsynets tilsynsrapporter av drikkevannsbasseng, eksisterende sjekklister utarbeidet for drikkevannsbasseng av Mattilsynet, samt Norsk Vann-rapport 181/2011 *Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng*. Tabell 3.1 viser utarbeidet sjekklister som ble benyttet ved tekniske befaringer av drikkevannsbasseng.

**Tabell 3.1:** Utarbeidet sjekkliste benyttet ved tekniske befaringer av drikkevannsbasseng. Hovedpunktene i sjekklisten er bygningsteknisk og fysisk tilstand

| Bygningsteknisk   | Observeringer/svar | Kommentarer |
|---|--------------------|-------------|
| Konstruksjonsprinsipp <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bassengtype: Fjellbasseng, plasstøpt basseng, prefabrikkert basseng av betong, prefabrikkert basseng av GUP, basseng i rustfritt stål, vanttårn.</li> <li>- Takkonstruksjon</li> <li>- Geometrisk utforming av vannmagasin (ett eller flere kammer)</li> </ul> |                    |             |
| Taknedløp/taknedløpsrør   |                    |             |
| Taktekkingsmaterialer (evt. grus, torv)   |                    |             |
| Takluke/trappekammer med luke i vegg  |                    |             |
| Luftventilasjon (type filter, porestørrelse)  |                    |             |
| Forurensning via overløpsledning (eks. tett rist)   |                    |             |
| Tilbakeslag overløp   |                    |             |
| <b>Fysisk tilstand</b>  |                    |             |
| Generelt inntrykk   |                    |             |
| Kledning  |                    |             |
| Tak   |                    |             |
| Området rundt drikkevannsbasseng (skog, ryddighet)  |                    |             |

### Bygningsteknisk

Bygningstekniske prinsipper er et av to hovedpunkter i sjekklisten. Konstruksjonsprinsipp er med for å kartlegge hvilke typer basseng som har blitt befart. Takkonstruksjonen er viktig å få med for å kunne kartlegge mulig risiko for innlekking. Antall kammer i et drikkevannsbasseng vil si noe om leveringskapasitet, leveringssikkerhet og mulighet for å opprettholde levering av drikkevann under eksempelvis rengjøring og vedlikehold.

Taknedløp er med på sjekklisten for å kunne kartlegge hvordan takavrenning foregår. Innvendig taknedløp vil medføre en unødvendig risiko for innlekking av urent vann. Taktekkingsmaterialer slik som grus og torv vil gjøre det vanskeligere å utføre tilsyn oppdage sprekker/lekkasjer på taket.



Tilgangen til vannkammer er et sårbart punkt for drikkevannsbassenget. Tilgangen kan være gjennom takluker med overbygg, takluker uten overbygg eller direkte tilgang til vannkammer via dør fra betjeningshus. Luftventilasjon er et punkt på sjekklisten for å se hvilken type ventilasjon som finnes, konstruksjon og om det finnes noen form for netting eller filter. Ifølge resultatene fra Mattilsynets tilsyn i 2017 var det 18 av 76 vannverk hvor det var blitt observert fare for forurensning av luftventil (tabell 4.2). Ventilasjonsrøret kan gå direkte inn til vannkammeret eller brutt ventilasjon, hvor luften tas inn til betjeningshuset før den føres videre inn til vannkammeret. Enkelte konstruksjoner av ventilasjonsrør har feilaktige konstruksjoner som kan føre til økt risiko for forurensning. Dette gjelder spesielt hvor fugler kan ta seg inn og bygge reir, dårlig eller manglende netting, fare for frysing slik at luft fra utsiden må komme inn en annen vei.

Ifølge eksisterende tilsynsrapporter fra Mattilsynet (2017) har det blitt vurdert fare for tilbakeslag eller manglende sikring mot dyr i overløpsrør hos enkelte drikkevannsbasseng. Derfor har også overløpsrør blitt en del av sjekklisten.

#### *Fysisk tilstand*

I Mattilsynets tilsynsrapporter blir drikkevannsbassengenes fysiske tilstand ofte beskrevet godt. Det ble valgt å inkludere generelt inntrykk hvor en kan kommentere og notere de generelle observasjonene som gjøres. Den fysiske tilstanden kan også si noe om vannverkets befarings- og vedlikeholdsrutiner. Kledningens tilstand vil kunne si noe om blant annet sabotasje, avrenning fra tak (vannskader) eller skader fra dyr eller fugler. På grunn av årstiden (vinter) vil takets tilstand kommenteres der det er mulig. Området rundt drikkevannsbasseng (skog, menneskelig ferdsel) har blitt kommentert i flere av Mattilsynets tilsynsrapporter. Trær og busker nært drikkevannsbassenget kan gi skader på kledning og tak. De vil også tiltrekke seg flere dyr. Høye trær vil felle blader som vil kunne tette taksluk eller takrenne.

### **3.3 Intervju**

Intervju av ansatte i vannverket ble utført etter befarings. Før intervjuet startet ble det spurt om vannverkets representanter var komfortable med lydopptak av intervjuet. Grunnen til bruk av lydopptak er at man kan konsentrere seg om intervjuobjektet, og delta i en «samtale» slik at man ikke blir låst til notatskrivingen. Det gjør også at intervjueren er i stand til å få med seg alt som blir sagt, og at intervjuobjektet kan snakke i normalt tempo uten å stoppe opp. Det ble forklart at intervjuet ville være helt anonymt, kun benyttes til forskning og lydopptaket ville bli slettet så snart prosjektet er ferdig. Resultat fra intervju og befarings vil kun bli benyttet til sammenligning. Intervjuet fulgte listen med spørsmål så godt det lot seg gjøre.

Tabell 3.2 viser en liste over de 25 spørsmålene som ble stilt under intervju. Bakgrunnen for spørsmålene som ble stilt vises til høyre i tabellen.

**Tabell 3.2:** Liste over spørsmål som ble stilt under intervju med påfølgende forklaring. (Tabellen går over tre sider)

| Spørsmål  | Forklaring  |
|---|---|
| <b>Overordnede spørsmål</b>   |   |
| 1. <i>Leverer drikkevannsbasseng vann til sårbare abonnenter, i så fall hvilke?</i>                   | Sårbare abonnenter vil være sykehus, barnehager, skoler, eldreheim, næringsmiddelbedrifter o.l. Det er viktig at vannverket er klar over hvilke sårbare abonnenter de har, og hvilke drikkevannsbasseng som lever til disse.  |
| 2. <i>Dersom det skjer en forurensning av vann fra drikkevannsbassenget, vil det da bli oppdaget?</i> | Dette spørsmålet er for å se om vannverket har tenkt over hvor lang tid det vil ta før en eventuell forurensning oppdages. Dette gjelder spesielt siden det ikke er vanlig å ta prøver direkte ut fra drikkevannsbassenget. Vil forurensningen oppdages, og hvor lang tid vil det ta før det skjer? Spørsmålet er vanskelig å besvare, men det er også et spørsmål for å se om vannverket har tenkt over dette. |
| 3. <i>ROS-analyse – er det utført en som inkluderer drikkevannsbassenget?</i>                         | Nylig har drikkevannsforskriften kommet med et krav om at vannverket skal inkludere drikkevannsbassenget i vannverkets ROS-analyse. Dersom vannverket har inkludert drikkevannsbassenget skal det ikke være noe problem å nevne uønskede hendelser/farer for forurensning.  |
| 4. <i>Hvilke farer for forurensning av drikkevannet finnes for drikkevannsbassenget?</i>              | Dette spørsmålet er relativt åpent, hvor intervjuobjektet kan svare fritt om hvilke farer som vannverket har vurdert. Siden intervjuobjektet ikke har fått mulighet til å forberede svarene vil dette ikke bli fullstendig.   |
| 5. <i>Hvilke farer er mest relevante for drikkevannsbassenget?</i>                                    | Ulike drikkevannsbasseng har ulike farer som må vurderes. Dette spørsmålet er for å finne ut hva vannverket er mest bekymret for.   |
| 6. <i>Hvordan har disse blitt vurdert og hvilke rutiner for overvåkning av disse farene finnes?</i>   | For å finne ut hvordan de mest relevante farene har blitt vurdert og hvilke rutiner for overvåkning. Eksempelvis om det er lekkasje fra tak – hvordan overvåkes dette? Finnes det rutiner for ekstra befaringer for å overvåke taket?   |
| 7. <i>Hva hvilke rutiner finnes for å redusere eller fjerne farene?</i>                               | Hvilke rutiner finnes for å redusere eller fjerne de mest relevante farene for drikkevannsbassenget? Noen farer vil ikke kun bli fjernet helt, men reduseres. Hvordan foregår dette? Fungerer det?  |
| <b>Bygningstekniske detaljer og drift av drikkevannsbasseng</b>                                       |   |
| 8. <i>Når ble drikkevannsbassenget bygd?</i>  | Byggeår kan si noe om hvordan drikkevannsbassengets standard er.  |
| 9. <i>Hvor stort volum har vannmagasinet?</i>   | Volumet for drikkevannsbassenget.   |

| Spørsmål  | Forklaring  |
|---|---|
| 10. <i>Hva er leveringskapasitet ved normalt forbruk?</i>   | Dersom det skulle skje en stopp i vannleveringen, hvordan er leveringskapasitet ved normalt forbruk? Hvor lang tid vil det ta før drikkevannsbassenget tømmes?  |
| 11. <i>Hvordan er takets tilstand? Er det vurdert levetid og behov for utskifting?</i>                                  | Gjennom tilsynsrapportene har lekkasje gjennom tak vært et gjengående problem.  |
| 12. <i>Har det vært tidligere problemer med taket? Mht. sprekker, lekkasjer o.l.?</i>                                   | Har det blitt oppdaget tidligere problemer med taket som ikke har blitt rapportert i noen av Mattilsynets tilsynsrapporter? Sprekker og lekkasjer kan stoppes før det skjer en forurensning.  |
| 13. <i>Hvilken form for lufting/ventilasjon finnes i drikkevannsbassenget?</i>  | Hvordan er luftingen/ventilasjonen for drikkevannsbassenget? Finnes det to gitter? Et på utsiden og et mot drikkevannet?  |
| 14. <i>Kjenner dere til om der har vært noen problemer med forurensning o.l. i forbindelse med lufting/ventilasjon?</i> | Dette er også et gjengående problem i Mattilsynets tilsynsrapporter.  |
| 15. <i>Har dere en plan for renhold/ vedlikehold av drikkevannsbassenget?</i>   | Ulike drikkevannsbasseng har ulike behov for rengjøring og tømning. Dette kommer også an på hvordan vannet er, hvilken vannkilde o.l. Dette spørsmålet finnes for å se om det finnes en faktisk plan for rengjøring. Det ble observert gjennom Mattilsynets tilsynsrapporter at ikke alle vannverk har en rengjøringsplan for drikkevannsbassengene.  |
| 16. <i>Hvor ofte rengjøres drikkevannsbassenget?</i>  | For å finne ut hvor ofte rengjøringen skjer.  |
| 17. <i>Kan leveringen til mottakeren opprettholdes selv om drikkevannsbassenget kobles ut?</i>                          | Dersom drikkevannsbassenget som rengjøres er det eneste som forsyner et spesielt område, er det da mulig å koble ut dette slik at forsyningen opprettholdes? Kan andre drikkevannsbasseng gjenoppta leveringen fra dette drikkevannsbassenget? Dette vil også være et spørsmål i tilfelle det skjer en forurensning.  |
| <b>Overvåkning av drikkevannsbassenget</b>  |   |
| 18. <i>Hvor ofte utføres befaring, og finnes det noen plan for befaringer/rutiner?</i>                                  | Finnes det rutiner for befaring? Er disse befaringene ofte nok? Kommer an på drikkevannets plassering. Er bassenget midt i skogen hvor det er for mennesker, eller er det lett tilgjengelig?  |
| 19. <i>Har dere en metode for overvåkning av takinnlekking? (Se, lytte, spyle o.l.)</i>                                 | Ved å se, lytte eller spyle vann på taket kan man se om det er tegn på lekkasjer.   |
| 20. <i>Har dere noen rutiner for å inspisere netting/filter foran ventilasjon?</i>                                      | Det er viktig med et intakt, grovt filter mot utsiden av drikkevannsbassenget som stopper hærverk, dyr og større insekter. Et fint filter mot drikkevannet må være intakt for å stoppe forurenset luft, støv, mindre insekter o.l. for å komme inn i drikkevannsbassenget. Om vinteren må det passes på at nettingen mot utsiden ikke iser slik at det blir tett. Et tett ventilasjonsrør gjør at luften må komme inn gjennom et annet sted – overløp, noe som er veldig uheldig. |

| Spørsmål  | Forklaring  |
|---|---|
| 21. Er prøvetaking av vann direkte fra drikkevannsbassenget del av fast prøvetakingsplan?         | Tas det prøver fra drikkevannsbassenget like ofte som andre prøver?   |
| 22. Er det tilrettelagt for prøvetaking av inn- og utgående vann? (Hvis nei → 23., hvis ja → 24.) | For å kunne ta prøver direkte fra drikkevannsbasseng på en enkel og hygienisk måte bør det være tilrettelagt for prøvetakingen.         |
| 23. Hvilke andre prøvetakingspunkt kan reflektere vannet i drikkevannsbassenget?                  | Dersom det ikke blir tatt vann direkte fra drikkevannsbassenget bør det finnes et nærmere sted som kan reflektere vannet fra bassenget. |
| 24. Hvor skjer prøveuttaket og er prøveuttaket godt merket?                                       | Prøveuttaket bør være slik at det kan skilles fra ut- og inngående vann. Dette er for å være sikker på at de ikke blir blandet.         |
| 25. Indikerer prøvetakingsresultatene at det kan forekomme forurensning i drikkevannsbasseng?     | Hvordan er dagens status på prøveresultatene, er det noe som tilsier at det kan være en forurensning av drikkevannet?                   |

### 3.4 Grovanalyse

Det ble benyttet en grovanalyse for å finne og avdekke mulige mikrobiologiske trusler, farekilder og uønskede hendelser slik at disse kan reduseres kontrolleres eller fjernes. Groanalysen ble utført i henhold til boken «Risikoanalyse – teori og metoder» av Rausand M. og Utne I. B., men med utelukkende fokus på mikrobiologiske farekilder og ikke trusler (Rausand og Utne, 2009). Ble også kun fokusert på utilsiktede uønskede hendelser og ikke tilsiktede uønskede hendelser. Mulige uønskede hendelser ble funnet ved hjelp av sekundærdata slik som faglitteratur, Norsk Vann-rapporter, tilsynsrapporter fra Mattilsynet, utbruddsrapporter fra Mattilsynet, tilsyn- og statusrapporter fra Ancistrus AS og kommunikasjon med fagpersoner. For å finne flere uønskede hendelser ble det samlet inn primærdata i form av teknisk befaring av utvalgte drikkevannsbasseng og intervju av representanter fra utvalgte vannverk.

## 4 Resultater

Kapittelet oppsummerer resultatene fra gjennomgang av tidligere tilsynsrapporter samt befarings og intervju ved 15 forskjellige drikkevannsbasseng i seks kommuner.

### 4.1 Resultater fra tilsynsrapporter

Tabell 4.1 viser en oversikt over resultatene fra systematisk gjennomgang av 76 eksisterende tilsynsrapporter fra Mattilsynets inspeksjoner i Midt-Norge i perioden 07.03.17-13.12.17. Det er uvisst hvor mange drikkevannsbasseng som har blitt inspisert, da rapportene beskriver vannverket generelt og ikke hvert enkelt drikkevannsbasseng. I noen tilfeller beskriver rapportene at ikke alle drikkevannsbassengene i kommunene ble inspisert. Ifølge rapportene har seks virksomheter innvendig taknedløp.

**Tabell 4.1:** Oversikt over resultater fra systematisk gjennomgang av eksisterende tilsynsrapporter. Tallene representerer ikke enkelte drikkevannsbasseng, men virksomheter. Tabellen viser en oversikt over antall virksomheter med varsel om vedtak, veiledning eller påpekning av plikt. (n = 76)

|                         | Antall virksomheter med varsel om vedtak, veiledning eller påpekning av plikt fra Mattilsynet |
|-------------------------|---|
| Forurensning luftventil | 18  |
| Renhold                 | 15  |
| Prøvetaking             | 10  |
| Innlekk takluke         | 8   |
| Internkontroll          | 7   |
| Farekartlegging         | 7   |
| Innlekk taknedløp       | 6   |
| Regelmessig inspeksjon  | 5   |
| Vedlikehold             | 5   |
| Utvendig opprydding     | 5   |
| Tilbakeslag overløp     | 5   |
| ROS-analyse             | 2   |
| Innlekk takteking       | 2   |

Tabell 4.1 viser at «Forurensning luftventil» er den som har blitt observert flest ganger (18), etterfulgt av renhold (15) og prøvetaking (10).

## 4.2 Kommune 1

I kommune 1 ble det bestemt å befare to drikkevannsbasseng. Befaringen startet ved drikkevannsbassenget hvor det tidligere har vært utbrudd med *Escherichia coli* som følge av innlekking gjennom tak. På grunn av årstiden befaringen fant sted (vinter) var det umulig med inspeksjon på taket da det var snødekt. Taket har siden forurensningen blitt utbedret, i tillegg til at et UV-anlegg ble etablert i vannverket.

### 4.2.1 Befaring

På grunn av snø var det ikke mulig å komme seg opp på taket for å se nærmere på lufting og nedstigningsluke for drikkevannsbasseng 1.1 og 1.2. Figur 4.1 viser et bilde av drikkevannsbasseng 1.1. Informasjonen innhentet her er derfor blitt fortalt fra vannverkets representant.



**Figur 4.1:** Drikkevannsbasseng 1.1 med snødekt tak (Foto: eget)

Tabell 4.2 viser en oversiktlig oppsummering av observasjonene gjort ved befaring av drikkevannsbasseng 1.1 og 1.2. Ifølge en tilsynsrapport fra Mattilsynet har det blitt oppdaget lekkasje i forbindelse med innvendig taknedløp i drikkevannsbasseng 1.1. Dette har nå blitt utbedret ifølge representant fra vannverket. Tak og nedløp skal være ombygd slik at taket heller mot siden, og taknedløp nå er på utsiden for både drikkevannsbasseng 1.1 og 1.2.

**Tabell 4.2:** Oppsummering av observasjonene gjort ved befaring av drikkevannsbasseng 1.1 og 1.2 i kommune 1. Observasjonene fra sjekklisten vises til venstre i tabellen

| Observasjon               | Drikkevannsbasseng nr.        |                       |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------------|
|                           | 1.1                           | 1.2                   |
| <b>Bygningsteknisk</b>    |                               |                       |
| Type                      | Betong                        | Betong                |
| Nedgravd                  | Nei                           | Nei                   |
| Takkonstruksjon           | Skrått                        | Skrått                |
| Antall kammer             | 1                             | 1                     |
| Innvendig taknedløp       | Nei                           | Nei                   |
| Taktekkingsmaterialer     | Papp, singel, membran, singel | Papp, membran, singel |
| Tilgang til kammer        | Takluke                       | Takluke               |
| Ventilasjon               | Svanehals med netting         | Svanehals med netting |
| Brutt ventilasjon         | Nei                           | Nei                   |
| Vannlås overløp           | Nei                           | Nei                   |
| Mulig tilbakeslag overløp | Nei                           | Nei                   |
| <b>Fysisk tilstand</b>    |                               |                       |
| Område rundt              | Skog                          | Skog                  |

Drikkevannsbasseng 1.1 er bygd over bakken og er et rundt betongbasseng bestående av ett kammer. Taket er skrått for utvendig taknedløp. Taket består av papp, singel, membran og et nytt lag med singel. Tak som er dekt med singel vil gjøre det vanskeligere å oppdage sprekker, skader og eventuelle lekkasjer på taket. Tilgangen til vannkammeret er via nedstigningsluke på taket. Luken er bygd opp og har membran på innsiden av luken for å hindre vann å trenge inn. Luftingen av drikkevannsbassenget foregår gjennom en svanehals med netting på taket. Representanten fra vannverket påpeker at det ikke er noen mulighet for tilbakeslag gjennom overløpet da det går 11 meter rett ned i en bekk. Det er ikke installert vannlås på overløpet. Området rundt bassenget er skog. Trær står med god avstand fra bassenget.

Drikkevannsbasseng 2.1 består av betong og har ett rundt kammer. Bassenget er bygd over bakken med et skrått tak som heller mot siden for utvendig taknedløp. Taket består av papp, membran og singel. Vannkammeret luftes ved hjelp av en svanehals med netting. Det er ikke installert vannlås på overløpsrøret. Representant fra vannverket mener at det ikke er mulig for tilbakeslag på overløpsrøret. Drikkevannsbassenget er plassert i et skogsområde. Trær og busker har god avstand fra bassenget.

#### 4.2.2 Intervju

Tabell 4.3 viser en oppsummering av resultatene fra intervju med kommune 1 for drikkevannsbasseng 1.1 og 1.2. Begge drikkevannsbassengene leverer til sårbare abonnenter. Det er utført en generell ROS-analyse for vannverket som inkluderer drikkevannsbassengene. Respondenten beskrev 3 farer for drikkevannsbasseng 1.1: bygningsmessig, tilbakeslag fra bønder, ledningsbrudd og 2 farer for

drikkevannsbasseng 1.2: ledningsbrudd og tilbakeslag fra bønder. Ut ifra disse påpekte respondenten at de mest relevante farene for begge drikkevannsbassengene er ledningsbrudd.

**Tabell 4.3:** Resultater fra intervju med kommune 1 for drikkevannsbasseng 1.1 og 1.2. Nummereringen til venstre viser til hvilket spørsmål i spørreskjemaet som er tatt ut i tabellen.

| Drikkevannsbasseng  |   | 1.1            | 1.2           |
|---|---|----------------|---------------|
| Tema  |   | Svar           |               |
| <b>Overordnede spørsmål</b>                                     |   |                |               |
| 1   | Sårbare abonnenter  | Ja             | Ja            |
| 3   | Utført ROS-analyse  | Ja             | Ja            |
| 4   | Antall farer beskrevet  | 3              | 2             |
| 5   | Mest relevant fare  | Ledningsbrudd  | Ledningsbrudd |
| <b>Bygningstekniske detaljer og drift av drikkevannsbasseng</b> |   |                |               |
| 8   | Byggeår   | 1991           | 1996          |
| 9   | Volum m <sup>3</sup>  | 600            | 1 000         |
| 10  | Leveringskapasitet ved normalt forbruk                            | Under ett døgn | 3 dager       |
| 12  | Problemer med tak: sprekker/lekkasje                              | Ja             | Vet ikke      |
| 14  | Problemer med ventilasjon   | Nei            | Nei           |
| 15  | Rengjøring  | Hvert 5. år    | Hvert 5. år   |
| 17  | Opprettholde levering ved utkobling av drikkevannsbasseng         | Ja             | Ja            |
| <b>Overvåkning av drikkevannsbassenget</b>                      |   |                |               |
| 18  | Befaringsrutiner (antall ganger per år)                           | 2              | 2             |
| 19  | Rutiner for overvåkning av tak                                    | Ja             | Ja            |
| 20  | Rutiner for overvåkning av ventilasjon                            | Ja             | Ja            |
| 20  | Inspeksjon av ventilasjon (antall ganger per år)                  | 2              | 2             |
| 21  | Prøvetaking av vann direkte fra DVB. fast del av prøvetakingsplan | Nei            | Nei           |
| 25  | Indikerer prøveresultat forurensning i drikkevannsbassenget       | Nei            | Nei           |

Leveringskapasiteten ved normal bruk er 3 dager for drikkevannsbasseng 1.1, mens for drikkevannsbasseng 1.2 er det under ett døgn. Dette sier noe om hvor lang tid en har før bassenget blir tørrlagt dersom tilførsel av vann til drikkevannsbassenget stopper. Det har som allerede forklart vært tidligere problemer med sprekker i tak for drikkevannsbasseng 1.1, mens det var usikkert om det hadde vært problemer med taket hos drikkevannsbasseng 1.2. Ifølge respondenten har det ikke vært tidligere problemer med ventilasjon. Ventilasjonsanlegget inspiseres 2 ganger i året. Rengjøring av drikkevannsbassengene skjer hvert 5 år, og bassengene befares 2 ganger i året. Det er rutiner for overvåkning av tak for begge drikkevannsbassengene.

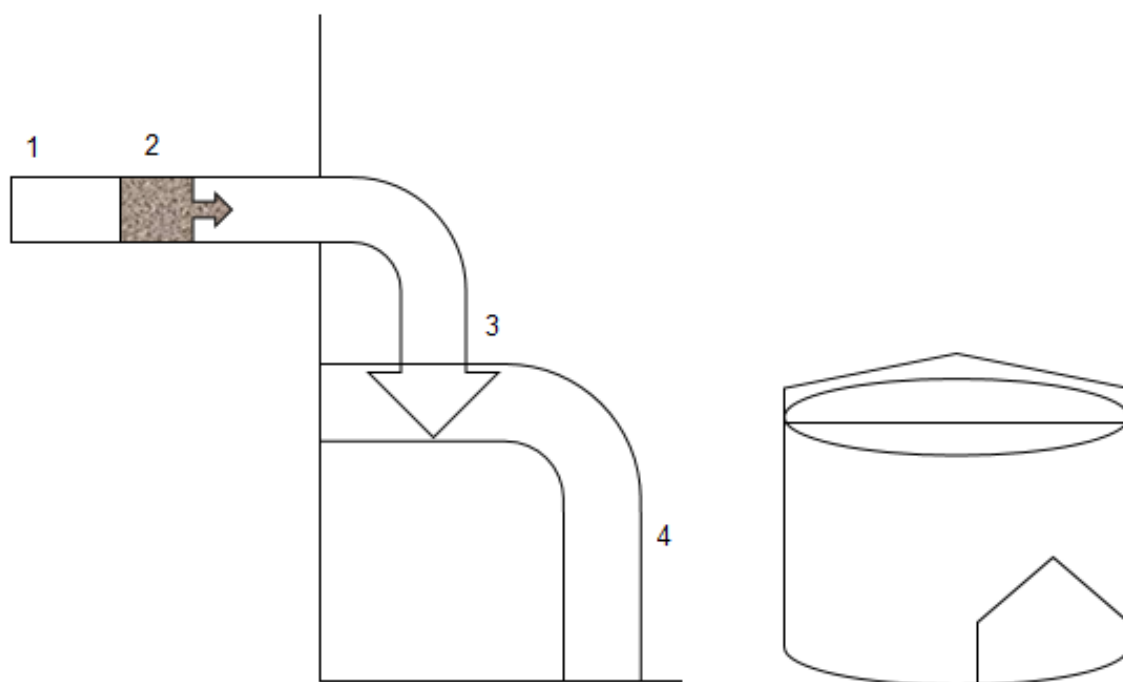


## 4.3 Kommune 2

Ved befaring i kommune 2 ble det befart til sammen fire drikkevannsbasseng.

### 4.3.1 Befaring

Drikkevannsbasseng 2.1 er bygd over bakken og består av glassfiber med selv bærende panel. Taket er formet som en kinahatt (rundt tak med spiss topp) med et gummilag for å hindre vekst av mose. Taknedløpet er utvendig. Tilgangen til vannkammeret er via takluke på taket. Ventilasjonen til vannkammeret går via overløpsrøret som vist i figur 4.2. Dersom overløpsrøret er fylt med vann må luft komme inn via andre åpninger, som kan føre med seg uren luft.

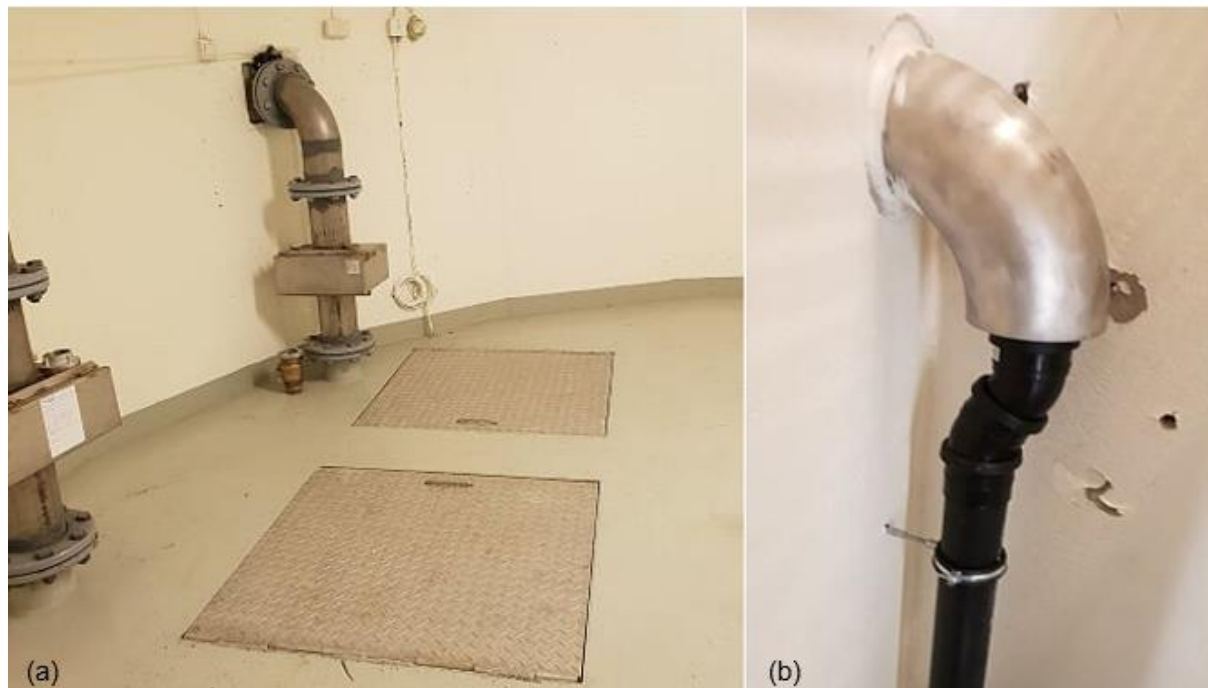


**Figur 4.2:** Forenklet illustrasjon av ventilasjonsanlegg knyttet til overløpsrør for drikkevannsbasseng 2.1. Koblingen er inne i betjeningshuset som vises til høyre i figuren. 1. Ventilasjonsrør som er ledet fra taket med netting og filter foran. 2. Filter for rensning av luft. 3. Renset luft går inn i overløpsrøret. 4. Overløpsrør som går inn til drikkevannsbassenget (Figur: egen)

Luften til ventilasjonsanlegget kommer inn via et rør på taket med kinahatt og netting. Dette gjør at luftingen til vannkammeret er brutt. Det er installert vannlås på overløpsrøret. Ifølge vannverkets representant er det ikke mulig med tilbakeslag på overløpet. Området rundt består av skog.

Drikkevannsbasseng 2.2 består av to seriekoblede kammer (tabell 4.4). Det indre kammeret fungerer som et overløp for kammeret rundt. Drikkevannsbassenget er bygd over bakken med betjeningshus på taket for tilgang til vannkamrene. Taket er flatt og har innvendig taknedløp. Røret for taknedløp er lagt som rør-i-rør som en ekstra barriere mot lekkasje (figur 4.3 (b)). Taket består av folie med singel. Tilgang

til vannkamrene er via luker i gulvet i betjeningshuset på taket av drikkevannsbassenget (figur 4.3 (a)). Nedstigningsluker som er bygd på samme nivå gir ingen sikring mot innsig av urent vann dersom det skulle skje en lekkasje.



**Figur 4.3:** (a) Lufting og filterkasse for vannkammer 1 og 2, samt nedstigningsluke for tilgang til vannkammer 1 og 2 for drikkevannsbasseng 2.2. (b) Innvendig taknedløp går ned gjennom de to kamrene og det er lagt rør-i-rør (Foto: eget)

Ventilasjonen inn til drikkevannsbassenget går gjennom et filter som vises i figur 4.3 (a). For å unngå tilbakeslag av urent vann via overløpsledning er det satt inn vannlås. Området rundt drikkevannsbassenget består av skog.

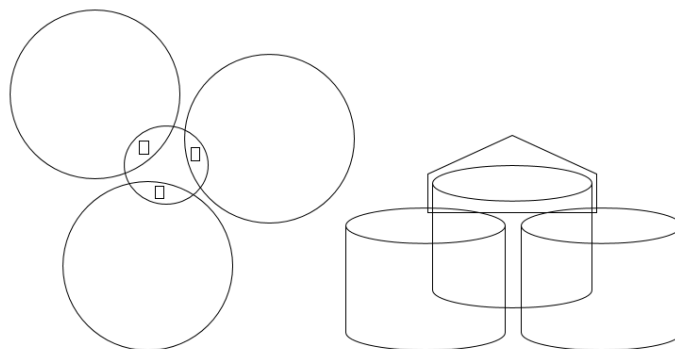
**Tabell 4.4:** Oppsummering av observasjonene gjort ved befaring av drikkevannsbasseng 2.1, 2.2, 2.3 og 2.4 i kommune 2. Observasjonene fra sjekklisten vises til venstre i tabellen

| Observasjon               | Drikkevannsbasseng nr. |                   |                   |                     |
|---------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
|                           | 2.1                    | 2.2               | 2.3               | 2.4                 |
| <b>Bygningsteknisk</b>    |                        |                   |                   |                     |
| Type                      | Glassfiber             | Betong            | Betong            | Fjellsprengt        |
| Nedgravd                  | Nei                    | Nei               | Ja                | -**                 |
| Takkonstruksjon           | Kinatak*               | Flatt             | -**               | -**                 |
| Antall kammer             | 1                      | 2                 | 3                 | 2                   |
| Innvendig taknedløp       | Nei                    | Ja                | -**               | -**                 |
| Taktekkingsmaterialer     | Gummilag               | Folie, singel     | -**               | -**                 |
| Tilgang til kammer        | Takluke                | Innvendig takluke | Innvendig takluke | Via trapp på toppen |
| Ventilasjon               | Anlegg med filter      | Anlegg med filter | Anlegg med filter | Anlegg med filter   |
| Brutt ventilasjon         | Ja                     | Ja                | Ja                | Ja                  |
| Vannlås overløp           | Ja                     | Ja                | Ja                | Ja                  |
| Mulig tilbakeslag overløp | Nei                    | Nei               | Nei               | Nei                 |
| <b>Fysisk tilstand</b>    |                        |                   |                   |                     |
| Område rundt              | Skog                   | Skog              | Åpent             | Skog                |

\* Rundt tak med spiss topp

\*\* Ikke relevant for det aktuelle drikkevannsbassenge

Drikkevannsbasseng 2.3 består av tre nedgravde kammer av betong med betjeningshus over bakken (figur 4.4) Der gravd drenering rundt bassengene for å hindre urent vann å lekke inn. Drikkevannsbasseng som er nedgravd på denne måten med tak bestående av betong og jord, gjør at det er usikkert om noe kan trenge inn gjennom taket. I tillegg er det en park over vannkamrene, som kan utgjøre en fare for innlekking av mikroorganismer fra blant annet avføring fra kjæledyr.



**Figur 4.4:** Forenklet illustrasjon av nedgravd drikkevannsbasseng 2.3 med 3 kammer. Betjeningshuset er bygd på toppen med tilgang til kammer via innvendige takluker (Figur: egen)

Tilgang til kamre er via takluke på innsiden av betjeningshuset. Luftingen av kamrene foregår ved at luft trekkes inn gjennom filter på taket av betjeningshuset, herfra går luften videre gjennom mekanisk filtrering før den fordeles på vannkamrene (figur 4.5). Ved veldig fint filter ved luftinnsuget vil dette kunne føre til at luften kommer inn fra andre åpninger enn selve ventilasjonen, da luft alltid vil tas inn den enkleste veien. Det er viktig at filteret ikke er såpass fint at det hindrer luften. Det er installert vannlås på overløpsrørene. Ifølge vannverkets representant er det ikke mulig med tilbakeslag på overløpsrøret. Området rundt drikkevannsbassenget er park.



**Figur 4.5:** Ventilasjonsanlegg med filter. Luften trekkes inn på undersiden av luken på toppen hvor det er installert filter for rensning av luft før den tilsettes drikkevannsbasseng 2.3 (Foto: eget)

Drikkevannsbasseng 2.4 er et fjellsprengt basseng med to kammer. Tilgangen til betjeningshuset er via hull i fjellveggen. Ventilasjon av bassengene er via ventilasjonsanlegg med filter. Ventilasjonen er brutt som betyr at luft ikke går direkte fra utsiden inn til vannkamrene. Det er installert vannlås på overløpsrør. Representant fra vannverk mener at det ikke er mulig med tilbakeslag via overløpsrør. Området rundt drikkevannsbassenget er skog.

#### 4.3.2 Intervju

Alle drikkevannsbassengene i kommune 2 leverer drikkevann til sårbare abonnenter (tabell 4.5). Det er utført en omfattende ROS-analyse som inkluderer alle drikkevannsbassengene. Det ble beskrevet to farer for drikkevannsbasseng 2.1: taklekkasje og dårlig sirkulasjon (muggsopp), en fare for drikkevannsbasseng 2.2: innvendig sluk, to farer for drikkevannsbasseng 2.3: dårlig sirkulasjon og taklekkasje og en fare for drikkevannsbasseng 2.4: innlekking gjennom fjellvegg.

**Tabell 4.5:** Resultater fra intervju med kommune 2 for drikkevannsbasseng 2.1, 2.2, 2.3 og 2.4. Nummereringen til venstre viser til hvilket spørsmål i spørreskjemaet som er tatt ut i tabellen.

| Drikkevannsbasseng  |   | 2.1         | 2.2            | 2.3            | 2.4                  |
|---|---|-------------|----------------|----------------|----------------------|
| Tema  |   | Svar        |                |                |                      |
| <b>Overordnede spørsmål</b>                                     |   |             |                |                |                      |
| 1   | Sårbare abonnenter  | Ja          | Ja             | Ja             | Ja                   |
| 3   | Utført ROS-analyse  | Ja          | Ja             | Ja             | Ja                   |
| 4   | Antall farer beskrevet  | 2           | 1              | 2              | 1                    |
| 5   | Mest relevant fare  | Taklekkasje | Innvendig sluk | Taklekkasje    | Innlekking fjellvegg |
| <b>Bygningstekniske detaljer og drift av drikkevannsbasseng</b> |   |             |                |                |                      |
| 8   | Byggeår   | 2000        | 1994           | 1943           | 1978                 |
| 9   | Volum m <sup>3</sup>  | 400         | 1 000          | 15 000         | 20 000               |
| 10  | Leveringskapasitet ved normalt forbruk                            | 3 dager     | 2 dager        | Under ett døgn | 1 dag                |
| 12  | Problemer med tak: sprekker/lekkasje                              | Ja          | Nei            | Ja             | Nei                  |
| 14  | Problemer med ventilasjon   | Nei         | Nei            | Nei            | Nei                  |
| 15  | Rengjøring  | Hvert år    | Hvert 3. år    | Hvert 3. år    | Hvert 2. år          |
| 17  | Opprettholde levering ved utkobling av drikkevannsbasseng         | Ja          | Ja             | Ja             | Ja                   |
| <b>Overvåkning av drikkevannsbassenget</b>                      |   |             |                |                |                      |
| 18  | Befaringsrutiner (antall ganger per år)                           | 12          | 9              | 7              | 12                   |
| 19  | Rutiner for overvåkning av tak                                    | Ja          | Ja             | Ja             | Ja                   |
| 20  | Rutiner for overvåkning av ventilasjon                            | Ja          | Ja             | Ja             | Ja                   |
| 20  | Inspeksjon av ventilasjon (antall ganger per år)                  | 12          | 9              | 7              | 12                   |
| 21  | Prøvetaking av vann direkte fra DVB. fast del av prøvetakingsplan | Ja          | Ja             | Ja             | Ja                   |
| 25  | Indikerer prøveresultat forurensning i drikkevannsbassenget       | Nei         | Nei            | Nei            | Nei                  |

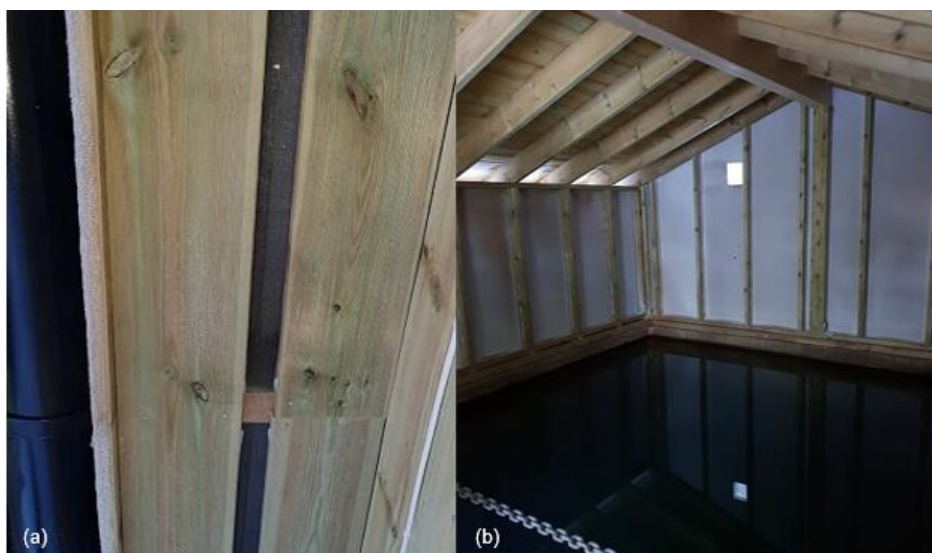
Leveringskapasiteten for drikkevannsbassengene er henholdsvis 3 dager, 2 dager, under ett døgn og 1 dag. Drikkevannsbasseng 2.1 og 2.3 har hatt tidligere problem med sprekker eller lekkasjer i taket. Ingen av drikkevannsbassengene har noen kjente problemer med ventilasjon. Det er rutiner for overvåkning av ventilasjon, som foregår henholdsvis 12, 9, 7 og 12 ganger i året, som skjer samtidig som befaringsrutiner. Drikkevannsbasseng 1.1 rengjøres hvert år, drikkevannsbasseng 2.2 og 2.3 hvert 3 år og drikkevannsbasseng 2.4 hvert 2. år. Levering av drikkevann kan opprettholdes selv om drikkevannsbassengene kobles ut. Prøvetaking av vann direkte fra drikkevannsbassengene er en fast del av prøvetakingsplan.

## 4.4 Kommune 3

I kommune 3 ble det befart tre drikkevannsbasseng.

### 4.4.1 Befaring

Drikkevannsbasseng 3.1 består av et delvis nedgravd basseng i betong. (tabell 4.6). Det er bygd et betjeningshus over vannkammeret. Tilgangen til vannkammeret er direkte via inngangsdør i betjeningshuset (figur 4.6 (b)). Denne tilgangen er svært sårbar for forurensning av drikkevannet. Både inngangsdør og ventilasjon gir direkte tilgang til vannspeilet. Dersom det går hull på nettingen foran ventilasjon vil det være enkelt for dyr og insekter å ta seg inn. Taket er skrått og er bygd med takskifer. Ventilasjonen av bassenget er gjennom rastekasser med filter under tak, samt ventilasjon med filter i vegg (figur 4.6 (a)).



**Figur 4.6:** (a) Ventilasjon for drikkevannsbasseng 3.1 med netting i raftekasse. (b) Viser direkte tilgang til drikkevann når man åpner ytterdør, samt ventilasjon i vegg (Foto: eget)

Det er ikke installert vannlås på overløpsrøret. Representant fra vannverket mener at det ikke er mulighet for tilbakeslag på overløpsrør. Raftekasse gir lysinntrengning til vannkammeret. Området rundt drikkevannsbassenget består av skog.

Drikkevannsbasseng 3.2 er det delvis nedgravd basseng i betong med ett kammer. Taket består av betong og heller svakt til siden for utvendig taknedløp. På grunn av snø var det ikke mulig å komme opp på taket for å inspisere ventilasjon og nedstigningsluke. Tilgang til vannkammer er via nedstigningsluke på taket. Ventilasjonen skjer via en svanehals med filter på taket. Det er ikke installert vannlås på overløpsrøret. Ifølge representant fra vannverket er det ikke mulighet for tilbakeslag på overløpsrør. Området rundt drikkevannsbassenget består av skog.

**Tabell 4.6:** Oppsummering av observasjonene gjort ved befaring av drikkevannsbasseng 3.1, 3.2 og 3.3 i kommune 3. Observasjonene fra sjekklisten vises til venstre i tabellen

| Observasjon               | Drikkevannsbasseng nr.  |                        |                             |
|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
|                           | 3.1                     | 3.2                    | 3.3                         |
| <b>Bygningsteknisk</b>    |                         |                        |                             |
| Type                      | Betong                  | Betong                 | Betong                      |
| Nedgravd                  | Delvis                  | Delvis                 | Ja                          |
| Takkonstruksjon           | Skrått                  | Skrått                 | -*                          |
| Antall kammer             | 1                       | 1                      | 2                           |
| Innvendig taknedløp       | Nei                     | Nei                    | -*                          |
| Taktekkingsmaterialer     | Takskifer               | Betong                 | -*                          |
| Tilgang til kammer        | Direkte tilgang via dør | Takluke                | Innvendig takluke           |
| Ventilasjon               | Raftekasse med filter   | Svane Hals med netting | Ventilasjonsboks med filter |
| Brutt ventilasjon         | Nei                     | Nei                    | Ja                          |
| Vannlås overløp           | Nei                     | Nei                    | Nei                         |
| Mulig tilbakeslag overløp | Nei                     | Nei                    | Nei                         |
| <b>Fysisk tilstand</b>    |                         |                        |                             |
| Område rundt              | Skog                    | Skog                   | Skog                        |

\* Ikke relevant for det aktuelle drikkevannsbassenget

Drikkevannsbasseng 3.3 består av to nedgravde kammer. Kamrene består av betong og er bygd med et betjeningshus over. Det er ikke bygd drenering rundt vannkamrene. Figur 4.7 (a) viser en sannsynlig lekkasje og vil medføre en risiko for forurensning av drikkevannet. Taket over vannkamrene består av betong og jord. Innsig av urent vann fra jorden rundt drikkevannsbassenget kan føre til forurensning av drikkevannet. Tilgangen til vannkamrene er via nedstigningsluker inne i betjeningshuset. Nedstigningsluken er bygd på bakkenivå uten membran på innsiden av luken, som gjør at vann som siger inn i betjeningshuset vil kunne renne rett ned i vannkammeret. Håndtakene er hull som gir direkte tilgang til vannspeil som vist i figur 4.7 (b).



**Figur 4.7:** Innsiden av betjeningshus i drikkevannsbasseng 3.3. (a) Tilgang til kammer via luker i gulvet. (b) Viser tilgang ned til vannkammer og innsiden av luken (Foto: eget)

Luftingen er brutt, som vil si at luften tas inn i betjeningshuset via ventilasjonskasser med filter på vegg, før den går videre inn til vannkamrene via hull i nedstigningsluke (figur 4.8). Luften går dermed ikke direkte fra utsiden og til vannkammer. Ventilasjonskassene er fryst over, som vist i figur 4.8 (a) og (b). Dette kan føre til at luft vil trenge inn via andre åpninger som ikke er sikret med netting. Mye insekter (fluer) i betjeningshuset, som også vises i figur 4.8 (c) tyder på at netting foran ventilasjon ikke er tett, eventuelt at det finnes andre åpninger som insektene kommer inn gjennom. Som vist i figur 4.7 er det hull (håndtak) på nedstigningslukene som gir eventuelle dyr og insekter fri tilgang til vannspeilet.



**Figur 4.8:** (a) Drikkevannsbasseng 3.3 består av to nedgravde kammer av betong. Det er bygd et betjeningshus på toppen. (b) og (c) viser ventilasjon. (Foto: eget)

Det er ikke installert vannlås på overløpsrøret og representant fra vannverket mener at det ikke er mulighet for tilbakeslag. Området rundt drikkevannsbassenget er skog.

#### 4.4.2 Intervju

Tabell 4.7 viser resultater fra intervju med kommune 3 for drikkevannsbasseng 3.1, 3.2 og 3.3. Drikkevannsbasseng 3.1 og 3.2 leverer drikkevann til sårbare abonnenter. Det er utført en generell ROS-analyse som inkluderer drikkevannsbassengene. Respondenten beskrev sabotasje som fare for drikkevannsbasseng 3.1 og 3.2, og taklekkasje og sabotasje som farer for drikkevannsbasseng 3.3.



**Tabell 4.7:** Resultater fra intervju med kommune 3 for drikkevannsbasseng 3.1, 3.2 og 3.3. Nummereringen til venstre viser til hvilket spørsmål i spørreskjemaet som er tatt ut i tabellen.

| Drikkevannsbasseng  |   | 3.1                | 3.2         | 3.3         |
|---|---|--------------------|-------------|-------------|
| Tema  |   | Svar               |             |             |
| <b>Overordnede spørsmål</b>                                     |   |                    |             |             |
| 1   | Sårbare abonnenter  | Ja                 | Nei         | Ja          |
| 3   | Utført ROS-analyse  | Ja                 | Ja          | Ja          |
| 4   | Antall farer beskrevet  | 1                  | 1           | 2           |
| 5   | Mest relevant fare  | Sabotasje          | Sabotasje   | Taklekkasje |
| <b>Bygningstekniske detaljer og drift av drikkevannsbasseng</b> |   |                    |             |             |
| 8   | Byggeår   | 2018 (1970-tallet) | 1976        | 1987        |
| 9   | Volum m <sup>3</sup>  | 48                 | 250         | 1 200       |
| 10  | Leveringskapasitet ved normalt forbruk                            | 3 dager            | 5 dager     | 1,5 dager   |
| 12  | Problemer med tak: sprekker/lekkasje                              | Nei                | Nei         | Nei         |
| 14  | Problemer med ventilasjon   | Nei                | Nei         | Nei         |
| 15  | Rengjøring  | Hvert 5. år        | Hvert 5. år | Hvert 5. år |
| 17  | Opprettholde levering ved utkobling av drikkevannsbasseng         | Ja                 | Nei         | Ja          |
| <b>Overvåkning av drikkevannsbassenget</b>                      |   |                    |             |             |
| 18  | Befaringsrutiner (antall ganger per år)                           | 4                  | 4           | 4           |
| 19  | Rutiner for overvåkning av tak                                    | Ja                 | Ja          | Ja          |
| 20  | Rutiner for overvåkning av ventilasjon                            | Ja                 | Ja          | Ja          |
| 20  | Inspeksjon av ventilasjon (antall ganger per år)                  | 4                  | 4           | 4           |
| 21  | Prøvetaking av vann direkte fra DVB. Fast del av prøvetakingsplan |                    |             |             |
| 25  | Indikerer prøveresultat forurensning i drikkevannsbassenget       | Nei                | Nei         | Nei         |

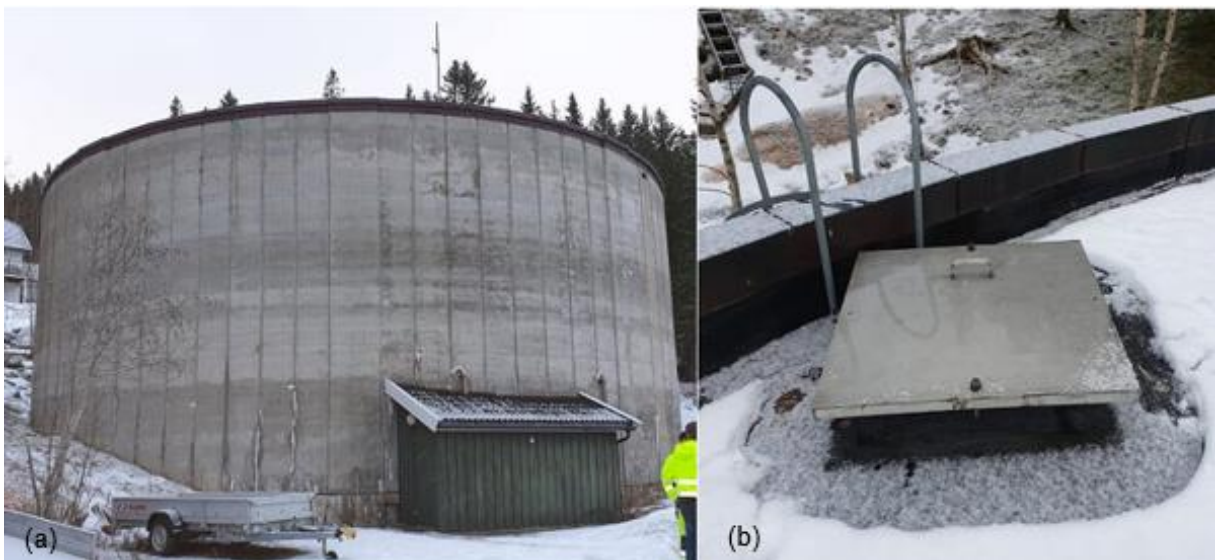
Drikkevannsbasseng 3.1 ble bygd på 1970-tallet, men totalrenovert i 2018. Leveringskapasiteten ved normal forbruk og stopp i tilførsel av vann til drikkevannsbassengene er henholdsvis 3, 5 og 1,5 dager. Det har ikke blitt oppdaget noen tidligere problemer med tak eller ventilasjon i noen av bassengene. Ventilasjonen inspiseres samtidig som befaringsrutinene: 4 ganger i året. Drikkevannsbassengene rengjøres hvert 5. år. Drikkevannsbasseng 3.2 kan ikke opprettholde levering av drikkevann dersom det kobles ut.

## 4.5 Kommune 4

I kommune 4 ble det befarat to drikkevannsbasseng.

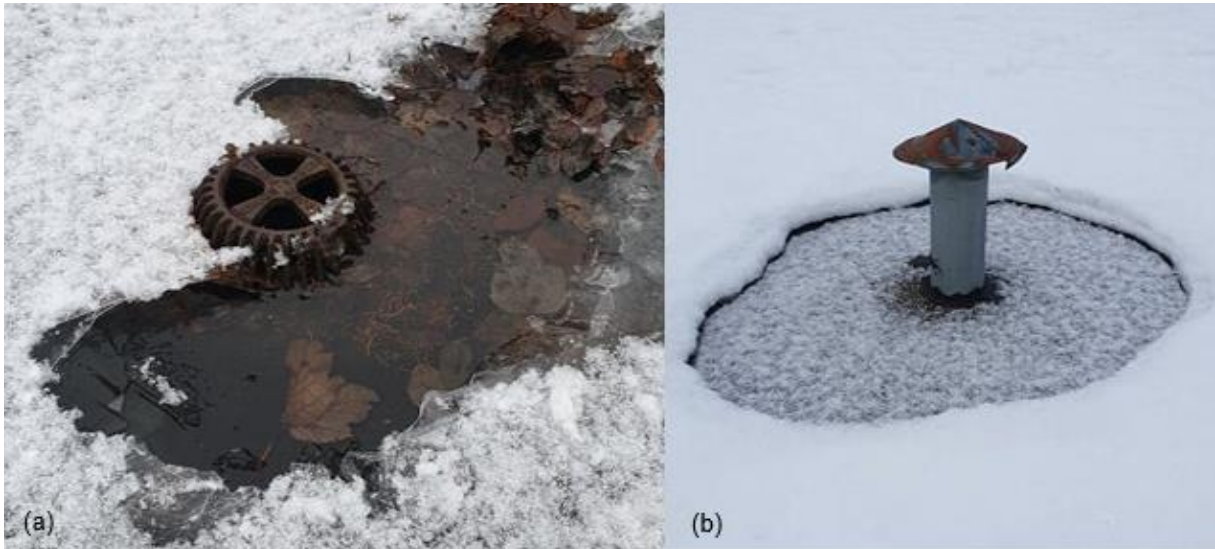
### 4.5.1 Befaring

Drikkevannsbasseng 4.1 er et rundt betongbasseng med ett kammer. Bassenget er bygd over bakken (figur 4.9 (a)). Taket består av papp. Tilgangen til vannkammer er via nedstigningsluke på taket. Luken er oppbygd for å hindre innlekking som vist i figur 4.9 (b). Takluken henger over åpningen og har membran på innsiden for å hindre innlekking.



**Figur 4.9:** (a) Drikkevannsbasseng 4.1 er bygd ett kammer bygd i betong med tilgang til kammeret via takluke (b) (Foto: eget)

Taket er flatt med helling mot midten for innvendig taknedløp som vist i figur 4.10 (a). Høye trær rundt drikkevannsbassenget har ført til mye løv som har samlet seg på taket og delvis tettet sluket. Dette fører til at vann blir stående på taket, som videre kan føre til innlekk av urent vann til vannkammeret. Løv og andre ting som kan tette sluket bør fjernes. Store hull i sluket kan føre til at dyr, insekter, løv o.l. kan komme seg inn og føre til skader som videre kan ende opp med hull i røret. Lufting av vannkammeret skjer via et rør med kinahatt uten netting som vist i figur 4.10 (b). Dette gir dyr og insekter fri tilgang til vannspeilet da røret går rett ned i vannkammeret. Det er ikke installert vannlås på overløpet. Vannverkets representant mener at det ikke er mulighet for tilbakeslag på overløpsrøret. Drikkevannsbassenget befinner seg i et skogsområde.



**Figur 4.10:** (a) Viser sluk på tak for innvendig taknedløp i drikkevannsbasseng 4.1. (b) Viser ett av to ventilasjonsrør med kinahatt. Det er ikke installert netting foran ventilasjon mot utsiden (Foto: eget)

Tabell 4.8 viser en oppsummering av observasjonene gjort ved befarings av drikkevannsbassengene i kommune 4.

**Tabell 4.8:** Oppsummering av observasjonene gjort ved befarings av drikkevannsbasseng 4.1 og 4.2 i kommune 4. Observasjonene fra sjekklisten vises til venstre i tabellen

| Observasjon               | Drikkevannsbasseng nr.        |                        |
|---------------------------|-------------------------------|------------------------|
|                           | 4.1                           | 4.2                    |
| <b>Bygningsteknisk</b>    |                               |                        |
| Type                      | Betong                        | Betong                 |
| Nedgravd                  | Nei                           | Nei                    |
| Takkonstruksjon           | Flatt                         | Flatt                  |
| Antall kammer             | 1                             | 2                      |
| Innvendig taknedløp       | Ja                            | Ja                     |
| Taktekkingsmaterialer     | Papp                          | Papp                   |
| Tilgang til kammer        | Takluke                       | Takluke                |
| Ventilasjon               | Rør med kinahatt uten netting | Svane Hals med netting |
| Brutt ventilasjon         | Nei                           | Nei                    |
| Vannlås overløp           | Nei                           | Nei                    |
| Mulig tilbakeslag overløp | Nei                           | Nei                    |
| <b>Fysisk tilstand</b>    |                               |                        |
| Område rundt              | Skog                          | Skog                   |

Drikkevannsbasseng 4.2 består av betong og er bygd over bakken (figur 4.11 (a)). Bassenget har to vannkammer. Tilgangen til vannkammer vises i figur 4.11 (b) og er via nedstigningsluker som er plassert på taket. Luken henger over åpningen og har membran på innsiden som hindrer innlekk.



**Figur 4.11:** (a) Drikkevannsbasseng 4.2 er bygd med to kammer bestående av betong. (b) Tilgang til kamrene er via takluker (Foto: eget)

Taket er flatt og heller mot to sluker på midten av taket for innvendig taknedløp som vist i figur 4.12. Sluket var delvis tett av løv og barnåler, som gjorde at vann ble stående på taket. Vannet hadde videre fryst til is.



**Figur 4.12:** Sluk for innvendig taknedløp for drikkevannsbasseng 4.2. (a) viser hvordan det så ut før snøen ble fjernet. (b) Viser et nærbilde av ene sluket. Vannet som står på taket har fryst med masse barnåler og løv rundt sluket (Foto: eget)

Ved tilfeller med mye nedbør, smeltet snø og is hvor sluket ikke har kapasitet eller har blitt tett, vil vannet renne av ved utvendig avrenning som vises i figur 4.14. Det er uvisst om disse tre utvendige

avrenningene henger over vannspeilet på innsiden. Dersom dette er tilfellet kan lekkasje/sprekker i disse rørene føre til mikrobiologisk forurensning av drikkevannet. Ventilasjonen av vannkamrene er via svanehalser på taket med netting (figur 4.13 (b)).



**Figur 4.13:** (a) Utvendig avrenning ved tilfeller av mye vann på taket for drikkevannsbasseng 4.2. Vannet renner gjennom røret (b) og kommer ut (a). (b) Ventilasjon av bassenget er ved bruk av svanehals med grov netting (Foto: eget)

Det er ikke installert vannlås på overløpsrøret. Representanter fra vannverket mente at det ikke var mulighet for tilbakeslag på overløpet. Området rundt bassenget består av skog.

#### 4.5.2 Intervju

Drikkevannsbasseng 4.1 og 4.2 leverer begge til sårbare abonnenter. Det er utført en generell ROS-analyse som inkluderer drikkevannsbasseng. Som det vises i tabell 4.9 ble beskrevet en fare for hvert av bassengene. For drikkevannsbasseng 4.1 er dette taklekkasje, mens for drikkevannsbasseng 4.2 er det innvendig sluk.

**Tabell 4.9:** Resultater fra intervju med kommune 4 for drikkevannsbasseng 4.1 og 4.2. Nummereringen til venstre viser til hvilket spørsmål i spørreskjemaet som er tatt ut i tabellen.

| Drikkevannsbasseng  |   | 4.1         | 4.2            |
|---|---|-------------|----------------|
| Tema  |   | Svar        |                |
| <b>Overordnede spørsmål</b>                                     |   |             |                |
| 1   | Sårbare abonnenter  | Ja          | Ja             |
| 3   | Utført ROS-analyse  | Ja          | Ja             |
| 4   | Antall farer beskrevet  | 1           | 1              |
| 5   | Mest relevant fare  | Taklekkasje | Innvendig sluk |
| <b>Bygningstekniske detaljer og drift av drikkevannsbasseng</b> |   |             |                |
| 8   | Byggeår   | 1987        | 1999*          |
| 9   | Volum m <sup>3</sup>  | 3 000       | 1 800          |
| 10  | Leveringskapasitet ved normalt forbruk                            | 1,5 dager   | 2 dager        |
| 12  | Problemer med tak: sprekker/lekkasje                              | Ja          | Nei            |
| 14  | Problemer med ventilasjon   | Vet ikke    | Nei            |
| 15  | Rengjøring  | Hvert 3. år | Hvert 3. år    |
| 17  | Opprettholde levering ved utkobling av drikkevannsbasseng         | Ja          | Ja             |
| <b>Overvåking av drikkevannsbassenget</b>                       |   |             |                |
| 18  | Befaringsrutiner (antall ganger per år)                           | Vet ikke    | Vet ikke       |
| 19  | Rutiner for overvåking av tak                                     | Ja          | Ja             |
| 20  | Rutiner for overvåking av ventilasjon                             | Nei         | Ja             |
| 20  | Inspeksjon av ventilasjon (antall ganger per år)                  | Vet ikke    | Vet ikke       |
| 21  | Prøvetaking av vann direkte fra DVB. fast del av prøvetakingsplan |             |                |
| 25  | Indikerer prøveresultat forurensning i drikkevannsbassenget       | Nei         | Nei            |

\* Indikerer at representanten er usikker når det kommer til eksakt byggeår

Leveringskapasiteten for drikkevannsbasseng 4.1 er 1,5 dager, mens for drikkevannsbasseng 4.2 er dette 2 dager. Det har tidligere vært et problem med hull i tak i drikkevannsbasseng 4.1. Det er usikkert om det har vært problemer med ventilasjon i drikkevannsbasseng 4.1. Det er ikke rutiner for overvåking av ventilasjon og befaringsrutiner. Drikkevannsbassengene rengjøres hvert 3. år. Leveringen av drikkevann kan opprettholdes selv om drikkevannsbassengene kobles ut. Det er rutiner for overvåking av tak og prøvetaking av vann direkte fra drikkevannsbassengene er en fast del av prøvetakingsplanen.

## 4.6 Kommune 5

Det ble befart to drikkevannsbasseng i kommune 5.

### 4.6.1 Befaring

Drikkevannsbasseng 5.1 er bygd over bakken og består av betong (tabell 4.10). Bassenget har ett kammer. Tilgang til vannkammeret er via utvendig takluke som vises i figur 4.14. Luken er bygd over med innebygd membran for å hindre innlekking.



**Figur 4.14:** Utvendig nedstigningsluke for tilgang til vannkammer for drikkevannsbasseng 5.1  
(Foto: eget)

Taket består av papp, PVC-duk og singel, noe som gjør det vanskelig å inspisere for lekkasjer, sprekker og hull. Taket er flatt med helling mot midten for innvendig taknedløp som vises i figur 4.15. Singel, løv, barnåler og små greiner hindrer vann å renne inn i sluket. Som det vises i figur 4.15 (b) er det relativt store åpninger i sluket som gjør at dyr, insekter, steiner, løv, greiner o.l. lett kan komme inn i røret. De fleste rør for innvendig taknedløp har svakt feste og det skal ikke mye vekt til før denne kan falle av koblingen. Et avkoblet rør for sluk vil føre til at vannet fra taket vil renne direkte ned i vannkammeret (Personlig kommunikasjon, Roger Jarnstedt, Daglig leder Ancistrus AS, 28.02.2019).



**Figur 4.15:** Sluk på tak for innvendig taknedløp for drikkevannsbasseng 5.1. (a) og (b) viser hvordan sluket ser ut før og etter det ble gravd frem (Foto: eget)

Lufting er via rør gjennom tak med kinahatt og netting. Det er ikke installert vannlås på overløpsrøret. Representant fra vannverket mener at det ikke er mulig med tilbakeslag på overløpet. Området rundt bassenget består av skog.

**Tabell 4.10:** Oppsummering av observasjonene gjort ved befaring av drikkevannsbasseng 5.1 og 5.2 i kommune 5. Observasjonene fra sjekklisten vises til venstre i tabellen

| Observasjon               | Drikkevannsbasseng nr.      |                             |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                           | 5.1                         | 5.2                         |
| <b>Bygningsteknisk</b>    |                             |                             |
| Type                      | Betong                      | Betong                      |
| Nedgravd                  | Nei                         | Nei                         |
| Takkonstruksjon           | Flatt                       | Kuppel                      |
| Antall kammer             | 1                           | 2                           |
| Innvendig taknedløp       | Ja                          | Nei                         |
| Taktekkingsmaterialer     | Papp, PVC-duk, singel       | Glassfiber, betong          |
| Tilgang til kammer        | Takluke                     | Takluke                     |
| Ventilasjon               | Rør med kinahatt og netting | Rør med kinahatt og netting |
| Brutt ventilasjon         | Nei                         | Nei                         |
| Vannlås overløp           | Nei                         | Nei                         |
| Mulig tilbakeslag overløp | Nei                         | Nei                         |
| <b>Fysisk tilstand</b>    |                             |                             |
| Område rundt              | Skog                        | Skog                        |

Drikkevannsbasseng 5.2 er bygd over bakken og består av betong. Bassenget har to kammer. På grunn av manglende sikring på tak for drikkevannsbasseng 5.2 ble ikke tak, lufting og nedstigningsluke befart. Ifølge representant fra vannverket består taket av glassfiber og betong. Taket er formet som en kuppel med utvendig taknedløp. Luftingen skjer gjennom rør med kinahatt og netting. Det er ikke installert vannlås på overløpsrøret. Representant fra vannverket mener at det ikke er mulighet for tilbakeslag på overløpet. Området rundt drikkevannsbassenget er skog.

#### 4.6.2 Intervju

Tabell 4.11 viser en oppsummering av intervju etter befaring av drikkevannsbasseng 5.1 og 5.2. Drikkevannsbasseng 5.2 leverer drikkevann til sårbare abonnenter. Det er utført en generell ROS-analyse som inkluderer drikkevannsbassengene. For drikkevannsbasseng 5.1 ble det beskrevet to farer: forurensning fra hovedvannledning og taklekkasje, men ingen ble vurdert av intervjuobjekt til å være relevante for drikkevannsbassenget. For drikkevannsbasseng 5.2 ble dårlig sirkulasjon beskrevet som den eneste og mest relevante faren.



**Tabell 4.11:** Resultater fra intervju med kommune 5 for drikkevannsbasseng 5.1 og 5.2. Nummereringen til venstre viser til hvilket spørsmål i spørreskjemaet som er tatt ut i tabellen.

| Drikkevannsbasseng  |   | 5.1            | 5.2                |
|---|---|----------------|--------------------|
| Tema  |   | Svar           |                    |
| <b>Overordnede spørsmål</b>                                     |   |                |                    |
| 1   | Sårbare abonnenter  | Nei            | Ja                 |
| 3   | Utført ROS-analyse  | Ja             | Ja                 |
| 4   | Antall farer beskrevet  | 2              | 1                  |
| 5   | Mest relevant fare  | Ingen          | Dårlig sirkulasjon |
| <b>Bygningstekniske detaljer og drift av drikkevannsbasseng</b> |   |                |                    |
| 8   | Byggeår   | 1980-tallet    | 2015/2016          |
| 9   | Volum m <sup>3</sup>  | 500            | 2 000              |
| 10  | Leveringskapasitet ved normalt forbruk                            | Under ett døgn | 7 dager            |
| 12  | Problemer med tak: sprekker/lekkasje                              | Nei            | Nei                |
| 14  | Problemer med ventilasjon   | Nei            | Nei                |
| 15  | Rengjøring  | Hvert 5. år    | Hvert 5. år        |
| 17  | Opprettholde levering ved utkobling av drikkevannsbasseng         | Ja             | Ja                 |
| <b>Overvåking av drikkevannsbassenget</b>                       |   |                |                    |
| 18  | Befaringsrutiner (antall ganger per år)                           | 52             | 52                 |
| 19  | Rutiner for overvåking av tak                                     | Nei            | Nei                |
| 20  | Rutiner for overvåking av ventilasjon                             | Ja             | Ja                 |
| 20  | Inspeksjon av ventilasjon (antall ganger per år)                  | 1              | -*                 |
| 21  | Prøvetaking av vann direkte fra DVB. Fast del av prøvetakingsplan | Ja             | Ja                 |
| 25  | Indikerer prøveresultat forurensning i drikkevannsbassenget       | Nei            | Nei                |

\* Indikerer at inspeksjonen skjer sjeldnere enn hvert år.

Drikkevannsbasseng 5.1 ble bygd på 1980-tallet, mens drikkevannsbasseng 5.2 ble bygd enten 2015 eller 2016 ifølge intervjuobjektet. Drikkevannsbasseng 5.1 har et volum på 500 m<sup>3</sup> og ved stopp i levering av vann til drikkevannsbassenget vil vannet vare i under ett døgn. Drikkevannsbasseng 5.2 har et volum på 1 750 m<sup>3</sup> og leveringen vil vare i 7 dager om tilførselen av vann stopper. Det har ikke blitt oppdaget noen problemer med tak eller ventilasjon hos drikkevannsbassengene. Det er rutiner for overvåking av ventilasjon, hvor drikkevannsbasseng 5.1 inspiseres en gang i året, mens drikkevannsbasseng 5.2 inspiseres hvert 5. år. Drikkevannsbassengene rengjøres hvert 5. år. Levering av vann til mottakerne kan opprettholdes selv om drikkevannsbassengene kobles ut. Det utføres en befaring av bassengene hver uke, altså 52 ganger i året. Det finnes ingen rutiner for overvåking av tak. Prøvetaking av vann direkte fra drikkevannsbassengene er en fast del av prøvetakingsplanen.

## 4.7 Kommune 6

I kommune 6 ble det befart to drikkevannsbasseng.

### 4.7.1 Befaring

Tabell 4.12 viser en oppsummering av observasjonene gjort ved befaring av drikkevannsbasseng 6.1 og 6.2 i kommune 6.

Drikkevannsbasseng 6.1 er bygd over bakken og består betong med to kammer. Taket er flatt med helling mot siden med innvendig taknedløp som vises i figur 4.16. Løv, små kvist og greiner gjør sluket tett slik at vann blir stående på taket.



**Figur 4.16:** Sluk for innvendig taknedløp for drikkevannsbasseng 6.1 (Foto: Dillan Ø., Mattilsynet)

Det tette sluket gjør at vann ikke renner ut gjennom taknedløpet og vann blir stående på taket (figur 4.17). Dette kan føre til innlekk av urent vann til vannkammeret ved skader på takteking.



**Figur 4.17:** Vann som blir stående på taket på grunn av tett sluk for drikkevannsbasseng 6.1 (Foto: Dillan Ø., Mattilsynet)

Taket består av betong og papp. Tilgangen til vannkamrene er via nedstigningsluker på taket. (figur 4.18) Lukene er oppbygd med membran mot innsiden for å hindre inntrengning av vann.



**Figur 4.18:** Nedstigningsluke for tilgang til vannkammer for drikkevannsbasseng 6.1 (Foto: Dillan Ø., Mattilsynet)

Luftingen av vannkamrene skjer via svanehalser med netting på taket. Det er ikke installert vannlåser overløpsrørene. Representant fra vannverket mener at det ikke er mulighet for tilbakeslag gjennom overløpsrør. Det er ingen lysinntrengning i vannkamrene. Dør inn til betjeningshus er låst. Området rundt består av skog med trær som står nært bassenget.

**Tabell 4.12:** Oppsummering av observasjonene gjort ved befaring av drikkevannsbasseng 6.1 og 6.2 i kommune 6. Observasjonene fra sjekklisten vises til venstre i tabellen

| Observasjon               | Drikkevannsbasseng nr. |                       |
|---------------------------|------------------------|-----------------------|
|                           | 6.1                    | 6.2                   |
| <b>Bygningsteknisk</b>    |                        |                       |
| Type                      | Betong                 | Betong                |
| Nedgravd                  | Nei                    | Ja                    |
| Takkonstruksjon           | Flatt                  | .*                    |
| Antall kammer             | 2                      | 1                     |
| Innvendig taknedløp       | Ja                     | .*                    |
| Taktekkingsmaterialer     | Betong, papp           | .*                    |
| Tilgang til kammer        | Takluke                | Takluke               |
| Ventilasjon               | Svanehals med netting  | Svanehals med netting |
| Brutt ventilasjon         | Nei                    | Nei                   |
| Vannlås overløp           | Nei                    | Nei                   |
| Mulig tilbakeslag overløp | Nei                    | Nei                   |
| <b>Fysisk tilstand</b>    |                        |                       |
| Område rundt              | Skog                   | Skog                  |

\* Ikke relevant det aktuelle drikkevannsbassenget.

Drikkevannsbasseng 6.2 er et nedgravd basseng som består av betong. Bassenget har ett kammer som rommer 150 m<sup>3</sup>. Siden bassenget er nedgravd består taket av betong og jord. Tilgang til vannkammer er via nedstigningsluke. Luken er oppbygd i betong som vist i figur 4.19. Det er en membran rundt kumløkket på innsiden for å hindre innlekking. Barnåler og rusk ligger rundt membranen som kan indikere at denne ikke er helt tett, og vil dermed være en fare for innlekk.



**Figur 4.19:** Tilgang til drikkevannsbasseng 6.2 gjennom kumløkk (Foto: eget)

Luftingen av vannkammeret skjer via svanehals med netting som kommer opp via bassengets «tak» (figur 4.20).



**Figur 4.20:** Lufting av vannkammeret for drikkevannsbasseng 6.2 via svanehals med netting  
(Foto: eget)

Det er ikke installert vannlås på overløpsrøret. Representant fra vannverket mener at det ikke er mulighet for tilbakeslag på overløpsledning. Området rundt (over) drikkevannsbassenget er skog.

#### 4.7.2 Intervju

Både drikkevannsbasseng 6.1 og 6.2 leverer drikkevann til sårbare abonnenter. Vannverket har utført en ROS-analyse som inkluderer drikkevannsbassengene. Under intervju ble det beskrevet takinnlekking som eneste fare for drikkevannsbasseng 6.1, og innlekk via takluke for drikkevannsbasseng 6.2.

Drikkevannsbasseng 6.1 ble bygd på 1970-tallet, mens drikkevannsbasseng 6.2 ble bygd i 1995. Drikkevannsbasseng 6.1 rommer 600 m<sup>3</sup> og leveringskapasitet ved normalt forbruk er 3 dager. Drikkevannsbasseng 6.2 rommer 150 m<sup>3</sup> og har en leveringskapasitet på 2 dager ved normalt forbruk. Det har ikke blitt oppdaget noen tidligere problemer med verken tak eller ventilasjon for drikkevannsbasseng 6.1 eller 6.2. Drikkevannsbassengene rengjøres hvert 5. år og det er mulig å opprettholde levering av drikkevann selv om drikkevannsbassengene kobles ut.

**Tabell 4.13:** Resultater fra intervju med kommune 6 for drikkevannsbasseng 6.1 og 6.2. Nummereringen til venstre viser til hvilket spørsmål i spørreskjemaet som er tatt ut i tabellen.

| Drikkevannsbasseng  |   | 6.1         | 6.2                 |
|---|---|-------------|---------------------|
| Tema  |   | Svar        |                     |
| <b>Overordnede spørsmål</b>                                     |   |             |                     |
| 1   | Sårbare abonnenter  | Ja          | Ja                  |
| 3   | Utført ROS-analyse  | Ja          | Ja                  |
| 4   | Antall farer beskrevet  | 1           | 1                   |
| 5   | Mest relevant fare  | Taklekkasje | Innlekk via takluke |
| <b>Bygningstekniske detaljer og drift av drikkevannsbasseng</b> |   |             |                     |
| 8   | Byggeår   | 1970-tallet | 1995                |
| 9   | Volum m <sup>3</sup>  | 600         | 150                 |
| 10  | Leveringskapasitet ved normalt forbruk                            | 3 dager     | 2 dager             |
| 12  | Problemer med tak: sprekker/lekkasje                              | Nei         | Nei                 |
| 14  | Problemer med ventilasjon   | Nei         | Nei                 |
| 15  | Rengjøring  | Hvert 5. år | Hvert 5. år         |
| 17  | Opprettholde levering ved utkobling av drikkevannsbasseng         | Ja          | Ja                  |
| <b>Overvåkning av drikkevannsbassenget</b>                      |   |             |                     |
| 18  | Befaringsrutiner (antall ganger per år)                           | 2           | 2                   |
| 19  | Rutiner for overvåkning av tak                                    | Nei         | Nei                 |
| 20  | Rutiner for overvåkning av ventilasjon                            | Ja          | Ja                  |
| 20  | Inspeksjon av ventilasjon (antall ganger per år)                  | 2           | 2                   |
| 21  | Prøvetaking av vann direkte fra DVB. fast del av prøvetakingsplan | Nei         | Nei                 |
| 25  | Indikerer prøveresultat forurensning i drikkevannsbassenget       | Nei         | Nei                 |

Begge drikkevannsbassengene befares to ganger i året. Det finnes ingen rutiner for overvåkning av tak med tanke på innlekking. Ventilasjonen overvåkes og befares to ganger i året. Prøvetaking av vann direkte fra drikkebassenget er ikke en del av fast prøvetakingsplan. Prøvetakingsresultatene indikerer ikke forurensning av vann fra drikkevannsbassenget.

## 4.8 Oppsummering

Tabell 4.14 viser en oversikt over resultatene fra befaringene av de 15 forskjellige drikkevannsbassengene for å gi en bedre oversikt over resultatene. Ut fra tabellen ser en at 13 av 15 drikkevannsbasseng består av betong, mens de to resterende er et fjellsprengt basseng og et bestående av glassfiber. 3 av 15 drikkevannsbasseng er fullstendig nedgravde, 2 av 15 er delvis nedgravde, 9 av 15 er bygd over bakken, mens 1 av 15 er fjellsprengt. 5 av 15 befarte drikkevannsbasseng har flatt tak, hvor alle disse også har innvendig taknedløp. Dette vil si at alle bassengene med innvendig taknedløp også har flatt tak. Basseng med kinatak, kuppel eller skrått tak har alle utvendig taknedløp. Når det kommer til taktekkingsmaterialer er det stor variasjon mellom de ulike drikkevannsbassengene. 10 av 15 drikkevannsbasseng har tilgang til vannkammer via utvendig nedstigningsluke. De resterende 5 drikkevannsbassengene har innvendig tilgang til vannkammer. Ventilasjon av vannkammeret foregår via svanehals med netting for 6 av 15 drikkevannsbasseng. 3 av 15 drikkevannsbasseng har ventilasjon gjennom rør med kinahatt, hvorav 2 av disse har netting foran. 4 av 15 drikkevannsbasseng har ventilasjon av vannkammer via anlegg med filter. 1 av 15 har ventilasjon gjennom raftekasse med filter under taket. For 10 av 15 drikkevannsbasseng går luften direkte inn til vannkammeret, mens for 5 av 15 er ventilasjonen brutt. Når det kommer til overløp har 4 av 15 drikkevannsbasseng vannlås på overløpsrøret. Området rundt 14 av 15 drikkevannsbasseng er skog, det resterende bassenget har åpent område rundt.

**Tabell 4.14:** Oversikt over resultater fra befarings av 15 forskjellige drikkevannsbasseng i seks forskjellige kommuner med utarbeidet sjekklister

| DVB. Nr. | Type         | Nedgravd | Tak-konstruksjon | Antall kammer | Innvendig taknedløp | Taktekkingsmateriale          | Tilgang til kammer      | Ventilasjon                   | Brutt ventilasjon | Vannlås overløp | Område rundt |
|----------|--------------|----------|------------------|---------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| 1.1      | Betong       | Nei      | Skrått           | 1             | Nei                 | Papp, singel, membran, singel | Takluke                 | Svane Hals med netting        | Nei               | Nei             | Skog         |
| 1.2      | Betong       | Nei      | Skrått           | 1             | Nei                 | Papp, membran, singel         | Takluke                 | Svane Hals med netting        | Nei               | Nei             | Skog         |
| 2.1      | Glassfiber   | Nei      | Kinatac**        | 1             | Nei                 | Gummilag                      | Takluke                 | Anlegg med filter             | Ja                | Ja              | Skog         |
| 2.2      | Betong       | Nei      | Flatt            | 2             | Ja                  | Folie, singel                 | Innvendig takluke       | Anlegg med filter             | Ja                | Ja              | Skog         |
| 2.3      | Betong       | Ja       | -*               | 3             | -*                  | -*                            | Innvendig takluke       | Anlegg med filter             | Ja                | Ja              | Åpent        |
| 2.4      | Fjellsprengt | -*       | -*               | 2             | -*                  | -*                            | Via trapp på toppen     | Anlegg med filter             | Ja                | Ja              | Skog         |
| 3.1      | Betong       | Delvis   | Skrått           | 1             | Nei                 | Takskifer                     | Direkte tilgang via dør | Raftekaske med filter         | Nei               | Nei             | Skog         |
| 3.2      | Betong       | Delvis   | Skrått           | 1             | Nei                 | Betong                        | Takluke                 | Svane Hals med netting        | Nei               | Nei             | Skog         |
| 3.3      | Betong       | Ja       | -*               | 2             | -*                  | -*                            | Innvendig takluke       | Ventilasjonsboks med filter   | Ja                | Nei             | Skog         |
| 4.1      | Betong       | Nei      | Flatt            | 1             | Ja                  | Papp                          | Takluke                 | Rør med kinahatt uten netting | Nei               | Nei             | Skog         |
| 4.2      | Betong       | Nei      | Flatt            | 2             | Ja                  | Papp                          | Takluke                 | Svane Hals med netting        | Nei               | Nei             | Skog         |
| 5.1      | Betong       | Nei      | Flatt            | 1             | Ja                  | Papp, PVC-duk, singel         | Takluke                 | Rør med kinahatt og netting   | Nei               | Nei             | Skog         |
| 5.2      | Betong       | Nei      | Kuppel           | 1             | Nei                 | Glassfiber, betong            | Takluke                 | Rør med kinahatt og netting   | Nei               | Nei             | Skog         |
| 6.1      | Betong       | Nei      | Flatt            | 2             | Ja                  | Betong, papp                  | Takluke                 | Svane Hals med netting        | Nei               | Nei             | Skog         |
| 6.2      | Betong       | Ja       | -*               | 1             | -*                  | -*                            | Takluke                 | Svane Hals med netting        | Nei               | Nei             | Skog         |

\* Ikke relevant for det aktuelle drikkevannsbassenget.

\*\* Rundt tak med spiss topp.



**Tabell 4.15:** Oversikt over resultater fra intervju med representanter fra de seks forskjellige kommunene som ble besøkt

| DVB. Nr. | Sårbare abonnenter | Utført ROS-analyse | Antall farer identifisert | Mest relevant fare   | Problemer med tak: sprekker/ lekkasje | Rutiner for overvåkning av tak | Problemer med ventilasjon | Rutiner for overvåkning av ventilasjon | Inspeksjon av ventilasjon (antall ganger per år) | Rengjøring  | Befaringsrutiner (antall ganger per år) |
|----------|--------------------|--------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|--|--|-------------|---|
| 1.1      | Ja                 | Ja                 | 3                         | Ledningsbrudd        | Ja                                    | Ja                             | Nei                       | Ja                                     | 2  | Hvert 5. år | 2                                       |
| 1.2      | Ja                 | Ja                 | 2                         | Ledningsbrudd        | Vet ikke                              | Ja                             | Nei                       | Ja                                     | 2  | Hvert 5. år | 2                                       |
| 2.1      | Ja                 | Ja                 | 2                         | Taklekkasje          | Ja                                    | Ja                             | Nei                       | Ja                                     | 12   | Hvert år    | 12                                      |
| 2.2      | Ja                 | Ja                 | 1                         | Innvendig sluk       | Nei                                   | Ja                             | Nei                       | Ja                                     | 9  | Hvert 3. år | 9                                       |
| 2.3      | Ja                 | Ja                 | 2                         | Taklekkasje          | Ja                                    | Ja                             | Nei                       | Ja                                     | 7  | Hvert 3. år | 7                                       |
| 2.4      | Ja                 | Ja                 | 1                         | Innlekking fjellvegg | Nei                                   | Ja                             | Nei                       | Ja                                     | 12   | Hvert 2. år | 12                                      |
| 3.1      | Ja                 | Ja                 | 1                         | Sabotasje            | Nei                                   | Ja                             | Nei                       | Ja                                     | 4  | Hvert 5. år | 4                                       |
| 3.2      | Nei                | Ja                 | 1                         | Sabotasje            | Nei                                   | Ja                             | Nei                       | Ja                                     | 4  | Hvert 5. år | 4                                       |
| 3.3      | Ja                 | Ja                 | 2                         | Taklekkasje          | Nei                                   | Ja                             | Nei                       | Ja                                     | 4  | Hvert 5. år | 4                                       |
| 4.1      | Ja                 | Ja                 | 1                         | Taklekkasje          | Ja                                    | Ja                             | Vet ikke                  | Nei                                    | Vet ikke   | Hvert 3. år | Vet ikke                                |
| 4.2      | Ja                 | Ja                 | 1                         | Innvendig sluk       | Nei                                   | Ja                             | Nei                       | Ja                                     | Vet ikke   | Hvert 3. år | Vet ikke                                |
| 5.1      | Nei                | Ja                 | 2                         | Ingen                | Nei                                   | Nei                            | Nei                       | Ja                                     | 1  | Hvert 5. år | 52                                      |
| 5.2      | Ja                 | Ja                 | 1                         | Dårlig sirkulasjon   | Nei                                   | Nei                            | Nei                       | Ja                                     | -*   | Hvert 5. år | 52                                      |
| 6.1      | Ja                 | Ja                 | 1                         | Taklekkasje          | Nei                                   | Nei                            | Nei                       | Ja                                     | 2  | Hvert 5. år | 2                                       |
| 6.2      | Ja                 | Ja                 | 1                         | Innlekk via takluke  | Nei                                   | Nei                            | Nei                       | Ja                                     | 2  | Hvert 5. år | 2                                       |

\* Indikerer at inspeksjon av ventilasjon skjer sjeldnere enn hvert år.

Tabell 4.15 gir en samlet oversikt over resultatene fra 15 intervju ved seks forskjellige kommuner. Av drikkevannsbassengene som ble befart, leverer 13 av 15 drikkevann til sårbare abonnenter. Alle kommunene som ble besøkt har utført ROS-analyser som inkluderer de befarte drikkevannsbassengene. Gjennom intervju beskrev representantene fra kommunene i gjennomsnitt 1,47 farer for hvert drikkevannsbasseng. Som vist i tabell 4.15 beskriver representantene taklekkasje som den mest relevante faren for 5 av 15 drikkevannsbasseng. Av de mest relevante farene som ble beskrevet omhandler 9 av 15 lekkasje eller innlekk til vannkammeret. Av bassengene som ble befart har 4 av 15 tidligere hatt problemer med taket, med tanke på sprekker eller lekkasjer. Når det kommer til rutiner for overvåkning av tak har 4 av 15 av de befarte drikkevannsbassengene ingen rutiner for dette. Ingen av de befarte drikkevannsbassengene kunne beskrive at de tidligere hadde hatt problemer med ventilasjon. Av drikkevannsbassengene har 14 av 15 rutiner for overvåkning av ventilasjon.

## 5 Grovanalyse

Målet med grovanalysen er å kartlegge risiko for forurensning til drikkevannsbasseng og hvilke helsemessige konsekvenser dette vil kunne ha for abonnentene. Det vil bli avdekket mulige farekilder og uønskede hendelser som kan føre til forurensning av drikkevannet i drikkevannsbassenget, slik at de kan fjernes, reduseres eller kontrolleres.

Analyseobjektet i grovanalysen er lukkede drikkevannsbasseng i Norge. Prosjektet bygger i hovedsak på primærdata hvor det blir gått i dybden hos seks forskjellige kommunale vannverk i Trøndelag. For å kunne gi et representativt bilde av tilstanden av drikkevannsbassengene i resten av Norge vil det bli benyttet sekundærdata i form av utbruddsrapporter fra Mattilsynet (Lorås, 2017; Wahl, 2014), tilsynsrapporter fra Mattilsynet (Mattilsynet, 2009, 2017a, 2017c), Norsk Vann-rapporter (Sirum, Trøan og Mostue, 2011; Enander *et al.*, 2015; Liane, 2010; Riis, Hareide og Norsk Vann, 2017), faglig litteratur og personlig kommunikasjon med fagpersoner (Personlig kommunikasjon, Roger Jarnstedt, daglig leder Ancistrus AS).

Det vil kun bli sett på utilsiktede uønskede hendelser som kan føre til mikrobiologisk forurensning i drikkevannsbassenget. Det vil ikke bli sett på hva som vil skje videre dersom en forurensning har funnet sted, dermed vil det ikke bli tatt hensyn til parametere som oppholdstid, temperatur, sirkulasjon o.l. Det vil heller ikke bli tatt hensyn til materialer i kontakt med drikkevannet. Risikoen som blir kartlagt i grovanalysen vil gi et bilde av helsemessige konsekvenser for abonnentene og andre faktorer slik som samfunnsøkonomiske konsekvenser blir dermed ikke vurdert.

For å fremskaffe oversikt over aktuelle farekilder og uønskede hendelser som kan føre til forurensning av drikkevann i drikkevannsbasseng, ble det utført tekniske befaringer av utvalgte drikkevannsbasseng, tidligere tilsynsrapporter og intervju for å samle inn lokal kunnskap om utvalgte drikkevannsbasseng. Tabellene (5.1-5.7) som presenteres fokuserer på farekildene som er beskrevet i kapittel 2.4.1. De uønskede hendelsene er henholdsvis tilførsel av patogene bakterier, Norovirus og parasitter via vanninntrengning, tilførsel av patogene bakterier, Norovirus og parasitter via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med vann i drikkevannsbassenget og tilførsel av patogene bakterier, Norovirus og parasitter som kommer i indirekte kontakt med vann i drikkevannsbassenget. Indirekte kontakt med drikkevannsbassenget kan eksempelvis skje gjennom avføring som kommer inn gjennom åpninger i drikkevannsbassenget.

I tabellene 5.1-5.7 presenteres uønsket hendelse (hva), årsak (hvorfor), konsekvens (type skade for abonnenter) og risikovurdering av den uønskede hendelsen.

**Tabell 5.1:** Oppstilling av uønskede hendelser med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. Uønsket hendelse er tilførsel av patogene bakterier via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng. RPN = risk priority number. (Tabellen går over tre sider)

| Nr. | Uønsket hendelse   | Årsaker  | Konsekvens  | Risikovurdering av uønsket hendelse |                        |     |
|-----|--|--|---|-------------------------------------|------------------------|-----|
|     | Hva  | Hvorfor  | Type skade for abonnenter   | Sannsynlighetsnivå (S1-S4)          | Konsekvensnivå (K1-K4) | RPN |
| 1.  | Tilførsel av <i>Campylobacter</i> via vanninntrengning             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i taktekking</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt utvendig nedstigningsluke på tak</li> <li>• Urent vann som trenger inn via utvendig nedstigningsluke på grunn av manglende membran på innsiden av nedstigningsluke</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt sluk på tak</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull/avkobling på innvendig taknedløpsrør</li> <li>• Urent vann som trenger inn via berg/fjellvegg</li> <li>• Urent vann som trenger inn via betongvegg i basseng</li> <li>• Urent vann som kommer inn i vannkammeret via tilbakestrømming</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: svært lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 1-10 dager</li> <li>• Varighet: 2-10 dager</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Kapperud, 2015b, s. 67, 73, 74; Granum og Kapperud, 2015, s. 18).</p>  |                                     |                        |     |
| 2.  | Tilførsel av patogene <i>Escherichia coli</i> via vanninntrengning | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i taktekking</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt utvendig nedstigningsluke på tak</li> <li>• Urent vann som trenger inn via utvendig nedstigningsluke på grunn av manglende membran på innsiden av nedstigningsluke</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt sluk på tak</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull/avkobling</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 3-8 dager</li> <li>• Varighet: dager-uker</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• HUS – alvorlig nyreskade som kan føre til nyresvikt</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(L'Abée-Lund og Wasteson, 2015a, s. 87, 88; Granum og Kapperud, 2015, s. 18).</p> |                                     |                        |     |

| Nr. | Uønsket hendelse                                    | Årsaker   | Konsekvens  | Risikovurdering av uønsket hendelse |                        |     |
|-----|---|---|---|-------------------------------------|------------------------|-----|
|     | Hva   | Hvorfor   | Type skade for abonnenter   | Sannsynlighetsnivå (S1-S4)          | Konsekvensnivå (K1-K4) | RPN |
|     |   | <p>på innvendig taknedløpsrør</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urent vann som trenger inn via berg/fjellvegg</li> <li>• Urent vann som trenger inn via betongvegg i basseng</li> <li>• Urent vann som kommer inn i vannkammeret via tilbakestrømming</li> </ul>   |   |                                     |                        |     |
| 3.  | Tilførsel av <i>Salmonella</i> via vanninntrengning | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i taktekkning</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt utvendig nedstigningsluke på tak</li> <li>• Urent vann som trenger inn via utvendig nedstigningsluke på grunn av manglende membran på innsiden av nedstigningsluke</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt sluk på tak</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull/avkobling på innvendig taknedløpsrør</li> <li>• Urent vann som trenger inn via berg/fjellvegg</li> <li>• Urent vann som trenger inn via betongvegg i basseng</li> <li>• Urent vann som kommer inn i vannkammeret via tilbakestrømming</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 1-7 dager</li> <li>• Varighet: 2-7 dager</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• Senkomplikasjoner som innebærer nevrologiske og nevrologiske og nevrologiske lidelser – CAMP.</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Kapperud, 2015a, s. 107, 108; Granum og Kapperud, 2015, s. 18).</p> |                                     |                        |     |

| Nr. | Uønsket hendelse                                  | Årsaker  | Konsekvens   | Risikovurdering av uønsket hendelse |                        |     |
|-----|---|--|--|-------------------------------------|------------------------|-----|
|     | Hva   | Hvorfor  | Type skade for abonnenter  | Sannsynlighetsnivå (S1-S4)          | Konsekvensnivå (K1-K4) | RPN |
| 4.  | Tilførsel av <i>Shigella</i> via vanninntrengning | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via sprekker/hyll i taktekking</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt utvendig</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via utvendig nedstigningsluke på grunn av manglende membran på innsiden av nedstigningsluke</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt sluk på tak</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via sprekker/hull/avkobling på innvendig taknedløpsrør</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via berg/fjellvegg</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via betongvegg i basseng</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som kommer inn i vannkammeret via tilbakestrømming</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 1-7 dager</li> <li>• Varighet: 4-7 dager</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• Kan føre til HUS</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(L'Abée-Lund og Wasteson, 2015b, s. 116, 117; Granum og Kapperud, 2015, s. 18).</p> |                                     |                        |     |

**Tabell 5.2:** Oppstilling av uønskede hendelser med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. Uønsket hendelse er tilførsel av Norovirus via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng. RPN = risk priority number

| Nr. | Uønsket hendelse                            | Årsaker  | Konsekvens   | Risikovurdering av uønsket hendelse |                        |     |
|-----|---|--|--|-------------------------------------|------------------------|-----|
|     | Hva   | Hvorfor  | Type skade for abonnenter  | Sannsynlighetsnivå (S1-S4)          | Konsekvensnivå (K1-K4) | RPN |
| 5.  | Tilførsel av Norovirus via vanninntrengning | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via sprekker/hyll i taktekking</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt utvendig</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via utvendig nedstigningsluke på grunn av manglende membran på innsiden av nedstigningsluke</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt sluk på tak</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via sprekker/hull/avkobling på innvendig taknedløpsrør</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via berg/fjellvegg</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via betongvegg i basseng</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som kommer inn i vannkammeret via tilbakestrømming</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: svært lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 10-48 timer</li> <li>• Varighet: 1-3 dager</li> <li>• Kvalme, oppkast, hodepine og feber</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Myrmel, 2015, s. 218; Granum og Kapperud, 2015, s. 18).</p> |                                     |                        |     |

**Tabell 5.3:** Oppstilling av uønskede hendelser med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. Uønsket hendelse er tilførsel av parasitter via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng. RPN = risk priority number. (Tabellen går over to sider)

| Nr. | Uønsket hendelse   | Årsaker   | Konsekvens  | Risikovurdering av uønsket hendelse |                        |     |
|-----|--|---|---|-------------------------------------|------------------------|-----|
|     | Hva  | Hvorfor   | Type skade for abonnenter   | Sannsynlighetsnivå (S1-S4)          | Konsekvensnivå (K1-K4) | RPN |
| 6.  | Tilførsel av <i>Cryptosporidium</i> via vanninntrengning | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i takteking</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt utvendig nedstigningsluke på tak</li> <li>• Urent vann som trenger inn via utvendig nedstigningsluke på grunn av manglende membran på innsiden av nedstigningsluke</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt sluk på tak</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull/avkobling på innvendig taknedløpsrør</li> <li>• Urent vann som trenger inn via berg/fjellvegg</li> <li>• Urent vann som trenger inn via betongvegg i basseng</li> <li>• Urent vann som kommer inn i vannkammeret via tilbakestrømming</li> <li>• Bortfall av trykk i vannledningsnett</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 1-12 dager</li> <li>• Varighet: langvarig</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Gjerde, 2015, s. 255; Granum og Kapperud, 2015, s. 19).</p> |                                     |                        |     |
| 7.  | Tilførsel av <i>Giardia</i> spp. via vanninntrengning    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i takteking</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt utvendig nedstigningsluke på tak</li> <li>• Urent vann som trenger inn via utvendig nedstigningsluke på grunn av manglende membran på innsiden av nedstigningsluke</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 1-12 dager</li> <li>• Varighet: langvarig</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Granum og Kapperud, 2015, s. 19; Gjerde, 2015, s. 245).</p> |                                     |                        |     |



| Nr. | Uønsket hendelse | Årsaker  | Konsekvens                | Risikovurdering av uønsket hendelse |                        |     |
|-----|------------------|--|---------------------------|-------------------------------------|------------------------|-----|
|     | Hva              | Hvorfor  | Type skade for abonnenter | Sannsynlighetsnivå (S1-S4)          | Konsekvensnivå (K1-K4) | RPN |
|     |                  | membran rundt sluk på tak <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull/avkobling på innvendig taknedløpsrør</li> <li>• Urent vann som trenger inn via berg/fjellvegg</li> <li>• Urent vann som trenger inn via betongvegg i basseng</li> <li>• Urent vann som kommer inn i vannkammeret via tilbakestrømming</li> <li>• Bortfall av trykk i vannledningsnett</li> </ul> |                           |                                     |                        |     |

**Tabell 5.4:** Oppstilling av uønskede hendelser med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. Uønsket hendelse er tilførsel av patogene bakterier via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng. RPN = risk priority number. (Tabellen går over to sider)

| Nr. | Uønsket hendelse  | Årsaker  | Konsekvens  | Risikovurdering av uønsket hendelse |                        |     |
|-----|---|--|---|-------------------------------------|------------------------|-----|
|     | Hva   | Hvorfor  | Type skade for abonnenter   | Sannsynlighetsnivå (S1-S4)          | Konsekvensnivå (K1-K4) | RPN |
| 8.  | Tilførsel av <i>Campylobacter</i> via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med vann i drikkevannsbasseng             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende sikring på overløpsrør som gir fugler, insekter og pattedyr tilgang til drikkevann</li> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler, insekter og pattedyr fri tilgang til drikkevann</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: svært lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 1-10 dager</li> <li>• Varighet: 2-10 dager</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> (Kapperud, 2015b, s. 67, 73, 74; Granum og Kapperud, 2015, s. 18). |                                     |                        |     |
| 9.  | Tilførsel av patogene <i>Escherichia coli</i> via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med vann i drikkevannsbasseng | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende sikring på overløpsrør som gir fugler, insekter og pattedyr tilgang til drikkevann</li> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler, insekter og pattedyr fri tilgang til drikkevann</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 3-8 dager</li> <li>• Varighet: dager-uker</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> </ul>   |                                     |                        |     |

| Nr. | Uønsket hendelse   | Årsaker  | Konsekvens  | Risikovurdering av uønsket hendelse |                        |     |
|-----|--|--|---|-------------------------------------|------------------------|-----|
|     | Hva  | Hvorfor  | Type skade for abonnenter   | Sannsynlighetsnivå (S1-S4)          | Konsekvensnivå (K1-K4) | RPN |
|     |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• HUS – alvorlig nyreskade som kan føre til nyresvikt</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(L'Abée-Lund og Wasteson, 2015a, s. 87, 88; Granum og Kapperud, 2015, s. 18).</p>  |                                     |                        |     |
| 10. | Tilførsel av <i>Salmonella</i> via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med vann i drikkevannsbasseng | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende sikring på overløpsrør som gir fugler, insekter og pattedyr tilgang til drikkevann</li> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler, insekter og pattedyr fri tilgang til drikkevann</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 1-7 dager</li> <li>• Varighet: 2-7 dager</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• Senkomplikasjoner som innebærer nevrologiske og nevrologiske og nevrologiske og nevrologiske lidelser – CAMP.</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Kapperud, 2015a, s. 107, 108; Granum og Kapperud, 2015, s. 18).</p> |                                     |                        |     |

**Tabell 5.5:** Oppstilling av uønskede hendelser med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. Uønsket hendelse er tilførsel av parasitter via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng. RPN = risk priority number

| Nr. | Uønsket hendelse  | Årsaker  | Konsekvens   | Risikovurdering av uønsket hendelse |                        |     |
|-----|---|--|--|-------------------------------------|------------------------|-----|
|     | Hva   | Hvorfor  | Type skade for abonnenter  | Sannsynlighetsnivå (S1-S4)          | Konsekvensnivå (K1-K4) | RPN |
| 11. | Tilførsel av <i>Cryptosporidium</i> via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med vann i drikkevannsbasseng | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende sikring på overløpsrør som gir fugler, insekter og pattedyr tilgang til drikkevann</li> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler, insekter og pattedyr fri tilgang til drikkevann</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 1-12 dager</li> <li>• Varighet: langvarig</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærerilstand</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Gjerde, 2015, s. 255; Granum og Kapperud, 2015, s. 19).</p> |                                     |                        |     |
| 12. | Tilførsel av <i>Giardia</i> spp. via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med vann i drikkevannsbasseng    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende sikring på overløpsrør som gir fugler, insekter og pattedyr tilgang til drikkevann</li> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler, insekter og pattedyr fri tilgang til drikkevann</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 1-12 dager</li> <li>• Varighet: langvarig</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærerilstand</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Granum og Kapperud, 2015, s. 19; Gjerde, 2015, s. 245).</p> |                                     |                        |     |

**Tabell 5.6:** Oppstilling av uønskede hendelser med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. Uønsket hendelse er tilførsel av patogene bakterier via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng. RPN = risk priority number. (Tabellen går over to sider)

| Nr. | Uønsket hendelse   | Årsaker   | Konsekvens  | Risikovurdering av uønsket hendelse |                        |     |
|-----|--|---|---|-------------------------------------|------------------------|-----|
|     | Hva  | Hvorfor   | Type skade for abonnenter   | Sannsynlighetsnivå (S1-S4)          | Konsekvensnivå (K1-K4) | RPN |
| 13. | Tilførsel av <i>Campylobacter</i> via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med vann i drikkevannsbasseng    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir i ventilasjonsrøret rett over vannspeil</li> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir inne i vannkammeret</li> <li>• Manglende sikring på overløpsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir inne i vannkammeret</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: svært lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 1-10 dager</li> <li>• Varighet: 2-10 dager</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Kapperud, 2015b, s. 67, 73, 74; Granum og Kapperud, 2015, s. 18).</p>  |                                     |                        |     |
| 14. | Tilførsel av <i>Escherichia coli</i> via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med vann i drikkevannsbasseng | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir i ventilasjonsrøret rett over vannspeil</li> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir inne i vannkammeret</li> <li>• Manglende sikring på overløpsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir inne i vannkammeret</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 3-8 dager</li> <li>• Varighet: dager-uker</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• HUS – alvorlig nyreskade som kan føre til nyresvikt</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(L'Abée-Lund og Wasteson, 2015a, s. 87, 88; Granum og Kapperud, 2015, s. 18).</p> |                                     |                        |     |
| 15. | Tilførsel av <i>Salmonella</i> via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med vann i drikkevannsbasseng       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir i ventilasjonsrøret rett over vannspeil</li> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir inne i vannkammeret</li> <li>• Manglende sikring på overløpsrør som gir</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 1-7 dager</li> <li>• Varighet: 2-7 dager</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> </ul>   |                                     |                        |     |

| Nr. | Uønsket hendelse | Årsaker  | Konsekvens   | Risikovurdering av uønsket hendelse |                               |            |
|-----|------------------|--|--|-------------------------------------|-------------------------------|------------|
|     | <i>Hva</i>       | <i>Hvorfor</i>   | <i>Type skade for abonnenter</i>   | <i>Sannsynlighetsnivå (S1-S4)</i>   | <i>Konsekvensnivå (K1-K4)</i> | <i>RPN</i> |
|     |                  | fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir inne i vannkammeret | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asymptomisk bærer tilstand</li> <li>• Senkomplikasjoner som innebærer nevrologiske og nevro-muskulære lidelser – CAMP.</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Kapperud, 2015a, s. 107, 108; Granum og Kapperud, 2015, s. 18).</p> |                                     |                               |            |

**Tabell 5.7:** Oppstilling av uønskede hendelser med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. Uønsket hendelse er tilførsel av parasitter via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng. RPN = risk priority number

| Nr. | Uønsket hendelse  | Årsaker   | Konsekvens  | Risikovurdering av uønsket hendelse |                        |     |
|-----|---|---|---|-------------------------------------|------------------------|-----|
|     | Hva   | Hvorfor   | Type skade for abonnenter   | Sannsynlighetsnivå (S1-S4)          | Konsekvensnivå (K1-K4) | RPN |
| 16. | Tilførsel av <i>Cryptosporidium</i> via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med vann i drikkevannsbasseng | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir i ventilasjonsrøret rett over vannspeil</li> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir inne i vannkammeret</li> <li>• Manglende sikring på overløpsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir inne i vannkammeret</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 1-12 dager</li> <li>• Varighet: langvarig</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Gjerde, 2015, s. 255; Granum og Kapperud, 2015, s. 19).</p> |                                     |                        |     |
| 17. | Tilførsel av <i>Giardia</i> spp. via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med vann i drikkevannsbasseng    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir i ventilasjonsrøret rett over vannspeil</li> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir inne i vannkammeret</li> <li>• Manglende sikring på overløpsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir inne i vannkammeret</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infeksjonsdose: lav</li> <li>• Inkubasjonstid: 1-12 dager</li> <li>• Varighet: langvarig</li> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Granum og Kapperud, 2015, s. 19; Gjerde, 2015, s. 245).</p> |                                     |                        |     |

I tabellene (tabell 5.1-5.7) er risikoen blitt splittet opp ved mange bidrag av mulige uønskede hendelser. Dette gjør at hvert bidrag blir forholdsvis ubetydelig. Selv om totalrisikoen ikke er ubetydelig, vil de splittede uønskede hendelsene stort sett bli plassert i grønt område i risikomatrixen i tabell 2.1. Splittingen ble gjort for å få en god oversikt over mulige årsaker og konsekvenser som man uansett risiko kan finne gode, kostnadseffektive barrierer eller tiltak mot.

Beslutning om aksept av risiko bør derfor ikke tas uten en overordnet vurdering. I det videre arbeidet med grovanalysen slås derfor de uønskede hendelsene i tabellene 5.1-5.7 sammen til større bidrag. De nye uønskede hendelsene som vurderes er som følger:

- Tilførsel av zoonotiske smittestoffer via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng
- Tilførsel av antropotiske smittestoffer via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng
- Tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med vann i drikkevannsbasseng
- Tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med vann i drikkevannsbasseng

Her er farekildene delt inn i zoonotiske smittestoffer, som kan smitte enten direkte eller indirekte fra dyr til mennesker, og antropotiske smittestoffer, som kan smitte enten direkte eller indirekte mellom mennesker eller fra mennesker til dyr (Myrvang, 2018; Hubálek, 2003). Konsekvensene som finnes for de zoonotiske smittestoffene er relativt like, og det samme gjelder konsekvensene for antropotiske smittestoffer, noe som gjør det mulig å slå de sammen. Oversikten som benyttes videre i analysen vises i tabell 5.8.

**Tabell 5.8:** Inndeling av zoonotiske og antropotiske patogene bakterier, virus og parasitter (farekilder)

|                    | Patogene bakterier  | Virus     | Parasitter             |
|--------------------|---|-----------|------------------------|
| <b>Zoonotisk</b>   | <i>Campylobacter</i><br><i>E. coli</i><br><i>Salmonella</i> | -         | <i>Cryptosporidium</i> |
| <b>Antropotisk</b> | <i>Shigella</i>   | Norovirus | <i>Giardia</i>         |

De fire nye uønskede hendelsene settes som tidligere inn i samme tabellutforming.

Tabell 5.9 viser tilførsel av zoonotiske smittestoffer via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse.

**Tabell 5.9:** Tilførsel av zoonotiske smittestoffer via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. RPN = risk priority number

| Nr. | Uønsket hendelse   | Årsaker  | Konsekvens   | Risikovurdering av uønsket hendelse |                        |     |
|-----|--|--|--|-------------------------------------|------------------------|-----|
|     | Hva  | Hvorfor  | Type skade for abonnenter  | Sannsynlighetsnivå (S1-S4)          | Konsekvensnivå (K1-K4) | RPN |
| 1.  | Tilførsel av zoonotiske smittestoffer via vanninntrengning | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i taktekking</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt utvendig nedstigningsluke på tak</li> <li>• Urent vann som trenger inn via utvendig nedstigningsluke på grunn av manglende membran på innsiden av nedstigningsluke</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt sluk på tak</li> <li>• Urent vann som trenger inn via sprekker/hull/avkobling på innvendig taknedløpsrør</li> <li>• Urent vann som trenger inn via berg/fjellvegg</li> <li>• Urent vann som trenger inn via betongvegg i basseng</li> <li>• Urent vann som kommer inn i vannkammeret via tilbakestrømming</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Kapperud, 2015b, s. 67, 73, 74; Granum og Kapperud, 2015, s. 18, 19; L'Abée-Lund og Wasteson, 2015a, s. 87, 88; Kapperud, 2015a, s. 107, 108; Gjerde, 2015, s. 255).</p> | S2                                  | K3                     | 5   |

Sannsynlighetsnivået for tilførsel av zoonotiske smittestoffer via vanninntrengning vurderes til S2, og konsekvensnivået vurderes til K3. Dette gir en RPN på 5. Hendelsen faller innenfor gult område i risikomatriksen, som betyr at den krever nærmere vurdering og utbedring (risikoreduserende tiltak). Dette betyr at vannverkene må sjekke drikkevannsbassengene for å se etter mulighet tilførsel av zoonotiske smittestoffer gjennom sprekker/hull i taktekking, sprekker/hull rundt utvendig nedstigningsluke på tak, sprekker/hull i membran rundt utvendig sluk, manglende membran på innsiden av nedstigningsluke, sprekker/hull/avkobling på innvendig taknedløpsrør, berg/fjellvegg, betongvegg og tilbakestrømming via overløpsrør. Dette må gjøres for å se etter risikoreduserende tiltak.

Tabell 5.10 viser tilførsel av antropotiske smittestoffer som uønsket hendelse via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse.



**Tabell 5.10:** Tilførsel av antropotoniske smittestoffer via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. RPN = risk priority number

| Nr. | Uønsket hendelse   | Årsaker  | Konsekvens   | Risikovurdering av uønsket hendelse |                        |     |
|-----|--|--|--|-------------------------------------|------------------------|-----|
|     | Hva  | Hvorfor  | Type skade for abonnenter  | Sannsynlighetsnivå (S1-S4)          | Konsekvensnivå (K1-K4) | RPN |
| 2.  | Tilførsel av antropotoniske smittestoffer via vanninntrengning | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via sprekker/hull i taktekking</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt utvendig</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via utvendig nedstigningsluke på grunn av manglende membran på innsiden av nedstigningsluke</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via sprekker/hull i membran rundt sluk på tak</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via sprekker/hull/avkobling på innvendig taknedløpsrør</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via berg/fjellvegg</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som trenger inn via betongvegg i basseng</li> <li>• Fekalt forurenset vann fra mennesker som kommer inn i vannkammeret via tilbakestrømming</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Granum og Kapperud, 2015, s. 18, 19; L'Abée-Lund og Wasteson, 2015b, s. 116, 117; Myrnel, 2015, s. 218).</p> | S1                                  | K4                     | 5   |

Sannsynlighetsnivået for tilførsel av antropotoniske smittestoffer via vanninntrengning vurderes til S1, og konsekvensnivået vurderes til K4. Dette gir en RPN på 5. Hendelsen faller innenfor gult område i risikomatriksen, som betyr at den krever nærmere vurdering og utbedring (risikoreduserende tiltak). Dette betyr at vannverkene må sjekke drikkevannsbassengene for å se etter mulighet tilførsel av antropotoniske smittestoffer gjennom sprekker/hull i taktekking, sprekker/hull rundt utvendig nedstigningsluke på tak, sprekker/hull i membran rundt utvendig sluk, manglende membran på innsiden av nedstigningsluke, sprekker/hull/avkobling på innvendig taknedløpsrør, berg/fjellvegg, betongvegg og tilbakestrømming via overløpsrør. Dette må gjøres for å se etter risikoreduserende tiltak.

Tabell 5.11 viser tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med vann i drikkevannsbasseng med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse.

**Tabell 5.11:** Tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. RPN = risk priority number

| Nr. | Uønsket hendelse  | Årsaker  | Konsekvens   | Risikovurdering av uønsket hendelse |                        |     |
|-----|---|--|--|-------------------------------------|------------------------|-----|
|     | Hva   | Hvorfor  | Type skade for abonnenter  | Sannsynlighetsnivå (S1-S4)          | Konsekvensnivå (K1-K4) | RPN |
| 3.  | Tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med vann i drikkevannsbasseng | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende sikring på overløpsrør som gir fugler, insekter og pattedyr tilgang til drikkevann</li> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler, insekter og pattedyr fri tilgang til drikkevann</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Kapperud, 2015b, s. 67, 73, 74; Granum og Kapperud, 2015, s. 18, 19; L'Abée-Lund og Wasteson, 2015a, s. 87, 88; Kapperud, 2015a, s. 107, 108; Gjerde, 2015, s. 255).</p> | S2                                  | K3                     | 5   |

Sannsynlighetsnivået for tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng vurderes til S2 og konsekvensnivået vurderes til K3. Dette gir en RPN på 5. Hendelsen faller innenfor gult område i risikomatriksen, som betyr at den krever nærmere vurdering og utbedring (risikoreduserende tiltak). Dette betyr at vannverkene må sjekke drikkevannsbassengene for å se etter mulighet tilførsel av zoonotiske smittestoffer gjennom overløpsrør eller ventilasjonsrør, for å vurdere risikoreduserende tiltak.

Tabell 5.12 viser tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler, insekter og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med vann i drikkevannsbasseng med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse.

**Tabell 5.12:** Tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng med påfølgende årsaker, mulige konsekvenser for abonnenter, samt risikovurdering av uønsket hendelse. RPN = risk priority number

| Nr. | Uønsket hendelse  | Årsaker   | Konsekvens   | Risikovurdering av uønsket hendelse |                        |     |
|-----|---|---|--|-------------------------------------|------------------------|-----|
|     | Hva   | Hvorfor   | Type skade for abonnenter  | Sannsynlighetsnivå (S1-S4)          | Konsekvensnivå (K1-K4) | RPN |
| 4.  | Tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med vann i drikkevannsbasseng | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir i ventilasjonsrøret rett over vannspeil</li> <li>• Manglende sikring på ventilasjonsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir inne i vannkammeret</li> <li>• Manglende sikring på overløpsrør som gir fugler og pattedyr muligheten til å bygge reir inne i vannkammeret</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mild mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Alvorlig mage-/tarmbetennelse</li> <li>• Asymptomisk bærertilstand</li> <li>• Dødsfall</li> </ul> <p>(Kapperud, 2015b, s. 67, 73, 74; Granum og Kapperud, 2015, s. 18, 19; L'Abée-Lund og Wasteson, 2015a, s. 87, 88; Kapperud, 2015a, s. 107, 108; Gjerde, 2015, s. 255).</p> | S3                                  | K3                     | 6   |

Sannsynlighetsnivået for tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng vurderes til S3 og konsekvensnivået vurderes til K3. Dette gir en RPN på 6. Hendelsen faller innenfor rødt område i risikomatriksen, som betyr risikoen må reduseres og risikoreduserende tiltak skal iverksettes. Dette betyr at det med stor sannsynlighet finnes drikkevannsbasseng i Norge hvor det bør iverksettes tiltak for å hindre tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng. Risikoreduserende tiltak kan eksempelvis være sikring på ventilasjonsrør (eventuelt brutt ventilasjon) og sikring på overløpsrør.

## 6 Drøfting

### 6.1 Drøfting av metoder

De eksisterende tilsynsrapportene fra Mattilsynet har delvis stor variasjon når det kommer til detaljeringsgrad og struktur. Datakvaliteten for anvendelse i dette studiet er dermed noe begrenset. Oppsummeringen av de eksisterende tilsynsrapportene som ble laget, ble i hovedsak benyttet til å få en oversikt over situasjonen for drikkevannsbassengene i Trøndelag og Møre og Romsdal. Denne oppsummeringen var også en del av grunnlaget for utarbeidelsen av egen sjekkliste.

Sjekklisten som ble benyttet gjennom de tekniske befaringsene bygger på data samlet fra tilsynsrapporter fra Mattilsynet, eksisterende sjekklister utarbeidet for drikkevannsbasseng av Mattilsynet, samt Norsk Vann-rapport 181/2011 *Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng*. Denne sjekklisten ble utarbeidet før noen av drikkevannsbassengene ble besøkt. Dette kunne vært gjort annerledes, hvor en kunne besøke noen drikkevannsbasseng for å se hvordan de ulike bassengene er utformet og konstruert før den endelige sjekklisten ble fullstendig utformet. Dette ville gjort at sjekklisten ville vært mer uniform og tilpasset alle ulike utforminger.

Den tekniske befaringsen av drikkevannsbassengene ble utført i løpet av vinteren, noe som gjorde det vanskelig å undersøke tilstanden på takene. Det ville vært hensiktsmessig å utføre befaringsene på høsten, spesielt med tanke på løvfall, tette sluker og ventilasjon. Ved noen av befaringsene var det ikke mulig å komme seg opp for å befare taket på grunn av enten snø eller manglende sikring.

Ved å ta opptak av intervjuet ble det enklere å forholde seg til å stille spørsmål og følge med på svarene som ble gitt. Intervjuet fløt mer som en samtale, og en ble ikke låst til notatskrivingen. I tillegg fikk en med seg alt som ble sagt og det gjorde det enkelt å gå tilbake for å gå over intervjuet på nytt ved transkripsjon. Spørsmålene som ble utarbeidet for intervju av representanter fra vannverket etter befaringsen passet ikke like bra for alle typer drikkevannsbasseng. Representantene fikk ikke se spørsmålene før intervjuet startet så de fikk ikke forberedt svarene sine. Spørsmål 4. «*Hvilke farer for forurensning av drikkevannet finnes for drikkevannsbassengene?*» og spørsmål 5. «*Hvilke farer er mest relevante for drikkevannsbassengene?*» ble laget med avgrensning av at representantene skulle beskrive flere farer enn ingen eller en fare. Dette «punkterte» spørsmålene, men alle spørsmålene ble likevel stilt på samme måte for alle drikkevannsbasseng. Dette kunne kanskje blitt unngått dersom representantene hadde hatt mulighet til å forberede svarene sine før intervjuet. Likevel var det interessant å se om representantene som ble intervjuet hadde noen farer klart for seg og hvordan disse har blitt vurdert.

En grovanalyse er en kvalitativ metode som bygger på erfaring og teorier om fortolkning. En slik analyse vil ikke dekke alle detaljer, men heller de mest kjente, alvorlige og uønskede hendelsene og risikoene. For å muliggjøre dette er det viktig med god kjennskap til analyseobjektet (Direktoratet for forvaltning og IKT, u.å.). En slik kvalitativ metode passer godt i denne sammenheng, da det finnes lite forskningsbasert kunnskap fra før (De nasjonale forskningsetiske komiteene, 2010). En slik analyse er relativ enkel å utføre og vil gi anbefalinger om endringer i analyseobjektet samt risikoreduserende tiltak. For å kunne utføre en grovanalyse trenger en ingen sterk analytisk eller teoretisk bakgrunn (Rausand og Utne, 2009, s. 145).

## 6.2 Drøfting av resultater

Resultatene fra systematisk gjennomgang av 76 eksisterende tilsynsrapporter fra Mattilsynets inspeksjoner i Midt-Norge i perioden 07.03.17-13.12.17 ble benyttet som informasjonsinnhenting og tips til hva en burde fokusere på ved utarbeidelse av egen sjekklister. Resultatene som ble innhentet har ulik grad av detaljering som gjorde det vanskelig å innhente relevant data i forhold til prosjektets problemstilling. Oppsummeringen fra Mattilsynets tilsynsrapporter viser i midlertidig i stor grad det samme som ble avdekket i befaringsene i de seks utvalgte vannverkene. Dette støtter dermed resultatet at ulike typer forurensning til drikkevannsbasseng innebærer en risiko.

Det ble befart forskjellige typer drikkevannsbasseng: betong (13), glassfiber (1) og fjellsprenget (1), med forskjellige takkonstruksjoner, taktekkingsmaterialer, utforming på ventilasjon og tilgang til vannkammer. For å gi et klarere bilde av risiko tilknyttet de ulike utformingene og typene, kunne en gått i dybden på samme type drikkevannsbasseng. Som vist i tabell 4.14 ser en at drikkevannsbassengene er svært forskjellige, noe som gjør det vanskelig å fastsette ulike sannsynlighets- og konsekvensnivåer. Eksempelvis vil det være forskjellig sannsynlighetsnivå når det kommer til et drikkevannsbasseng som har ventilasjon gjennom et rør med kinahatt uten netting som gir direkte tilgang til vannspeilet (figur 4.10 (b)) et drikkevannsbasseng med brutt ventilasjon med et anlegg med filter (figur 4.5). Det er også vanskelig å vurdere risiko når det kommer til abonnentene, da det er avhengig av hvor mange abonnenter som drikkevannsbassenget leverer til og type abonnent (evt. sårbare abonnenter).

Nedgravde drikkevannsbasseng bestående av betong kan ha en risiko for innlekking av urent vann. Et eksempel på dette er drikkevannsbasseng 3.3, hvor det sannsynligvis er en lekkasje inn til betjeningshuset som vil kunne medføre en risiko for forurensning av drikkevannet (figur 4.7 (a)). Når det kommer til takkonstruksjon har 7 av 15 drikkevannsbasseng flatt tak, hvor alle disse også har innvendig taknedløp. Dette vil si at alle bassengene som ble befart med innvendig taknedløp har også flatt tak. I tilfeller hvor det var mulig å befare taket på drikkevannsbasseng, ble det oppdaget tette sluk (figur 4.10 (a), figur 4.12 (b), figur 4.14, figur 4.14). Dette vil føre til at regn- og smeltevann vil bli stående på taket. I figur 4.15, 4.16 og 4.17 ser det ut til at taket ikke har en tilfredsstillende helling mot sluket, som gjør at

vann samles i små dammer på taket. Taket er ikke laget for å stå imot store mengder vann, som vil føre til en mulig risiko for innlekking av urent vann til vannkammeret. Observasjonene som ble gjort kan også ha vært tilfellet for de andre drikkevannsbassengene med flatt tak, men siden det var vinter og taket var snødekt var det ikke mulig å undersøke dette.

Taksluk med stor åpning vil kunne føre til at steiner, greiner, løv og annet kan komme inn i avløpsrøret. Som en ser i figur 6.1 har innvendige avløpsrør svak helling mot overløpsrøret. Dette vil kunne føre til at objekter vil sette seg fast i røret og føre til ekstra belastning på patentbåndene som røret er festet med. Ifølge Roger Jarnstedt, daglig leder i Ancistrus AS, er ikke disse patentbåndene laget for å tåle denne type belastning (Personlig kommunikasjon, Roger Jarnstedt, Daglig leder Ancistrus AS, fagdag 03.05.2019).



**Figur 6.1:** Viser hvordan avløpsrøret til utvendig sluk kan se ut på innsiden av et vannkammer (Foto: Roger Jarnstedt, Ancistrus AS)

Et annet eksempel det som vises i figur 6.2. Figuren viser en avkobling mellom avløpsrør og utvendig sluk. Denne avkoblingen har sannsynligvis skjedd på grunn av endring i mengden vann i vannkammeret, hvor avløpsrøret har blitt løftet opp ved store mengder vann. På betongveggen i figuren ser en tydelig vannets pendlingszone.



**Figur 6.2:** Viser et avkoblet avløpsrør som er koblet til utvendig sluk (Foto: Roger Jarnstedt, Ancistrus AS)

Innvendig taknedløp er vanskelig å overvåke og kontrollere, og er dermed ikke noe som blir undersøkt ofte. Uønskede hendelser slik som avkoblinger, lekkasjer, ødelagte patentbånd o.l. vil ikke bli oppdaget på vanlig inspeksjon, og derfor kan det ta veldig lang tid før det blir oppdaget (Personlig kommunikasjon, Roger Jarnstedt, daglig leder Ancistrus AS, fagdag 03.05.2019). En slik avkobling gjør ikke bare at urent vann renner rett inn i vannkammeret, men vil også kunne gi fugler, insekter og pattedyr tilgang til vannkammeret.

Tilgangen til vannkammer er via nedstigningsluke for 13 av 15 av de befarte drikkevannsbassengene. Av disse 13 har 10 nedstigningsluker som befinner seg på utsiden av drikkevannsbassenget, dvs. at de ikke er bygd på innsiden av et betjeningshus. Nedstigningsluker gir direkte tilgang til vannkammeret og bør derfor gi en god beskyttelse av drikkevannet. Nedstigningsluker bør være oppbygd med en kant rundt for å hindre inntrengning av urent vann (figur 4.11 (b)). Dette gjelder også nedstigningsluker som er bygd på innsiden av et betjeningshus. Luken bør være tett og utstyrt med membran og være konstruert slik at den henger over kanten for å unngå at urent vann siger inn eller at fugler, insekter eller pattedyr kommer inn mellom luken og oppbyggingen. Direkte tilgang til vannkammer, slik som for drikkevannsbasseng 3.1 (figur 4.6 (b)) er uheldig da det ikke gir noen form for beskyttelse av vannspeilet.

Når det gjelder ventilasjon er det stor variasjon mellom de befarte drikkevannsbassengene. 5 av 15 drikkevannsbasseng har svanehals med varierende størrelse på netting. Ifølge Erik Wahl, spesialinspektør i Mattilsynet region Midt gir lovverket ingen krav om filter, og dermed heller ikke til pore- eller hullstørrelse på slik netting eller filter (Personlig kommunikasjon, Erik Wahl, spesialinspektør Mattilsynet, fagdag 03.05.2019). For grov netting eller filter foran ventilasjon vil kunne føre til at fugler, insekter eller pattedyr kan trenge inn i betjeningshus eller vannkammer. For fint filter vil gjøre at luften

trenger inn i vannkammeret på andre måter i stedet for selve ventilasjonsanlegget, eksempelvis overløpsrør. 4 av 15 drikkevannsbasseng har ventilasjon via rør med kinahatt på toppen, hvor ett av disse ikke har netting foran. Ventilasjonsrøret går rett ned til vannkammeret, noe som gir fri tilgang til vannspeilet for fugler, insekter og pattedyr. I de resterende tre tilfellene er det plassert netting over røret. En slik løsning vil gi pattedyr og fugler muligheten til å søke ly og bygge reir på selve nettingen. Dette vil kunne føre til at de kommer i indirekte kontakt med vann i vannkammeret. For å unngå dette vil det være mulig å installere nettingen rundt kinahatten og ikke bare over selve ventilasjonsrøret. I 10 av 15 av de befarte drikkevannsbassengene er det ikke brutt ventilasjon, det vil si at ventilasjonsrøret gir direkte tilgang til vannet i vannkammeret. Brutt ventilasjon gir dermed en ekstra barriere mot tilgang til vannkammer. I Norsk Vann-rapport 181/2011, *Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng*, anbefaler Sirum *et al.* (2011) et mikrofilter av filterklasse H13 etter norm EN-1822. Et slikt filter filtrerer bort 99,9 % av alle partikler av størrelsen 0,3  $\mu$  (Sirum, Trøan og Mostue, 2011). I midlertidig vil et fint filter gjøre at luften tvinges inn gjennom en enklere åpning, eksempelvis overløpsrøret. Luften vil alltid komme inn gjennom den enkleste åpningen (Personlig kommunikasjon, Roger Jarnstedt, daglig leder Ancistrus AS, fagdag 03.05.2019).

Av de befarte drikkevannsbassengene som har vannlås på overløpet så er dette 4 av 15. Vannlås kan hindre tilbakeslag av urent vann, samt fugler, insekter og pattedyr å ta seg inn i vannkammeret gjennom overløpsrøret. Området rundt drikkevannsbassengene var i 14 av 15 tilfeller skog, mens det resterende bassenget hadde et åpent område rundt seg. Områder med skog vil kunne føre til at greiner, løv o.l. vil kunne samles på taket av drikkevannsbassenget og videre føre til at vann blir stående på taket og eventuelt tette taksluk. I tillegg vil slike områder tiltrekke seg fugler, dyr og insekter. Drikkevannsbasseng som ligger ulent til vil kanskje ikke inspiseres like ofte som drikkevannsbasseng som ligger enklere til.

Av drikkevannsbassengene som ble befart leverer 13 av 15 vann til sårbare abonnenter. Alle kommunene som ble besøkt har utført ROS-analyser som inkluderer drikkevannsbassengene. Dette betyr at kommunene har sett på ulike farer og farekilder som vil kunne true vannkvaliteten. Det ble gjennomsnittlig beskrevet 1,47 farer for hvert drikkevannsbasseng. Av de mest relevante farene for de aktuelle drikkevannsbassengene som ble beskrevet, omhandlet 9 av 15 lekkasje eller innlekk til vannkammeret. Dette kan tyde på at representantene fra vannverket er klar over risikoen for innlekk eller lekkasje. I tillegg har 4 av 15 befarte drikkevannsbasseng tidligere hatt problemer med taket, med tanke på sprekker eller lekkasjer.

Når det kommer til problemer med ventilasjon var det ingen av de befarte drikkevannsbassengene som oppga at de tidligere har hatt problemer med dette. Likevel viser oppsummeringen av eksisterende tilsynsrapporter fra Mattilsynet av dette er den hendelsen som har fått flest varsel om vedtak, veiledning eller påpeking av plikt (tabell 4.1).



Ved oppdagelse av svakheter med ulike utforminger, typer eller konstruksjoner av selve drikkevannsbassenget, ventilasjon, nedstigningsluker, innvendig taknedløp, taktekkingsmaterialer, takkonstruksjon o.l. bør det gis tilbakemeldinger til produsenter og vannverk. Dette bør gjøres for å unngå at en unngår at samme feil blir gjentatt.

Gjennom grovanalysen og egen befarings av 15 drikkevannsbasseng i Trøndelag ble det avdekket flere mulige farekilder og uønskede hendelser. De største svakhetene som ble avdekket ved befarings og som kan føre til de uønskede hendelsene som er beskrevet omhandler svakheter med utvendig og innvendig nedstigningsluker, innvendig taknedløp, sluk på tak, overløpsrør og ventilasjon av drikkevannsbasseng.

Farekildene som ble benyttet i grovanalysen ble delt inn i zoonotiske og antropotiske smittestoffer. Dette ble gjort for å gi en mer oversiktlig inndeling av de uønskede hendelsene. Konsekvensene som finnes for de zoonotiske smittestoffene er relativt like, og det samme gjelder de antropotiske smittestoffene. Dette gjør denne sammenslåingen mulig. Gruppen zoonotiske smittestoffer inkluderer i dette prosjektet patogene bakterier (*Campylobacter*, *E. coli* og *Salmonella*) og parasitter (*Cryptosporidium*). Zoonotiske smittestoffer kan føre til ulike skader for abonnentene, slik som mild mage-/tarmbetennelse, alvorlig mage-/tarmbetennelse, asymptomisk bærertilstand og dødsfall. Antropotiske smittestoffer inkluderer patogene bakterier (*Shigella*), virus (Norovirus) og parasitter (*Giardia*). Antropotiske smittestoffer kan føre til mild mage-/tarmbetennelse, alvorlig mage-/tarmbetennelse, asymptomisk bærertilstand og dødsfall.

Blant de de uønskede hendelsene som ble vurdert i prosjektet var: «tilførsel av zoonotiske smittestoffer via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng», «tilførsel av antropotiske smittestoffer via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng», «tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng» og «tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng». Alle disse fire uønskede hendelsene faller innenfor enten gult eller rødt område i risikomatriksen, som betyr at enkelte drikkevannsbasseng i Norge med stor sannsynlighet kan bli utsatt for denne typen uønskede hendelser. Derfor er det viktig at det blir utført risikoreducerende tiltak ved flere drikkevannsbasseng i Norge.

Blant de undersøkte uønskede hendelsene ble «tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng», ansett som å ha høyest risiko. De helsemessige konsekvensene for abonnentene som følge av denne uønskede hendelsen kan være svært store, avhengig av hvor mange abonnenter drikkevannsbassenget leverer til. Dette gjør det også vanskelig å anslå hvor mange som kan bli beført av en hendelse. I tillegg er det en fortyningseffekt, hvor det kommer an på hvor mye av smittestoffet som blir tilført drikkevannet, hvor

mye vann som er i bassenget o.l. Sårbare abonnenter vil kunne få mer alvorlige konsekvenser. Konsekvensene som følge av tilførsel av zoonotiske smittestoffer i drikkevann kan være mild mage-/tarmbetennelse, alvorlig mage-/tarmbetennelse, asymptomisk bærertilstand og i verste fall dødsfall.

## 7 Konklusjon

Gjennom en grovanalyse og egne undersøkelser av 15 drikkevannsbasseng i Trøndelag ble det avdekket flere mulige farekilder og uønskede hendelser. De største svakhetene som ble avdekket ved befaring og som kan føre til de uønskede hendelsene som er beskrevet omhandler svakheter ved utvendig og innvendig nedstigningsluker, innvendig taknedløp, sluk på tak, overløpsrør og ventilasjon av drikkevannsbasseng. Blant de uønskede hendelsene som ble vurdert i prosjektet var «tilførsel av zoonotiske smittestoffer via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng», «tilførsel av antropotiske smittestoffer via vanninntrengning til vannkammer i drikkevannsbasseng», «tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler, insekter og pattedyr som kommer i direkte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng» og «tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng». Alle disse fire uønskede hendelsene faller innenfor enten gult eller rødt område i risikomatriksen, som betyr at enkelte drikkevannsbasseng i Norge med stor sannsynlighet kan bli utsatt for denne typen uønskede hendelser. Derfor er det viktig at det blir utført risikoreduserende tiltak ved flere drikkevannsbasseng i Norge.

Blant de undersøkte uønskede hendelsene ble «tilførsel av zoonotiske smittestoffer via fugler og pattedyr som kommer i indirekte kontakt med drikkevann i drikkevannsbasseng», ansett som å ha høyest risiko. De helsemessige konsekvensene for abonnentene som følge av denne uønskede hendelsen kan være mild mage-/tarmbetennelse, alvorlig mage-/tarmbetennelse, asymptomisk bærertilstand og i verste fall dødsfall.

## 8 Referanseliste

- Andersen, E. (2016) *Vannrapport 127. Vannforsyning og helse - veiledning i drikkevannshygiene*. Folkehelseinstituttet,. Tilgjengelig fra: <https://www.fhi.no/contentassets/10f6285109df44af96a0de9dd283c5ed/vannrapport-127---vannforsyning-og-helse.pdf> (Hentet: 15. mars 2019).
- Bartnes, J. et al. (2003) *Sårbarhet i vannforsyningen*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kilde/jd/rap/2003/0011/ddd/pdfv/193033-vannforsyningen.pdf>.
- Brinkmann, S. (2014) Interview, i Teo, T. (red.) *Encyclopedia of Critical Psychology*. New York, NY: Springer New York, s. 1008-1010.
- CICERO et al. (2008) *Klimaendringer og mikrobiologisk drikkevannskvalitet*. Tilgjengelig fra: [http://www.klimakommune.no/drikkevann/Klimaendringer\\_og\\_mikrobiologisk\\_drikkevannskvalitet.shtml](http://www.klimakommune.no/drikkevann/Klimaendringer_og_mikrobiologisk_drikkevannskvalitet.shtml) (Hentet: 31. januar 2019).
- Clark, G. (2013) Chapter 5 - Secondary data, i Flowerdew, R. og Martin, D. M. (red.) *Methods in Human Geography: A guide for students doing a research project*. Routledge.
- Cohen, D. og Crabtree, B. (2006) *Qualitative research guidelines project*.
- De nasjonale forskningsetiske komiteene (2010) *1. Kvalitative og kvantitative forskningsmetoder – likheter og forskjeller*. Tilgjengelig fra: <https://www.etikkom.no/forskningsetiske-retningslinjer/medisin-og-helse/kvalitativ-forskning/1-kvalitative-og-kvantitative-forskningsmetoder--likheter-og-forskjeller/> (Hentet: 1. mai 2019).
- Direktoratet for forvaltning og IKT (u.å.) *Helhetlige metoder*. Tilgjengelig fra: <https://internkontroll-infosikkerhet.difi.no/risikovurdering/godt-vite/helhetlige-metoder#ISO27005> (Hentet: 1. mai 2019).
- Drikkevannsforskriften (2017) *Forskrift om vannforsyning og drikkevann*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2016-12-22-1868> (Hentet: 13. oktober 2018).
- Enander, L. et al. (2015) *Sikkerhetsstyring for vannbransjen*. Hamar: Norsk Vann BA.
- Flowerdew, R. (2013) Chapter 4 - Finding previous work on the topic, i Flowerdew, R. og Martin, D. M. (red.) *Methods in Human Geography: A guide for students doing a research project*. Routledge.
- Folkehelseinstituttet (2004) *Vannforsyningens ABC*. (Kapittel B - Vannkvalitet): Folkehelseinstituttet. Tilgjengelig fra: <https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/tema/drikkevann/vannforsyningens-abc-kap-b-vannkvalitet-pdf.pdf> (Hentet: 31. januar 2019).
- Folkehelseinstituttet (2006) *Vannforsyningens ABC*. (Kapittel E - Vannforsyningsnett): Folkehelseinstituttet. Tilgjengelig fra:

- <https://fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/tema/drikkevann/vannforsyningens-abc-kap-e-vannforsyningsnett-pdf.pdf> (Hentet: 1. februar 2019).
- Folkehelseinstituttet (2018a) *Veileder for stoffer i drikkevann - Bakterier i drikkevann*. Tilgjengelig fra: <https://www.fhi.no/nettpub/stoffer-i-drikkevann/smittestoffer-i-drikkevann/bakterier-i-drikkevann/> (Hentet: 11. februar 2019).
- Folkehelseinstituttet (2018b) *Veileder for stoffer i drikkevann - Protozoer i drikkevann*. Tilgjengelig fra: <https://www.fhi.no/nettpub/stoffer-i-drikkevann/smittestoffer-i-drikkevann/protozoer-i-drikkevann/> (Hentet: 11. februar 2019).
- Folkehelseinstituttet (2018c) *Veileder for stoffer i drikkevann - Virus i drikkevann*. Tilgjengelig fra: <https://www.fhi.no/nettpub/stoffer-i-drikkevann/smittestoffer-i-drikkevann/virus-i-drikkevann/> (Hentet: 11. februar 2019).
- Folkehelseinstituttet (2018d) *Veileder for stoffer i drikkevann - Om stoffer i drikkevann*. Tilgjengelig fra: <https://www.fhi.no/nettpub/stoffer-i-drikkevann/om-stoffer-i-drikkevann/om-stoffer-i-drikkevann/> (Hentet: 11. februar 2019).
- Gjerde, B. (2015) Næringsmiddelborne parasittar, i Granum, P. E. (red.) *Matforgiftning - Smitte gjennom mat og vann*. Oslo: Høyskoleforlaget, s. 241-295.
- Granum, P. E. og Kapperud, G. (2015) Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner: En introduksjon, i Granum, P. E. (red.) *Matforgiftning - Smitte gjennom mat og vann*. Oslo: Høyskoleforlaget, s. 13-21.
- Guzman-Herrador, B. *et al.* (2015) Waterborne outbreaks in the Nordic countries, 1998 to 2012, *Eurosurveillance*, 20(24), s. 21160.
- Guzman-Herrador, B. *et al.* (2016) Vannbårne utbrudd i Norge i perioden 2003–12, *Tidsskrift for Den Norske Legeforening*, 7(136), s. 612-616.
- Hubálek, Z. (2003) Emerging human infectious diseases: anthroponoses, zoonoses, and sapronoses, *Emerging infectious diseases*, 9(3), s. 403.
- International Organization of Standardization (2010) *Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction*. (ISO 12100:2010). Tilgjengelig fra: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:12100:ed-1:v1:en> (Hentet: 13. januar 2019).
- Jørgensen, T. L. (2016) *Samfunn*. Tilgjengelig fra: <https://www.norskvann.no/index.php/samfunnsutvikling/generelle-rammevilkar> (Hentet: 16. april 2019).
- Kapperud, G. (2015a) Salmonella, i Granum, P. E. (red.) *Matforgiftning - Smitte gjennom mat og vann*. Oslo: Høyskoleforlaget, s. 96-111.

- Kapperud, G. (2015b) *Campylobacter*, i Granum, P. E. (red.) *Matforgiftning - Smitte gjennom mat og vann*. Oslo: Høyskoleforlaget, s. 65-77.
- Kapperud, G. (2015c) Matbårne infeksjoner og intoksikasjoner: Forekomst og betydning, i Granum, P. E. (red.) *Matforgiftning - Smitte gjennom mat og vann*. Oslo: Høyskoleforlaget, s. 22-35.
- L'Abée-Lund, T. og Wasteson, Y. (2015a) *Escherichia coli*, i Granum, P. E. (red.) *Matforgiftning - Smitte gjennom mat og vann*. Oslo: Høyskoleforlaget, s. 78-95.
- L'Abée-Lund, T. og Wasteson, Y. (2015b) *Shigella spp.*, i Granum, P. E. (red.) *Matforgiftning - Smitte gjennom mat og vann*. Oslo: Høyskoleforlaget, s. 112-119.
- Liane, S. F. (2010) *Drikkevannskvalitet og kommende utfordringer : problemoversikt og status*. Hamar: Norsk Vann BA.
- Lorås, B. (2017) *Campylobacter - utbrudd i Steinkjer 2017*: Mattilsynet.
- MacDonald, E. et al. (2018) *Årsrapport 2017: Utbrudd av smittsomme sykdommer. Vevbasert system for utbruddsvarsling (Vesuv)*. Folkehelseinstituttet. Tilgjengelig fra: [https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2018/arsrapport-utbrudd\\_2017\\_med-omslag.pdf](https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2018/arsrapport-utbrudd_2017_med-omslag.pdf) (Hentet: 12. april 2019).
- Matloven - matl (2004) *Lov om matproduksjon og mattrygghet mv. (matloven)*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2003-12-19-124?q=matloven> (Hentet: 19. mars 2019).
- Matlovforskriften (2017) *Forskrift om allmenne prinsipper og krav i næringsmiddelregelverket*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2008-12-22-1620> (Hentet: 19. mars 2019).
- Mattilsynet (2009) Prosjekt høydebasseng Trondheim vannverk.
- Mattilsynet (2017a) Kravpunktmal tilsyn med høydebasseng 2017.
- Mattilsynet (2017b) *Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen - fra ROS til operativ beredskap*. Tilgjengelig fra: [https://www.mattilsynet.no/mat\\_og\\_vann/vann/vannforsyningssystem/okt\\_sikkerhet\\_og\\_beredskap\\_i\\_vannforsyningen\\_fra\\_ros\\_til\\_operativ\\_beredskap.1894/binary/%C3%98kt%20sikkerhet%20og%20beredskap%20i%20vannforsyningen%20-%20fra%20ROS%20til%20operativ%20beredskap](https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/vann/vannforsyningssystem/okt_sikkerhet_og_beredskap_i_vannforsyningen_fra_ros_til_operativ_beredskap.1894/binary/%C3%98kt%20sikkerhet%20og%20beredskap%20i%20vannforsyningen%20-%20fra%20ROS%20til%20operativ%20beredskap).
- Mattilsynet (2017c) *Region Øst - Tilsyn med drikkevannsbasseng 2017*. Region Øst: Mattilsynet. Tilgjengelig fra: [https://www.mattilsynet.no/mat\\_og\\_vann/vann/vannforsyningssystem/rapport\\_tilsyn\\_med\\_drikkevannsbassenger\\_2017\\_region\\_ost.28800/binary/Rapport:%20Tilsyn%20med%20drikkevannsbassenger%202017%20-%20Region%20%C3%98st](https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/vann/vannforsyningssystem/rapport_tilsyn_med_drikkevannsbassenger_2017_region_ost.28800/binary/Rapport:%20Tilsyn%20med%20drikkevannsbassenger%202017%20-%20Region%20%C3%98st) (Hentet: 6. desember 2018).

- Mattilsynet (2018) *Veileder drikkevannsforskriften*. Tilgjengelig fra: [https://www.mattilsynet.no/om\\_mattilsynet/gjeldende\\_regelverk/veiledere/veiledning\\_til\\_drikkevannsforskriften.25091](https://www.mattilsynet.no/om_mattilsynet/gjeldende_regelverk/veiledere/veiledning_til_drikkevannsforskriften.25091) (Hentet: 21. januar 2019).
- Mattilsynet (2019) *Om Mattilsynet*. Tilgjengelig fra: [https://www.mattilsynet.no/om\\_mattilsynet/](https://www.mattilsynet.no/om_mattilsynet/) (Hentet: 19. mars 2019).
- Myrmel, M. (2015) Næringsmiddelbårne virus, i Granum, P. E. (red.) *Matforgiftning - Smitte gjennom mat og vann*. Oslo: Høyskoleforlaget, s. 213-231.
- Myrvang, B. (2009) *Campylobakterinfeksjon Store medisinske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/campylobakterinfeksjon> (Hentet: 11. februar 2019).
- Myrvang, B. (2018) *Zoonose Store medisinske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/zoonose> (Hentet: 1. mai 2019).
- NOU 2006:6 (2006) *Når sikkerheten er viktigst*. Oslo: Departementenes servicesenter, Informasjonsforvaltning.
- Official Journal of the European Communities (2002) *Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council*. Tilgjengelig fra: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0178&from=EN> (Hentet: 8. april 2019).
- Ot.prp. nr. 100 (2002-2003) (2003) *Om lov om matproduksjon og mattrygghet mv. (matloven)*. Oslo: Helse- og omsorgsdepartementet. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/otprp-nr-100-2002-2003-id175611/sec5> (Hentet: 8. april 2019).
- Parfitt, J. (2013) Chapter 6 - Questionnaire design and sampling, i Flowerdew, R. og Martin, D. M. (red.) *Methods in Human Geography: A guide for students doing a research project*. Routledge.
- Ramsay, C. N. og Marsh, J. (1990) Giardiasis due to deliberate contamination of water supply, *The Lancet*, 336, s. 880-881.
- Rausand, M. og Utne, I. B. (2009) *Risikoanalyse : teori og metoder*. Trondheim: Tapir akademisk forl.
- Riis, L., Hareide, A. og Norsk Vann, B. A. (2017) *Sikring av vannforsyning mot tilsiktede uønskede hendelser*. Hamar: Norsk Vann BA.
- Sirum, J., Trøan, M. og Mostue, G. (2011) *Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng*. [Rev. utg.]. utg. Hamar: Norsk Vann BA.
- Skjærstad, E. M. (2013) *Ledningsnett*. Tilgjengelig fra: <https://norskvann.no/index.php/vann/ledningsnett>.
- Smittevernloven - smvl (1995) *Lov om vern mot smittsomme sykdommer*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1994-08-05-55> (Hentet: 13. mars 2019).

- Smolan, G. og Vaskvik, S. (2014) *HACCP - arbeid med mattrygghet*. Oslo: Yrkeslitteratur as
- Standard Norge (1999) *NS-EN 1508 Vannforsyning - Krav til systemer og komponenter for vannlagring*. Tilgjengelig fra: <http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=139820> (Hentet: 21. januar 2019).
- Standard Norge (2008) *NS 5814 Krav til risikovurderinger*. Tilgjengelig fra: <http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=337102> (Hentet: 13. januar 2019).
- Standard Norge (2013) *NS-EN 15975-2 Sikkerhet ved drikkevannsforsyning - Veiledning i risikostyring og krisehåndtering - Del 2: Risikostyring*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=665122> (Hentet: 18. mars 2019).
- Tuhovcak, L., Rucka, J. J. S. A. M. o. W. S. og Infrastructures, W. (2009) Hazard identification and risk analysis of water supply systems, s. 287.
- Tømjun, T. (2009) *E. coli-enteritt Store medisinske leksikon*. Tilgjengelig fra: [https://sml.snl.no/E\\_coli-enteritt](https://sml.snl.no/E_coli-enteritt) (Hentet: 11. februar 2019).
- Tømjun, T. (2018) *Parasitter Store medisinske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/parasitter> (Hentet: 11. februar 2019).
- Valentine, G. (2013) Chapter 7 - Tell me about ...: using interviews as a research methodology, i Flowerdew, R. og Martin, D. M. (red.) *Methods in Human Geography: A guide for students doing a research project*. Routledge.
- Vincoli, J. W. (2014) *Basic Guide to System Safety*. John Wiley & Sons.
- Wahl, E. (2009) *Tilsyn med høydebasseng ved Trondheim vannverk*. Trondheim: Mattilsynets distriktskontor for Trondheim og Orkdal.
- Wahl, E. (2014) *Tilsynsrapport - Etter tilsyn med vannforsyningssystem 2014/193677*: Mattilsynet.
- World Health Organization (2017) *Guidelines for drinking-water quality: first addendum to the fourth edition*.