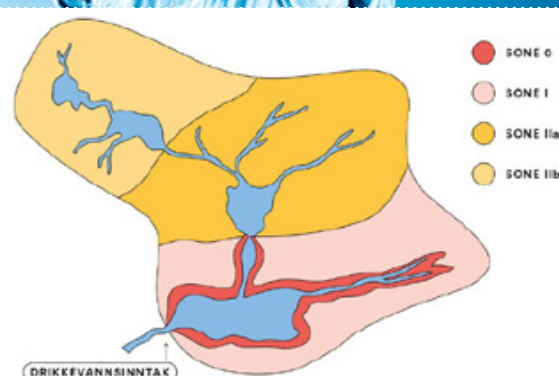
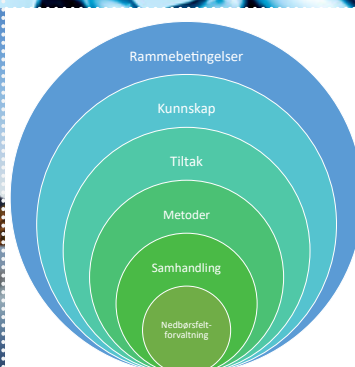




Forvaltning av nedbørsfelt for overflatevannkilder – en veiledning



Norsk Vann Rapport

Det utgis tre typer rapporter:

Rapportserie A

Dette er de opprinnelige hovedrapportene.

Dette kan være:

- Rapportering av prosjekter som er gjennomført innenfor organisasjonens eget prosjektsystem
- Rapportering av spleiselagsprosjekter hvor to eller flere andelseiere i Norsk Vann BA samarbeider for å løse felles utfordringer
- Rapportering av prosjekter som er gjennomført av andelseiere eller andre.
Rapporten vil i slike tilfeller kunne være en ren kopi av originalrapporten eller noe bearbeidet

Fortløpende nummer xx-årstall

Rapportserie B

Dette er en serie for «enklere» rapporter, for eksempel forprosjekter, som vil være grunnlag for videre prosjektvirksomhet mm.

Fortløpende nummer Bxx-årstall

Rapportserie C

Dette er rapporter delfinansiert av Norsk Vann, men som er utgitt av andre.

Fortløpende nummer Cxx-årstall



Norsk Vann BA, Vangsvegen 143, 2321 Hamar
Tlf: 62 55 30 30 E-post: post@norsk vann.no
www.norsk vann.no



Prosjekresultatene fra Norsk Vann Rapport (serie A og B) kan fritt benyttes internt i egen organisasjon. Når prosjekresultatene benyttes i skriftlig materiale, må kilde oppgis. Videre salg/ formidling av resultatene utover dette er kun tillatt etter skriftlig avtale med Norsk Vann BA.

Norsk Vanns rapporter utarbeides i samspill mellom rådgiver, styringsgruppe og referansegruppe for prosjektet og er ikke behandlet i Norsk Vanns styrende organer. Norsk Vann har ikke ansvar for feil eller ufullstendigheter som måtte forekomme i rapporten og kan ikke stilles økonomisk eller på annen måte til ansvar for problemer som måtte oppstå som følge av bruk av rapporten.

Norsk Vann Rapport

Norsk Vann BA

Adresse: Vangsvegen 143, 2321 Hamar
Telefon: 62 55 30 30
E-post: post@norsk vann.no
Internettadresse: norsk vann.no

Rapportens tittel

Forvaltning av nedbørsfelt for overflatevannkilder
– en veiledning.

Forfatter(e)

Mathias H. Kleppen, Anne-Marie Bomo og
Svein Forberg Liane

Ekstrakt

God forvaltning av nedbørsfelt til drikkevannskilder stiller krav til forskjellig kompetanse og samhandling. Økologiens første bud om at «alt henger sammen» går som en rød tråd gjennom denne veiledningen. Leseren vil bli presentert relevante rammebetingelser (kap. 2), og kunnskapsstatus på forurensende aktiviteter og kilder (kap. 3). Et omfattende kapittel om ulike tiltak (kap. 4) tar for seg alt fra overordnede føringer for å bedre vannkvaliteten til mer detaljerte enkelttiltak så langt det har latt seg gjøre. Kap. 5 er en «verktøykasse» som omhandler metoder for bedømmelse av risiko. Noen er skal-krav slik som utførelse av ROS-analyse, andre kan hjelpe til med prioriteringer og målrettede tiltak som eksempelvis mikrobiell kildesporing. Samhandling (kap. 6) har gjennomgående blitt vektlagt i veiledningen, i dette kapittelet beskrives kort de ulike offentlige aktører. Avslutningsvis presenterer kap. 7 oppsummering og anbefalinger basert på funn i de foregående kapitler. Som rapportens tittel antyder, er grunnvannskilder ikke omtalt.

Rapportnummer: 254/2020

ISBN 978-82-414-0448-1 (elektronisk utg.)

ISSN 1504-9884 (trykt utgave)

ISSN 1890-8802 (elektronisk utg.)

Emneord, norsk

Nedbørsfeltforvaltning, overflatekilder, drikkevannskilder, forurensning, vannkvalitet, tiltak, rammebetingelser, samhandling, metoder og data.

Emneord, engelsk

Catchment management, surface waters, drinking water, pollution, water quality, controls, laws- and regulations, cooperation, methods and data.

Forord



Et viktig mål i vannforskriften og drikkevannsforskriften er at drikkevannskilder skal beskyttes mot forurensning slik at omfanget av rensing ved produksjon av drikkevann reduseres. Hva som er mulig å få til i praksis vil derimot variere, og gjennomføring av tiltak krever betydelig samhandling mellom vannverkseier og en rekke andre aktører. God fagkunnskap er nødvendig for å vurdere behovet og argumentere for nytten av ulike beskyttelsestiltak. Endringer i klima og samfunn som påvirker avrenning av forurensning til vannkilder kompliserer dette ytterligere. Målet med denne veiledningen har vært å gi en systematisk oversikt over faktorene som har betydning for forvaltning av nedbørsfelt til drikkevannskilder. Vi håper rapporten kan gi et godt grunnlag for den enkelte kommune i arbeidet med å oppnå tilstrekkelig beskyttelse av egne drikkevannskilder for dagens og fremtidige generasjoner.

Prosjektarbeidet er utført av rådgivere i Norconsult AS:

- Rådgiver (Dr. Scient) Anne Marie Bomo (prosjektleder/forfatter)
- Rådgiver vann- og miljø (MSc.) Mathias H. Kleppen (forfatter)
- Spesialrådgiver VA-prosess (siv.ing.) Svein F. Liane (forfatter)

Arbeidet har i stor grad bestått av omfattende litteratursøk og innhenting av informasjon fra stat- og kommuner, forskningsmiljø og andre relevante aktører i inn- og utland.

I tillegg har en intern ressursgruppe bidratt i prosjektet:

- Ingun Tryland, Kjetil Furuberg og Heidi Skaug, Norsk Vann BA (oppdragsgiver)
- Line Ruden og Erik Wahl, Mattilsynet (referansegruppe)
- Vidar Lund, Folkehelseinstituttet (referansegruppe)
- Unni Synnøve Lea, IVAR IKS (referansegruppe)
- Tanja Breyholtz, Vestfold Vann (referansegruppe)
- Hilde Bellingmo, Trondheim kommune (styringsgruppe)
- Terje Wold, Oslo kommune (styringsgruppe)
- David Mertsching, Ålesund kommune (styringsgruppe)
- Sissel Aasebø, Askøy kommune (styringsgruppe)
- Svein Magnus Tveit, Haugesund kommune (styringsgruppe)
- Urd Ingunn Eriksen, Bergen kommune (referansegruppe)
- Ståle Haaland, NIBIO (referansegruppe)

I samband med informasjonsinnhenting er vi takknemlige for bidrag fra:

- Førsteamanuensis Synne Kleiven og Emeritus Hans C. Utkilen, Universitetet i Sør-Norge, Bø
- Greg Greene, Principal Source Protection Planning, SEQwater, Australia
- Sanni Eerikäinen, Project Manager, Finnish Water Forum, Finland
- Jared Stewart, Technical Lead-Catchment Management, Scottish Water, Skottland
- Anna Dahlin, Miljørådgiver, Mark och Vatten, Norconsult AB, Sverige

Norsk Vanns prosjektledere var innledningsvis Kjetil Furuberg og avslutningsvis Ingun Tryland.

Oslo, 15. april 2020
Ingun Tryland

Sammendrag

Nok drikkevann av god kvalitet er et lokalt og regionalt ansvarsområde av kritisk betydning for en rekke samfunns mål. God og helhetlig forvaltning av drikkevannet, fra kilde til tappekran, krever lokal og regional kunnskap og engasjement, både i stat og kommunesektor, næringsliv, FoU-virksomheter, i frivillige organisasjoner og hos enkeltpersoner. For å få til god forankring er det viktig at aktørene lokalt og regionalt involveres i arbeidet, og at samhandlingen mellom aktørene fungerer godt. Slik sett stiller forvaltning av nedbørsfelt større krav til samhandling med andre aktører enn drift av vannbehandlingsanlegg og ledningsanlegg som i stor grad håndteres av kommunenes egne VA-etater. Samhandling er et gjennomgangstema i veiledningen, med fokus på de som jobber mot god drikkevannskvalitet etter drikkevannsforskriften, og de som jobber mot god

økologisk og kjemisk tilstand i vannforekomster etter vannforskriften.

Denne veiledningen er et forsøk på å samle relevant informasjon som vannverkseiere og andre interessenter kan benytte i sitt arbeid med nedbørsfeltforvaltning. Det gis en hel del relevant informasjon direkte i teksten, i tillegg gis det mulighet for å grave dypere i enkelte tema via et mangfold av «hyperlinker» og referanser. Norge er et langstrakt land med stor variasjon i natur- og samfunnsgitte faktorer i de ulike nedbørsfelt. Det er viktig at leseren har det med seg videre. Denne veiledningen er et nyttig kunnskapsgrunnlag, og et godt utgangspunkt for å kunne forvalte sitt nedbørsfelt på best mulig vis, men hva som er mest relevant i hvert enkelt tilfelle må vurderes utfra lokale forhold.



Figur 1: Seljordsvatnet – en typisk overflatevannkilde i et nedbørsfelt med flere ulike aktiviteter. Seljordsvatnet er kommunal drikkevannskilde, resipient for kommunalt og spredt avløpsvann, det går veier tett på, det er landbruk og næringsliv, turisme, friluftsliv og rekreasjon (Foto: M. H. Kleppen)

English summary

This report is published in Norwegian by Norwegian Water BA (Norsk Vann BA).

Address: Vangsvegen 143, NO-2321 Hamar, Norway
Phone: + 47 62 55 30 30
E-mail: post@norskvann.no
Website: www.norskvann.no

Report no: 254 - 2020
Report title: Forvaltning av nedbørsfelt for overflatedrikkevannskilder. En veiledning.
Date of issue: 15.04 2020
Author: Mathias H. Kleppen, Anne-Marie Bomo og Svein Forberg Liane

ISBN: 978-82-414-0448-1 (electronic edition)
ISSN 1504-9884 (printed edition)
ISSN 1890-9248 (electronic edition)

Summary

Enough drinking water of good quality is a local and regional area of responsibility that is critical for several social demands. Good and comprehensive management of drinking water, from source to tap, requires local and regional knowledge and involvement, both in the state and municipal sector, business, R&D, voluntary organizations and individuals. In order to achieve a good foundation, it is important that the stakeholders locally and

regionally are involved in the work, and that the interaction between the stakeholders works well. In this way, the management of catchment areas places greater demands on interaction with other stakeholders than the operation of water treatment plants or water distribution systems, which are largely handled by the municipalities' own water agencies. Interaction is a review topic in the guide, often focusing on those who work towards good drinking water quality according to the drinking water regulations (Regulations concerning water supply and water intended for human consumption), and those who work on good ecological and chemical water quality according to the water regulations under EU's Water Framework Directive.

This guideline is an attempt to gather relevant information that water utilities and other stakeholders can use in their work on catchment management. A lot of relevant information is given directly in the text, and it is also possible to dig deeper into certain topics via a variety of "hyperlinks" and references. Norway is an elongated country with wide variation in natural and societal factors in the various catchment areas. It is important that the reader keep this in mind. This guideline is a useful knowledge base, and a good starting point for managing your catchment in the best possible way, but what is of particular relevance in each case must be assessed on the basis of local conditions.

Forkortelser, begreper og definisjoner

Beredskap:

Den organisering, kompetanse og ressurser som benyttes til å håndtere en uønsket hendelse.

Dimensjonerende hendelse:

Hendelser som er representative (typiske) og dimensjonerende (mest krevende) for beredskapen.

Drikkevann:

Drikkevann er ikke bare det vannet som skal drikkes, men også det som brukes til andre husholdningsformål som for eksempel til rengjøring, i toaletter, på arbeidsplasser og til matlaging. Også vann som brukes i næringsmiddel-foretak inngår i begrepet, hvis det i næringsmiddel-hygiene-forskriften er krav til drikkevannskvalitet på vannet.

Hensynssone:

Hensynssone i reguleringsplan avgrenser et område der det gjelder en spesiell regulerings-bestemmelse med hjemmel i plan- og bygningsloven § 12-7. Hensynssoner i seg selv etter plan- og bygningsloven § 11-8 gir på reguleringsplannivå ingen hjemler for å styre arealbruk uten at det er knyttet reguleringsbestemmelse til hensynssonen. Det er følgelig reguleringsbestemmelsen og utformingen av denne som gir arealstyringen innenfor en hensynssone i reguleringsplan. Hensynssone for sikring av nedslagsfelt for drikkevann, brukes når det er behov for restriksjoner for å beskytte råvannskilder og vanntilsigsområder, jf. drikkevannsforskriften § 26.

Hygienisk barriere:

En hygienisk barriere kan være naturlig, for eksempel godt råvann med få forurensningskilder og dypt inntak. Den kan også være konstruert, for eksempel i form av restriksjoner i vanntilsigsområdet eller i form av vannbehandling. Formålet med hygieniske barrierer er å hindre at virus, bakterier, parasitter, andre mikroorganismer eller kjemiske stoffer finnes i drikkevannet i et antall eller en konsentrasjon som kan innebære en risiko for at drikkevannet ikke er helsemessig trygt.

IBU:

Investerings- og bedriftsutviklingsmidler i landbruket.

Klausulering:

Å klausulere er å forsyne med klausul(er). Begrepet brukes gjerne om vilkår stilt i en avtale. En klausul er en innskrenkende tilleggsbestemmelse, forbehold, betingelse og liknende i en kontrakt.

MBA:

Mikrobiell barriereanalyse.

MST:

Mikrobiell kildesporing (eng: Microbial Source Tracking).

Nedbørsfelt:

Også kalt avløpsfelt, tilsigsfelt, nedslagsfelt og vanntilførselsfelt (eller -område, eventuelt -distrikt) er et område med felles avrenning til et hav, en elv, en innsjø eller bekk. Grensen mellom to nedbørsfelt går langs vannskille.

NOM:

Naturlig organisk materiale (humus).

PFAS:

Per- og polyfluoreerte alkylstoffer. Organiske fluorforbindelser som består av blant annet fluor og karbonforbindelser. Brukes i en rekke produkter på grunn av sine vann- og smussavvisende egenskaper. Er miljøgifter og kan være skadelige for mennesker og dyr.

Resipient:

Mottaker. Kan være luft, vann eller jord som tilføres forurensning. Oftest benyttet om vann, for eksempel sjøresipient og ferskvannsresipient, grunnvann- og overflatevannresipient.

Risiko:

Uttrykk for den fare som uønskede hendelser representerer for mennesker, miljø og materielle verdier. Risikoen uttrykkes ved sannsynligheten for-, og konsekvensene av, de uønskede hendelsene. (NS 5814).

Risikoreduserende tiltak:

Tiltak som reduserer sannsynligheten for, eller konsekvensene av, en uønsket hendelse. (Tilpasning avledet fra NS 5814).

RMP:

Regionale miljøtiltak.

ROS:

Risiko- og sårbarhetsanalyse (ofte brukt synonymt med farekartlegging).

Råvann:

Vann som brukes til produksjon av drikkevann.

Råvannskilde:

Vannforekomst som råvann hentes fra.

Sikringssone:

Sikringssoner angir områder hvor det er nødvendig med restriksjoner av hensyn til fare og trafikksikkerhet m.m. Sikringssoner omfatter nedslagsfelt drikkevann, område for grunnvannsforsyning, m.m.

SMIL:

Spesielle miljøtiltak i landbruket.

Sårbarhet:

Uttrykk for et systems (manglende) evne til å fungere og oppnå sine mål når det utsettes for påkjenninger. Det motsatte av sårbarhet er robusthet.

Tiltak:

Et foretagende med en bestemt hensikt. I denne veiledningen i betydning av å sikre eller bedre drikkevannskvaliteten.

TKB:

Termotolerante koliforme bakterier.

QMRA:

Kvantitativ mikrobiell risikovurdering.

Innhold

1. BAKGRUNN OG MÅLSETNING	12	4. TILTAK	37
2. RAMMEBETINGELSER	14	4.1. Resultater fra UK Water Industry Research Ltd. sitt forskningsprosjekt (2019)	38
2.1. Lov om matproduksjon og mattrygghet mv (matloven)	14	4.1.1. Norske forhold relatert til UKWIR undersøkelsen	39
2.1.1. Forskrift om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften)	14	4.2. Erfaringer fra andre land	40
2.1.2. Forskrift om plantevernmidler	15	4.2.1. Sverige	40
2.2. Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven)	15	4.2.2. Skottland	40
2.3. Lov om folkehelsearbeid (folkehelseloven)	16	4.2.3. Australia	41
2.3.1. Føre-var-prinsippet	16	4.2.4. Finland	41
2.4. Plan- og bygningsloven	17	4.3. Forvaltningstiltak knyttet til vannforskriften og EU's vanndirektiv	41
2.4.1. Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging	17	4.3.1. Nasjonale føringer for avløp	42
2.5. Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven)	18	4.3.2. Nasjonale føringer for landbruk	42
2.6. Lov om jord (jordlova)	18	4.3.3. Nasjonale føringer for drikkevann og badevann	44
2.7. Lov om oreigning av fast eiendom (oreigningsloven)	18	4.3.4. Forholdet mellom Nasjonale mål for vann og helse og vannforskriften	44
2.8. Lov om skogbruk (skoglova)	18	4.3.5. Nasjonale mål som er viktige i et folkehelseperspektiv	44
2.8.1. Forskrift om bærekraftig skogbruk	19	4.3.6. Nasjonale føringer for samferdsel	45
2.9. Friluftsløven (lov om friluftslivet)	19	4.4. Vannmiljø i arealplanleggingen	47
2.10. Andre statlige rammebetingelser og veiledere	19	4.4.1. Kommuneplanens arealdel	47
2.10.1. EUs rammedirektiv for vann (Vanndirektivet)	19	4.5. Eksempler på detaljerte tiltak – skogbruk	49
2.10.2. WHO's Protokoll for vann og helse - Nasjonale mål for vann og helse	19	4.5.1. Krav/tiltak for å sikre vannressurser og naturmiljø	49
2.10.3. Vannrapport 127 Vannforsyning og helse (veiledning i drikkevannshygiene)	20	4.6. Eksempler på detaljerte tiltak – jordbruk	49
2.10.4. Temaveileder: Drikkevannshensyn i kommunalt, regionalt og statlig samarbeid	20	4.6.1. Bekkeåpning og restaurering	50
3. KUNNSKAPSSTATUS – FORURENSENDE AKTIVITETER OG KILDER	21	4.6.2. Kantsoner	50
3.1. Generelt om forurensende aktiviteter og kilder	21	4.6.3. Fangdammer og renseparker	50
3.1.1. Forventede klimaendringer	21	4.6.4. Fangvekster	50
3.1.2. Utslipp av avløpsvann	22	4.6.5. Gjødslingsplanlegging	51
3.1.3. Samferdsel – vegtrafikk	22	4.6.6. Grasdekte vannveier	51
3.1.4. Skogbruk	23	4.6.7. Hydrotekniske tiltak	51
3.1.5. Jordbruk og husdyrhold	24	4.6.8. Miljøtilpasset jordarbeiding	51
3.1.6. Fritid og rekreasjon	24	4.6.9. Punktkilder	51
3.1.7. Næringsvirksomhet	25	4.6.10. Tiltak og kost/nytte effekt	52
3.1.8. Fyllinger, deponier og lager	25	4.7. Eksempler på detaljerte tiltak – avløp i spredt bebyggelse	53
3.1.9. Naturlig organisk materiale (NOM)	25	4.8. Eksempler på detaljerte tiltak – Beskyttelse av vannkilder ved soneinndeling med restriksjoner	55
3.2. Generelt om mikrobiologiske og kjemiske forurensninger	26	4.9. Eksempel fra en norsk kommune – Trondheim	57
3.2.1. Mikrobiologisk forurensning	26	4.9.1. Arealbruk og aktivitet i nedbørsfeltet til Jonsvatnet	58
3.2.2. Mennesket som smittekilde	29	4.9.2. Juridisk status og klausulering	59
3.2.3. Kjemisk forurensning	30	4.9.3. Resultat og veien videre	60
3.3. Vannbehandling – effekter på mikrobiologisk og kjemisk forurensning	33		
3.3.1. Koagulering-filtrering	33		
3.3.2. Nanomembranfiltrering	34		
3.3.3. Ozonering-biofiltrering	34		
3.3.4. Aktivt kull	35		
3.3.5. Sand- og marmorfilter	35		
3.3.6. UV-desinfeksjon	35		
3.3.7. Klordesinfeksjon	36		
3.3.8. Oppsummering	36		

5. METODER FOR BEDØMMELSE AV RISIKO	62
5.1. Risiko og sårbarhetsanalyse (ROS)	62
5.2. Prøvetaking og analyse	63
5.2.1. Råvannsprøver	63
5.2.2. Mikrobiell kildesporing	64
5.3. Forurensningsanalyse og modellering	65
5.4. Mikrobiell barriereanalyse (MBA)	67
5.4.1. MBA-metodikk	67
5.4.2. Råvannets kvalitet og kildekategori	68
5.4.3. Effekt av tiltak i kilde og nedbørsfelt	69
5.4.4. Begrensninger i en MBA-vurdering	70
5.5. Kvantitativ mikrobiell risikovurdering (QMRA)	70
6. SAMHANDLING	72
6.1. Samhandling internt i kommunen	72
6.1.1. Vann og avløp	72
6.1.2. Plan og bygning	72
6.1.3. Landbruk	72
6.1.4. Helse og velferd	72
6.1.5. Beredskap	72
6.1.6. Formalisering av det interne samarbeidet	73
6.2. Samhandling på tvers av myndigheter	73
6.2.1. Nabokommuner	73
6.2.2. Mattilsynet	73
6.2.3. Statens vegvesen	73
6.2.4. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)	73
6.2.5. Fylkesmannen	73
6.2.6. Fylkeskommunen	73
6.3. Vannforvaltningssamarbeidet - innspill fra KS	74
7. OPPSUMMERING OG ANBEFALINGER	75
7.1. Anbefalinger	76
7.1.1. Karakterisering av nedbørsfeltet og råvannskilden	76
7.1.2. Etablere samarbeid	77
7.1.3. Identifiser og evaluer mulige forvaltningsstrategier	78
8. REFERANSER	80
Tidligere utgitte rapporter	83

1. BAKGRUNN OG MÅLSETNING

Beskyttelse og god forvaltning av nedbørsfelt er viktig for å ha kontroll på risikoen for redusert råvannskvalitet. I Norge, og i stor grad internasjonalt, er det et viktig prinsipp innen vannforsyningen at man skal beskytte vannkildene så godt som mulig, heller enn å innføre omfattende vannbehandling. Dårlig råvannskvalitet setter økte krav til vannbehandlingen, og oppgradering og investering i ny vannbehandling blir ofte kostbart.

Dårlig råvannskvalitet kan gi store utfordringer mhp. leveringssikkerhet. Leveringssikkerhet betyr at vannforsyningssystemene skal kunne levere drikkevann under alle påregnelige forhold (jf. drikke-vannsforskriften § 9). Dette inkluderer beredskap ved uforutsette hendelser. Konsekvensene ved bortfall av drikkevann er potensielt svært store. En rekke samfunnskritiske funksjoner, f.eks. helse- og brannvesen, vil møte problemer etter relativt kort tid. Avløpssystemet må også tilføres vann kontinuerlig for å fungere. Det er derfor helt nødvendig at vannforsyningen har god beredskap (Mattilsynet, 2019). En viktig del av denne beredskapen er råvannskilder med god kvalitet og kontroll på aktiviteter i nedbørsfeltet.

Følgende punkter er derfor grunnleggende:

- Ved valg av nye råvannskilder skal det velges kilder som er godt beskyttet mot forurensning og som har tilstrekkelig kapasitet.
- Eksisterende og planlagte drikkevannskilder skal beskyttes mot forurensning slik at behovet for vannbehandling blir minst mulig.

God kontroll på råvannskvaliteten krever god forvaltning av vannkildene. I Norge er det store variasjoner med hensyn på nedbørsfelt og vannkilde, og hva som er mulig å gjennomføre av beskyttelse og tiltak for å redusere eller hindre forurensning. Foruten rent vannfaglige vurderinger er dette også en kombinasjon av historisk utvikling, regelverk, myndighetskrav, samt politiske og økonomiske føringer. Felles for alle er de krav som følger av rammebetingelsene.

Aktiviteter i eller rundt råvannskilden eller i nedbørsfeltet, medfører en risiko for forurensning. Dette gir et behov for beskyttelse av vannkilden. Det kan være usikkerhet knyttet til nivå på beskyttelse og hvilke tiltak som må iverksettes for å oppnå nødvendig beskyttelse.

Aktiviteter og forurensningskilder som kan utgjøre en forurensningsfare for nedbørsfelt og drikkevann vil variere geografisk, men typisk er urbanisering (bebyggelse og utslipp fra avløpssystemer, trafikk og næringsvirksomhet, menneskelig aktivitet ifm. rekreasjon og friluftsliv), landbruk (diffuse utslipp og punktutslipp av

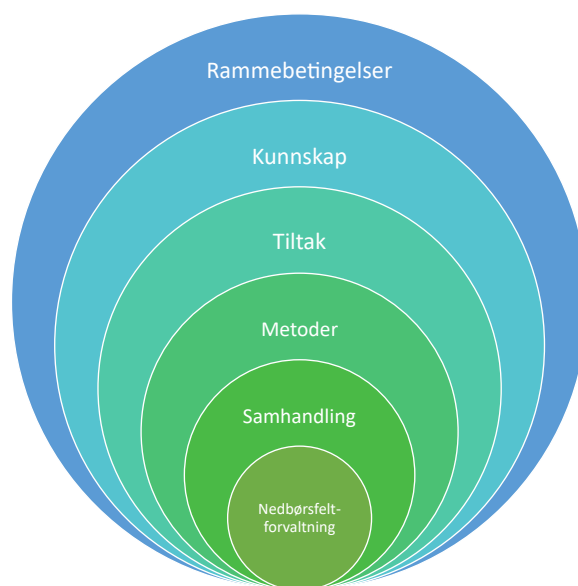
fekal forurensning fra husdyr, avrenning av næringsstoffer, pesticider og jordpartikler), fekal forurensning fra vilt og fugl, samt forventede klimaendringer som kan føre til økt utvasking fra jordsmonn og økt tilrenning til kilden av naturlig organisk materiale (NOM).

Det foreligger mye kunnskap om disse temaene i ulike fagmiljøer, men kunnskapen er fragmentert og oppleves vanskelig tilgjengelig, spesielt hvis det ikke er koblet opp mot vannforsyningsproblematikk. Målsetningen med dette prosjektet har derfor vært å samle inn, systematisere og tilrettelegge kunnskapen på en måte som gir vannverkseier en veiledning for forvaltning av nedbørsfelt. Veiledningen inneholder mange linker i teksten til mer detaljert kunnskap.

Denne veiledningen omhandler:

- Kap. 2: Rammebetingelser
- Kap. 3: Kunnskapsstatus – forurensende aktiviteter og kilder
- Kap. 4: Tiltak
- Kap. 5: Metoder for bedømmelse av risiko
- Kap. 6: Samhandling
- Kap. 7: Oppsummering og anbefalinger

Detaljert innhold under hvert kapittel sees i innholdsfor-tegnelsen s. 10.



Figur 2: «Alt henger sammen». God forvaltning av nedbørsfelt stiller krav til forskjellig kompetanse og samhandling.

I Norge er den vanlige formen for forvaltning av nedbørsfelt til drikkevannskilder tett knyttet opp mot sikringssoner med restriksjoner eller klausuleringer (kap. 4.8). Klausulering er en rådgighetsinnskrenkning der myndigheter regulerer fast eiendom slik at eier mister bruksretter. Det kan også være en innskrenking i allmenhetens bruk av et område. Klausulering av vannkilder og nedbørsfelt brukes for å hindre aktiviteter for derved å kunne beskytte råvannskvaliteten, men dette kommer ofte i konflikt med andre brukerinteresser. Hvor strengt man skal gå frem er en vanskelig balansegang mellom forskjellige bruksinteresser, som ytterligere kompliseres av at det enkelte tiltak er vanskelige å måle effekten av. Med det menes at man ofte ser en positiv trend over tid med forbedret vannkvalitet etter at flere tiltak er iverksatt, men det viser seg vanskelig å si hvor mye hvert enkelt tiltak bidrar til den samlede effekt.

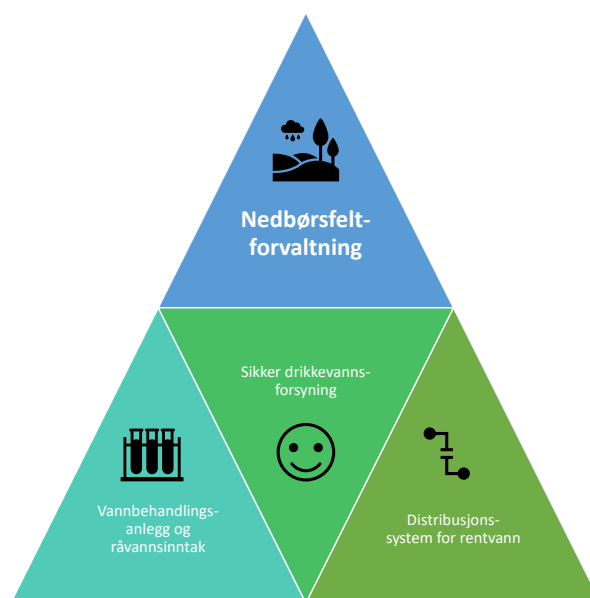
Det foreligger per i dag ingen landsdekkende oversikt over hensynssoner for drikkevann. Kommuner, sektor-myndigheter, rådgivere og andre interessenter, vil ha betydelig nytte av en slik oversikt. Det vil sannsynligvis føre til at drikkevannshensynet blir bedre ivaretatt i planarbeid, og ved prosjektering av ny infrastruktur og andre inngrep (Mattilsynet, 2019). Vannforskriftens § 16 forutsetter at det opprettes et register over beskyttede områder. Hensyns- og klausuleringssoner for drikkevann regnes etter vannforskriftens vedlegg IV som slike beskyttede områder og skal registreres. Oversikt over hensyns- og klausuleringssoner med reguleringsbestemmelser skal etter hvert inn som eget kartlag i databasen Vann-nett. Målsettingen er å få kartlaget publisert før sommeren 2020, og deretter jobbe videre med registreringer for å få oversikten komplett på sikt (pers. med. J. L. Bratli, Miljødirektoratet, 2020).

I dag har vi tungtveiende rammebetingelser til fordel for forvaltning av våre felles vannressurser, og det er flere aktører enn den kommunale VA-etaten som jobber for å sikre god vannkvalitet i overflatekilder. Norge har via EØS avtalen forpliktet seg til å følge opp gjennomføringen av EU sitt rammedirektiv for vann (vanndirektivet). Dette implementeres i norsk rett gjennom vannforskriften (se mer detaljer i kap. 4.3). Vannforskriften jobber mot god økologisk og kjemisk tilstand på vannforekomstene, men mange mikroorganismer fra fekal opprinnelse, som kan gi vannbåren sykdom, kan overleve svært lenge også i sunne økosystem.

Drikkevannsforskriften har folkehelse som fokus. Formålet med denne forskriften er å beskytte menneskers 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 er med det strengere, mer detaljert, og førende for tiltak i nedbørsfelt til drikkevannskilder (kap. 2.1.1). Så langt kan det virke som det har eksistert et unaturlig skille mellom disse to forskriftene i norsk vannforvaltning (kap. 6.3), selv om begge forskrifter jobber i retning av god råvannskvalitet. I forvaltningen av nedbørsfelt er det viktig å bruke de muligheter begge forskrifter gir.

Erfaringer fra andre land tilsier at tillitsbasert samarbeid, tydelige finansieringsmekanismer og deling av ansvar og informasjon med andre aktører, spesielt grunneiere, er suksesskriterium for vellykket forvaltning av nedbørsfelt (kap. 4.1). Det finnes eksempler på dette fra Norge også, men det er unntaket (kap. 4.1.1). For å imøtekomme økt forurensningspress på våre overflatekilder og økt aktivitet i nedbørsfeltene vil styrket samhandling mellom ulike offentlige og private aktører være nødvendig for å lykkes. Slik skiller forvaltning av nedbørsfelt for drikkevannskilder seg fra vannbehandlingsanlegget og distribusjonsnettet som i stor grad håndteres på egenhånd av kommunens VA-etat. Med unntak av kap. 3.3. er ikke utfordringer knyttet til vannbehandlingsanlegg og ledningsnett vurdert i denne veiledningen. Det vises i så fall til andre Norsk Vann rapporter for mer informasjon.



Figur 3: Tre hovedelement for å sikre drikkevannsforsyningen. Denne veiledningen omhandler den øverste trekanten, - nedbørsfeltforvaltning (kap. 5.1 – analyseobjekt).

2. RAMMEBETINGELSER

Rammebetingelser er det regelverket i form av lover og forskrifter som beskytter vannkilden mot uheldige påvirkninger (forurensninger). Det har skjedd en stor utvikling i rammebetingelsene de senere år. Dagens lovverk, spesielt drikkevannsforskriften, plan- og

byggningsloven, forurensningsloven og vannforskriften, står sterkt i forhold til beskyttelse av drikkevannskilder og nedbørsfelt. Som vannverkseier er det viktig å bruke de muligheter som faktisk foreligger i rammebetingelsene for beskyttelse av vannkilden.

2.1. Lov om matproduksjon og mattrygghet mv. (matloven)

Matloven, lov om helsemessig og sosial beredskap (helseberedskapsloven) og lov om folkehelsearbeid (folkehelseloven) er hjemmelsgrunnlag for drikkevannsforskriften. Matloven er også hjemmelsgrunnlag for plantevernforskriften.

2.1.1. Forskrift om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften)

Formålet med forskriften er å beskytte menneskers helse ved å stille krav om sikker levering av tilstrekkelige mengder helsemessig trygt drikkevann som er klart og uten fremtredende lukt, smak og farge. Forskriften gir bedre rettslig grunnlag for restriksjoner i arealer rundt drikkevannskilder, og skal dekke et økende behov for regulering av ansvar mellom berørte kommuner der det er samarbeid om vannforsyningen.

Forskriften har samlet krav som gjelder drikkevannskvalitet og leveringssikkerhet der disse tidligere var lagt til ulike regelverk. Det er en oversikt over krav knyttet til analyseparametere samlet i 2 tabeller. Det er tydelige kriterier for hva som skal til for å redusere prøvetakingsfrekvens, og alle kommunens plikter er samlet i en paragraf. Viktige overordnede prinsipper i forskriften er funksjonelt utformede krav, eksempler:

- *Nødvendig kompetanse* (§ 8)
- *Tilstrekkelige mengder vann* (§ 9)
- *Nødvendige beredskapsforberedelser* (§ 11)
- *Tilstrekkelige hygieniske barrierer* (§ 13 – tidligere forskrift: minst to hygieniske barrierer)

Farekartlegging er grunnlaget for planlegging, kontroll og tiltak (§ 6). Paragrafer som forutsetter at farekartlegging er utført er §§ 12, 13, 19 med vedlegg. Kapittel 5 i denne veiledningen presenterer metoder det er krav til og de mest vanlig brukte verktøyene man har for å bedømme risiko for forurensning i nedbørsfelt og vannkilde.

Drikkevannsforskriften § 4 er aktuell for å hjemle forbud mot å forurense drikkevannskilde og nedbørsfelt. I veiledning til drikkevannsforskriften sist endret 14.11. 2019 (Mattilsynet, 2019) står det:

Ingen har lov til å forurense drikkevannet:

Direkte og indirekte forurensning av det ferdige drikkevannet er forbudt. Forbudet gjelder for alle, og dette gjør denne bestemmelsen annerledes enn de andre bestemmelsene i forskriften som retter seg mot enten vannverkseier, kommune eller fylkeskommune. Forurensning av drikkevannet er forbudt, også uten at det er presisert nærmere i noe annet regelverk.

Bestemmelsen er streng og inngripende, og innebærer at alle som ferdes i områder i nærheten av drikkevannskilder eller drikkevannsbasseng har en plikt til å vise hensyn. Ingen er gitt noen rettighet etter friluftsloven hvis det de gjør rammes av forbudet mot forurensning i drikkevannsforskriften.

Denne bestemmelsen innebærer også en plikt for eiere av stikkledninger til å holde disse i en slik stand at de ikke kan bidra til forurensninger av drikkevannet på distribusjonssystemet.

Forbudet gjelder ikke bare direkte forurensning:

Det er også forbudt å gjøre noe, en aktivitet, som øker sjansen for forurensning i det ferdige drikkevannet. I noen tilfeller er bading et eksempel på en slik aktivitet. Forbudet inkluderer akkumulert forurensning. Med akkumulert forurensning menes mindre forurensning fra flere kilder som samlet sett har potensiale for å forurense drikkevannet. Et eksempel på dette er at selv om en person bader så medfører det normalt liten fare for at drikkevannet blir forurenset. Hvis mange personer bader, kan det imidlertid utgjøre en større fare. Derfor kan også hvert enkelt bad i noen tilfeller være forbudt. Det avgjørende for om noe er forbudt etter denne bestemmelsen, er om det fører til fare for forurensning av det ferdige drikkevannet. Selv om ikke bare direkte forurensning av drikkevannet rammes av forbudet, må det likevel være en reell fare for forurensning. En rent hypotetisk fare for forurensning i drikkevannet er ikke tilstrekkelig til å rammes av forbudet. Se også kap. 7.1.3.

Forbudet mot forurensning skal ivaretas gjennom kommunens planbestemmelser:

Eksempler på forurensninger kan stamme fra bebyggelse, bygg og anlegg, avløp, avfall, landbruks-, fiske-, industri-

og servicevirksomhet, husdyrhold, samferdsel, lagring av kjemiske stoffer eller rekreasjons- og fritidsaktiviteter som for eksempel bading, hesteridning og leirslagning.

I de tilfellene der det er fastsatt beskyttelsestiltak etter § 12 eller rådgighetsbegrensninger etter § 26, gjelder forbudet mot forurensning brudd på disse. Hvis det for eksempel er regulert inn et forbud mot bading i nedbørsfeltet etter § 26, vil dette forbudet kunne håndheves med hjemmel i § 4. Hvis det er nødvendig, kan Mattilsynet fatte vedtak etter denne bestemmelsen.

Der det er gitt tillatelser til potensielt forurensende aktivitet i planbestemmelsene, vil ikke forbudet i § 4 gå foran disse tillatelsene. Da må i stedet vannbehandlingen forsterkes for å sikre at drikkevannet ikke blir forurenset.

§ 12 Beskyttelsestiltak

Bestemmelsen er rettet mot vannverkseier. Vannverkseier skal beskytte råvannskilden og nedbørsfelt mot forurensning med nødvendige tiltak. Når det planlegges hvilke tiltak som er nødvendig skal det tas utgangspunkt i farekartleggingen. Når vannverkseier har et behov for samarbeid med kommunen, er det en plikt til å informere kommunen om dette. Kommunens plikt til å ta drikkevannshensyn i planarbeidet er omtalt i neste avsnitt.

§ 26 Kommunens plikter

Det kommunale ansvaret for drikkevann i arealforvaltningen framkommer klart av § 26 i drikkevannsforskriften. Bestemmelsen retter seg mot kommuner i egenskap av å være kommuner, ikke vannverkseiere. Kommunen skal i samsvar med folkehelseloven kapittel 2 ta drikkevannshensyn når den utarbeider arealdelen av

kommuneplanen og reguleringsplaner, samt når den gir tillatelser etter relevant regelverk. Kommunen skal om nødvendig ta initiativ til interkommunalt plansamarbeid for å ivareta drikkevannshensynet der vannforsynings-systemet ligger i flere kommuner. Denne plikten er også omtalt i forarbeidene til plan- og bygningsloven. Kommunen skal i samarbeid med vannverkseieren vurdere behovet for restriksjoner for å beskytte råvannskilder og nedbørsfelt. Dette gjelder også i forbindelse med planarbeid etter plan- og bygningsloven.

2.1.2. Forskrift om plantevernmidler

Forskriften gjelder krav til godkjenning, omsetning og bruk av plantevernmidler, aktive stoffer inkludert mikroorganismer og andre innholdsstoffer i plantevernmidler. Det kreves norsk autorisasjonsbevis for plantevernmidler for å kunne kjøpe og bruke yrkespreparater. Mattilsynet er myndighet for å utstede og inndra autorisasjonsbevis, men kan delegere denne myndigheten til kommunen. I forskriftens § 20 presiseres det at bruker har plikt til å redusere risiko for vannforurensning. Det er forbudt å spre plantevernmidler på bakken nærmere enn tre meter fra overflatevann dersom ikke annet er angitt på plantevernmidlets etikett. Minsteavstand til drikkevannsbasseng (basseng for oppbevaring av drikkevann etter at råvannet er behandlet og desinfisert, høydebasseng) er 50 meter. Det er forbudt å bruke spredeutstyrets pumpe til å fylle vann direkte fra vassdrag. Enhver som anvender plantevernmidler i nærheten av vannforekomster har plikt til å iverksette hensiktsmessige tiltak for å redusere risikoen for forurensning av vann, og skal føre og oppbevare journaler over hvilke tiltak som er truffet.

2.2. Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven)

Loven har til formål å verne det ytre miljø mot forurensning og å redusere eksisterende forurensning, å redusere mengden av avfall og å fremme en bedre behandling av avfall. Med forurensning forstås blant annet tilførsel av fast stoff, væske eller gass til luft, vann eller i grunnen som er eller kan være til skade eller ulempe for miljøet. Etter § 7 må ingen ha, gjøre eller sette i verk noe som kan medføre fare for forurensning, unntatt at det er lovlig etter §§ 8 eller 9, eller tillatt etter vedtak i medhold av § 11. Forurensningsmyndigheten kan etter

søknad gi en utslippstillatelse. Etter forurensningsforskriften er kommunen delegert forurensningsmyndighet (kapittel 12 og 13) for utslipp av sanitært avløpsvann fra bolighus, hytter og lignende, samt mindre tettbebyggelse.

2.3. Lov om folkehelsearbeid (folkehelseloven)

Folkehelseloven skal medvirke til en samfunnsutvikling som styrker folkehelsen og utjevner sosiale forskjeller i helse og levekår. Folkehelsearbeid krever systematisk og langsiktig innsats. Folkehelseloven § 4 pålegger kommunen (i egenskap av å være kommune, ikke som vannverkseier) ansvar for folkehelsearbeid.

Folkehelseloven, lov om matproduksjon og mattrygghet mv. (matloven) og lov om helsemessig og sosial beredskap (helseberedskapsloven) er hjemmelslover for forskrift om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften). Etter matloven er det tilsyn med produksjon og omsetning av vann til drikke og matproduksjon som er i fokus. Etter folkehelseloven legges det også vekt på kommunens ansvar for å sikre at befolkningen faktisk har nødvendig tilgang til trygg og sikker vannforsyning ut fra et folkehelseperspektiv.

Kommunen skal derfor fremme folkehelse innen de oppgaver og med de virkemidler kommunen er tillagt, herunder ved lokal utvikling og planlegging, forvaltning og tjenesteyting. Dette betyr blant annet at drikkevannshensyn skal tas inn i kommunens planarbeid. Drikkevannsforskriften § 26 første ledd henviser til denne plikten.

2.3.1. Føre-var-prinsippet

Føre-var-prinsippet er utviklet gjennom et samspill mellom norsk og internasjonal rett. Prinsippet inngår i en rekke traktater, både globale og regionale, som Norge er tilsluttet. Prinsippet følger også implisitt av Grunnloven § 112. Videre er prinsippet lovfestet i norsk rett gjennom blant annet naturmangfoldloven av 2009 § 9 og folkehelselovens § 4 første ledd, jf. formuleringen "[...] kan ha negativ innvirkning på helsen".

Føre-var-prinsippet er et av de grunnleggende prinsippene for folkehelsearbeidet. Dette prinsippet er derfor utdypet i lovforarbeidene (Prop. 90L 2010-2011 s. 49) til lov om folkehelsearbeid:

- Føre-var-prinsippet handler videre om håndtering av vitenskapelig usikkerhet. De senere år har føre-var i denne sammenheng blitt et viktig prinsipp i ulike internasjonale traktater, deklarasjoner mv.
- I Rio-erklæringen fra 1992 heter det: "Der det er trusler om uopprettelig skade, skal mangel på full vitenskapelig sikkerhet ikke brukes som grunn for å utsette kostnadseffektive tiltak for å hindre miljøforringelse."
- EU har følgende føring (Commission of the European Communities 2.2.2000): "Føre-var-prinsippet anvendes der vitenskapelige bevis er mangelfulle eller usikre, eller der forskningsresultater er uten konklusjon og vitenskapelige vurderinger gir rimelig grunn

til bekymring for at mulige skadevirkninger på miljø, mennesker, plante- og dyrehelse kan være uforenlig med EUs høye krav til beskyttelse."

Føre-var kommer blant annet til anvendelse ved fastsetting av normer og standarder for godt folkehelsearbeid og miljøkvalitet. For mange av disse forholdene er det fremdeles usikkerhet knyttet til forholdet mellom eksponering og helseeffekt eller tiltak og helseeffekt. Ved normering er det tilstrekkelig å ta utgangspunkt i sannsynlighet, og ikke vitenskapelig sikkerhet, når usikkerheten kan medføre fare for helseskade. Føre-var innebærer også at bevisbyrden for at tiltak er forsvarlige påligger den som er ansvarlig for tiltaket eller forholdet.

Videre kan også føre-var brukes for å kreve bruk av virkemidlene etter miljørettet helsevernregelverket i folkehelseloven kapittel 3. Dersom det er en eksisterende aktivitet eller et forhold som kan medføre skade, som er sannsynlig men usikker, gir regelverket hjemmel for å gi for eksempel pålegg om retting for å unngå skade eller redusere risiko for skade. Denne definisjonen er blant annet basert på en utredning foretatt av UNESCO/COMEST (The Precautionary Principle, 2005):

«Når menneskelig aktivitet kan føre til moralsk uakseptabel skade som er vitenskapelig sannsynlig men usikker, skal tiltak gjøres for å unngå eller minske skaden. Moralsk uakseptabel skade vil si skade på mennesker eller miljø som:

- truer menneskers liv eller helse, eller
- er alvorlig og i praksis uopprettelig, eller
- er urettferdig mot nålevende og framtidige generasjoner, eller
- utøves uten tilstrekkelig hensyn til rettighetene til de som rammes.

Føre-var-prinsippet kommer til anvendelse når:

- det eksisterer stor vitenskapelig usikkerhet,
- scenarier eller modeller basert på vitenskapelig resonnement viser at skadevirkninger er mulige,
- de mulige skadevirkningene er uopprettelige eller alvorlige for nålevende og kommende generasjoner, eller på annen måte moralsk uakseptable,
- effektive mottiltak vil være betydelig vanskeligere eller mer kostnadskrevende på et senere tidspunkt.»

2.4. Plan- og bygningsloven

Kommunene er myndighet etter plan- og bygningsloven. § 2 i denne loven sier:

- Planlegging etter loven skal legge til rette for samordning av statlig, fylkeskommunal og kommunal virksomhet og gi grunnlag for vedtak om bruk og vern av ressurser, utbygging, samt å sikre estetiske hensyn.
- Gjennom planlegging og ved særskilte krav til det enkelte byggetiltak skal loven legge til rette for at arealbruk og bebyggelse blir til størst mulig gagn for den enkelte og samfunnet.
- Ved planlegging etter loven her skal det spesielt legges til rette for å sikre barn gode oppvekstvilkår.
- Ulovlighetsoppfølging

2.4.1. Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging

Det går fram av plan- og bygningsloven § 6-1 at regjeringen hvert fjerde år skal legge frem nasjonale forventninger til regional- og kommunal planlegging (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2019) for å fremme en bærekraftig utvikling i hele landet. Om vannforsyning og sikring av drikkevannskilder står følgende:

«Det er viktig at vannforekomster som benyttes til vannforsyning beskyttes mot forurensning slik at brukerkonflikter kan unngås og at befolkningen er sikret tilstrekkelige mengder helsemessig trygt drikkevann. Sikring av drikkevannskilder og areal til infrastruktur for vann og avløp er en viktig del av kommunale planer.»

For å ivareta drikkevannshensynet i arealforvaltningen er Mattilsynet gitt innsigelsesrett etter plan- og bygningsloven. Politikere og andre relevante aktører kan ikke uten videre gi dispensasjon. Det vil være regionene i Mattilsynet, gjennom sin rolle som godkjenning- og tilsynsmyndighet, som primært vil benytte denne retten. Kommunene må derfor påse at Mattilsynets aktuelle avdelingskontor i regionen får plansaker der drikkevannsforsyningen kan bli berørt, til uttalelse. Mattilsynet sendte sommeren 2019 ut brev til landets kommuner der det presiseres at alle plan- og dispensasjonssaker som kan påvirke Mattilsynets fagområder skal sendes til Mattilsynet for uttale. Dette kan være saker som:

- Reguleringsplaner (både full prosess og mindre endringer) som påvirker drikkevann (planer som kan forurense drikkevannskilder, planer med bebyggelse som skal kobles til vann og avløp, planer der nedbørsfelt eller drikkevannskilder ligger innenfor planområdet eller kan bli påvirket av planarbeidet).
- Planer/søknader som legger opp til forflytning av masser til/fra dyrket mark

- Dispensasjonssaker som kan påvirke drikkevann/drikkevannskilder på et eller annet vis
- Søknad om utslippstillatelse som ligger i nærheten av drikkevannskilder
- Saker knyttet til vannkraft og regulering

§ 1-8 Forbud mot tiltak mv. langs sjø og vassdrag

I 100-metersbeltet langs sjøen og langs vassdrag skal det tas særlig hensyn til natur- og kulturmiljø, friluftsliv, landskap og andre allmenne interesser.

§ 11-7 Arealformål

Kommuneplanens arealdel skal i nødvendig utstrekning vise arealformål. «Bruk og vern av sjø og vassdrag, med tilhørende strandsone» er et definert hovedformål, med drikkevann som underformål.

§ 11-8 Hensynssoner

Hensynssoner kom inn som et nytt virkemiddel i arealplanleggingen i 2008-loven. Følgende står beskrevet i Lovproposisjonen (Miljøverndepartementet, 2008): «Planlovutvalgets nyskapning med hensynssoner medfører at det knyttes to «lag» med bestemmelser til et område. Det ene laget er inndelingen i de tradisjonelle arealbruksformålene med bestemmelser, som forteller hvilket formål arealet kan brukes til. I tillegg er det et lag som ikke følger bruksformålene, men som tar utgangspunkt i egenskaper ved området, enten naturgitte eller funksjonelle, og som vil innebære en begrensning eller et vilkår for bruken av arealet. Et annet grunnlag for hensynssoner er vedtak etter andre lover. Hensynssoner vil da være informasjon om vedtak som gjelder for arealbruken.»

Reglene om hensynssoner inneholder både plikter og muligheter for kommunen, og de gjelder i all hovedsak på samme måte både for arealdel til kommuneplan og reguleringsplan.

Plikten fremgår av første setning i § 11-8: «Arealdelen skal i nødvendig utstrekning vise hensyn og restriksjoner som har betydning for bruken av areal». Og til hensynssone skal det i nødvendig utstrekning angis hvilke bestemmelser og retningslinjer som gjelder eller skal gjelde i medhold av loven eller andre lover for å ivareta det hensynet sonen viser (§ 11-8 annet ledd). Med hjemmel i § 11-8 og § 12-6 kan kommunen vedta både «bestemmelser» og «retningslinjer» i tilknytning til den enkelte sone. Hensynssonene er integrert del av planene. Det er de generelle regler om erstatning for rådgighetsinnskrenkninger gjennom arealplanlegging som gjelder også for restriksjoner som innføres gjennom nye hensynssoner.

2.5. Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven)

Loven har som formål å sikre en samfunnsmessig forsvarlig bruk og forvaltning av vassdrag og grunnvann. Spesielt relevant i sammenheng med denne veiledningen er § 5 som sier at enhver skal opptre aktsomt for å unngå skade eller ulempe i vassdraget for allmenne eller private interesser m.m.

§ 9 sier at vassdragsmyndigheten kan fastsette kvalitetsmål for vassdrag, bl.a. om vannføring, stoffinnhold og artsforekomst i vassdraget, og bestemmelser om

vassdragsmyndighetens plikter hvis kvalitetsmål ikke blir oppfylt. Kvalitetsmål som skal være bindende for utøving av offentlig myndighet, fastsettes etter forvaltningslovens regler for forskrifter. Kvalitetsmål for forurensende stoffer fastsettes etter forurensningsloven. § 11 omhandler kantvegetasjon, og § 16 omhandler allmenhetens rådighet over vassdrag, inkludert i dette er både rekreasjon og motorisert ferdsel.

2.6. Lov om jord (jordlova)

Jordloven har som formål å legge til rette for at jordviddene i landet med skog og fjell og alt som hører til (arealressurser), kan bli bruk på den måten som er mest gagnlig for samfunnet og de som har yrket sitt i jordbruket. Forvaltningen av arealressursene skal være miljøforsvarlig.

For å sikre miljøforsvarlig drift kan det utarbeides forskrifter. Forskriften skal ta sikte på å hindre erosjon og regulere bruk og lagring av gjødsel og andre inn-

satsvarer i produksjonen, samt hensyn til naturverdier. Forskrifter som beskytter drikkevannskilden mot forurensning fra jordbruket:

- Forskrift om gjødslingsplanlegging
- Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav
- Forskrift om nydyrking

2.7. Lov om oreigning av fast eiendom (oreigningsloven)

Loven er sentral i klausulering- og ekspropriasjonssaker. Oreigningsinngrep er det etter loven når eiendomsretten til fast eiendom, blir tatt med tvang, eller når bruksrett, servitut eller annen rett til, i eller over fast eiendom blir tatt, brigda, overført eller avløst med tvang, slik også

forbud mot å benytte eiendommen på en viss måte. I § 2 står følgende: Mot vederlag etter skjønn til den det treffer, kan oreigningsinngrep iverksettes etter vedtak av eller samtykke fra Kongen, så langt det trengs til eller for: punkt 47: vannforsyning og avløp.

2.8. Lov om skogbruk (skoglova)

Loven har som formål å fremme en bærekraftig forvaltning av skogressursene i landet med sikte på verdiskaping, å sikre biologisk mangfold, hensyn til landskapet, friluftslivet og kulturverdiene i skogen.

Bygging og ombygging av skogsveger kan bare gjennomføres etter tillatelse fra kommunen. Planlegging, bygging og ombygging skal skje på en måte som tar hensyn til viktige miljøverdier og som sikrer landbruksfaglige helhetsløsninger.

Skogbruksloven § 6 fjerde ledd har en bestemmelse som beskytter vannkilden. Dersom kommunen finner det nødvendig for å hindre store negative effekter på miljøverdiene, under dette forurensning av viktige

vannforekomster, kan kommunen nekte skogeiere å plante i skogløse områder, å skifte treslag, å grøfte, gjødle eller bruke plantevernmidler. Kommunen kan også sette vilkår i slike tilfeller.

2.8.1. Forskrift om bærekraftig skogbruk

Forskrift om bærekraftig skogbruk er hjemlet i skogbruksloven og matloven. Formålet med forskriften er å fremme et bærekraftig skogbruk som sikrer miljøverdiene og god helsetilstand i skogen, samt aktiv foryngelse og oppbygging av ny skog.

§ 5 i forskriften stiller krav til miljøhensyn ved skogbrukstiltak. Kvist og hogstavfall skal ryddes bort fra bekker, elver og vann. Kjøreskader skal snarest mulig utbedres slik at det ikke oppstår nye bekkeløp. Ved hogst ned mot

kantsoner ned mot vann og vassdrag skal kantsonen sin økologiske funksjon ivaretas. Nygrøfting av myr og sumpskog er forbudt.

2.9. Friluftsloven (lov om friluftslivet)

Formålet med loven er å verne friluftslivets naturgrunnlag og sikre allmennhetens rett til ferdsel, opphold mv. i naturen, slik at muligheten til å utøve friluftsliv som en helsefremmende, trivselsskapende og miljøvennlig fritidsaktivitet bevares og fremmes. I utmark kan enhver ferdes til fots hele året, når det skjer hensynsfullt og med tilbørlig varsomhet. Enhver har rett til å bade i sjøen eller i vassdrag fra strand i utmark eller fra båt når

det skjer i rimelig avstand fra bebodd hus (hytte) og uten utilbørlig fortrenghet eller ulempe for andre. Presiseringene om at aktivitetene skal skje hensynsfullt og med tilbørlig varsomhet og uten ulempe for andre, gir muligheter for å innskrenke denne rettigheten når det går utover beskyttelsen av drikkevannskilden.

2.10. Andre statlige rammebetingelser og veiledere

2.10.1. EUs rammedirektiv for vann (Vanndirektivet)

EUs rammedirektiv for vann (Vanndirektivet) er et av de mest sentrale miljødirektivene i Europa. Direktivet har som hovedformål å sørge for at landene beskytter og om nødvendig forbedrer vannkvaliteten i vassdrag og grunnvann. Direktivet gir konkrete miljømål som Norge er forpliktet å nå. Det viktigste verktøyet er helhetlige vannforvaltningsplaner i hver vannregion.

Se www.vannportalen.no for nærmere informasjon om status for det norske arbeidet etter vanndirektivet. Vanndirektivet er implementert i norsk lov gjennom vannforskriften. Se kap. 4.2 for detaljert status og overordnede tiltak som følger av dette.

Vannforskriften

Vannforskriften gjennomfører EUs vanndirektiv i norsk rett. Et viktig formål med vannforskriften er å sikre en mer helhetlig og økosystembasert vannforvaltning i Norge ved utarbeiding av helhetlige, sektorovergripende, regionale vannforvaltningsplaner og tiltaksprogrammer i henhold til vanndirektivet. Vannforskriften § 17 understreker behovet for å beskytte drikkevannskilder slik at omfanget av rensing for å produsere drikkevann reduseres. Slik beskyttelse skal kommunen som planmyndighet og sektormyndighet bidra til. Vannforskriften fokuserer på råvannskvalitet, til forskjell fra drikkevannsforskriften (kap. 2.1.1.) som fokuserer på kvaliteten til ferdig produsert drikkevann.

2.10.2. WHO's Protokoll for vann og helse - Nasjonale mål for vann og helse

Protokollen har bakgrunn i FNs vannkonvensjon, som ble fastsatt i 1999, og ratifisert av Norge i 2004. Protokollen forplikter nasjonale myndigheter til å utarbeide nasjonale mål for vann og helse, og påse at de fastsatte målene oppfylles. Regjeringen har som en oppfølging av dette vedtatt nasjonale mål for vann i Norge. De nasjonale målene er fastsatt med utgangspunkt i WHO's og UNECE's Protokoll for vann og helse, og har til hensikt å sikre tilstrekkelig forsyning av rent vann og tilfredsstillende sanitære forhold for alle.

Helse- og omsorgsdepartementet har i samarbeid med Mattilsynet og Folkehelseinstituttet utarbeidet en gjennomføringsplan for departementets sektoransvar innen drikkevann for perioden 2014-2020. Det er vedtatt en egen målsetting for kvaliteten på råvann for drikkevann: «Vannforekomster som benyttes til vannforsyning og matproduksjon skal så godt som mulig beskyttes mot tilførsel av forurensninger slik at brukerkonflikter kan unngås». Målene er ikke forskriftsmål, men arbeidsmål for å ansvarliggjøre aktørene og oppnå bedre etterlevelse av regelverket, og gjennom det sikre trygt drikkevann og helse. Mange av tiltakene må i praksis gjennomføres av kommunen som ofte er vannverkseier og også ansvarlig for å legge til rette for forebyggende folkehelse- og miljøarbeid. Målene må derfor ses i sammenheng med folkehelsearbeidet etter folkehelseloven. Siden de nasjonale målene ble vedtatt i

2014, har Folkehelseinstituttet etablert [Nasjonal vannvakt](#) og satt i gang en nasjonal undersøkelse om forekomst av magesyke knyttet til konsum av drikkevann ([Drikkevannsstudien](#)).

Gjennomføringsplanen beskriver tiltak som Mattilsynet og Folkehelseinstituttet har ansvar for. Planen beskriver også tiltak som Norsk Vann, som er en interesseorganisasjon for vannbransjen, vil iverksette. Se planen på Mattilsynets nettsider: [Nasjonale mål for vann og helse - Gjennomføringsplan for Helse- og omsorgsdepartementets sektoransvar 2014-2020](#).

2.10.3. Vannrapport 127 | Vannforsyning og helse (veiledning i drikkevannshygiene)

Vannrapport 127 (Folkehelseinstituttet, 2016) erstatter «Vannforsyningens ABC». Om å velge gode vannkilder står det følgende: «Godt beskyttede vannkilder medfører bedre sikkerhet og redusert behov for behandling av råvannet og derav reduserte behandlingskostnader».

«Det er risikabelt å bruke kilder som krever omfattende vannbehandling for at vannet skal bli hygienisk betryggende, og man bør derfor velge vannkilder der vannbehandlingen blir minst mulig omfattende. Man må regne med at svikt i driften av behandlingsanlegg forekommer, og man kan heller ikke gardere seg fullstendig mot akutte forurensninger som anlegget ikke er dimensjonert til å håndtere.»

2.10.4. Temaveileder: Drikkevannshensyn i kommunalt, regionalt og statlig samarbeid

Temaveilederen [Drikkevannshensyn i kommunalt, regionalt og statlig samarbeid](#) (Mattilsynet, 2018) har som formål å tydeliggjøre overfor kommuner, andre myndigheter og tiltakshavere at de må sørge for at det blir tatt tilstrekkelig hensyn til drikkevannsforsyningen i kommunen generelt og ved planlegging av nye tiltak. I praksis vil den beste måten å beskytte drikkevann, grunnvannsføremster og nedslagsfelt for drikkevann på være å benytte arealformål, hensynssoner og bestemmelser etter plan- og bygningsloven i kombinasjon med å stille krav til vannverkseier og vannforsyningssystem. Kommunen bør i tillegg benytte seg av hjemlene i forurensningslovgivningen, og i nødvendig grad supplere en forvaltningsbasert oppfølging med klausulering gjennom avtaler og ev. ekspropriasjon. Ikke minst viktig vil det være at kommunen driver aktiv ulovlighetsoppfølging.

Andre kunnskapskilder:

- [Norske lover og forskrifter som påvirker forvaltningen av vann](#), Vannportalen
- Norsk vann sin webside [VA-jus](#)
- [lovdata.no](#)

3. KUNNSKAPSSTATUS – FORURENSENDE AKTIVITETER OG KILDER

3.1. Generelt om forurensende aktiviteter og kilder

Det er som regel forurensningsfare fra flere kilder og aktiviteter i et nedbørsfelt, men omfang, forurensningstype og -potensiale varierer. Både mikrobiologisk og kjemisk forurensing er viktig å vurdere, og hvorvidt disse forurensningene kan forekomme i drikkevannet i mengder og type som kan forringe vannkvaliteten og gi negative helseeffekter. Kjemisk forurensing kan fortynnes til konsentrasjoner som ikke utgjør en helsefare, mens mikrobiologiske forurensninger kan utgjøre en helsefare selv i svært små mengder/antall. Vi skiller også mellom menneskeskapt forurensing (for eksempel utslipp av avløpsvann) og naturlig «forurensing» (for eksempel avrenning av humus fra jordsmonn og vegetasjon) i et nedbørsfelt. Det kan også være hensiktsmessig for systematikken i vurdering av forurensninger å skille mellom «normalbelastning» og «uhell-/ulykkesrisiko».

Den menneskeskapte forurensningen er som regel dominerende, både direkte (økt menneskelig aktivitet, direkte utslipp i kilden) og indirekte, eksempelvis ved at man ved uheldig arealbruk (jordbruk, skogbruk) forsterker avrenning av humus, næringsemner som fosfor, nitrogen eller plantevernmidler, til vannkilden. Medfører arealbruken helsemessig utrygt drikkevann er det i seg selv ulovlig jf. kap. 2. Vær oppmerksom på at avrenning fra f.eks. beitearealer kan maskere feil på avløpsnett ved at man benytter de samme indikatorbakteriene. Dette kan til en viss grad løses ved å benytte mikrobiell kildesporing (kap. 5.2.2).

Nedenfor er det beskrevet i mer detalj om noen dominerende forurensningskilder og aktiviteter.

3.1.1. Forventede klimaendringer

Vær og klima er alltid i endring. Tar man, i klimasammenheng, et kort tidsintervall av de siste 125 år ser man fem ulike perioder. To omtrent like varmeperioder (1911-1940 og 1976-1997), to kjølede perioder (1896-1910 og 1941-1975) samt en trendløs varmepause (1998+). En global temperatur-økning på eksempelvis 2°C gir oss klimaet vi hadde for 1000 år siden (Jødal, M. et al. 2019).

Klimafremskrivninger er usikre av flere årsaker. Det er usikkerhet knyttet til 1) fremtidige menneskelige utslipp, 2) naturlige klimavariasjoner og 3) klimamodellene (Miljødirektoratet, 2015). I denne veiledningen brukes begrepet forventede klimaendringer i betydningen antatt varmere og våtere vær.

Forventede klimaendringer er ikke en forurensning i seg selv, men kan føre til konsekvenser for vannforsyningen og risikobildet knyttet til vann som smittevei. Kraftige regnbyger eller hurtig snøsmelting vil kunne gi økt utvasking fra områder rundt vassdragene, og tilføre organisk karbon, partikler og patogene mikrober til vannet. Større vannbelastning på avløpsrenseanleggene kan gi dårligere rensing. Kraftigere regnvær kan også gi så stor belastning på overvanns- og avløpsledningene at avløpsvannet oftere går i overløp til vassdrag eller strømmer ut på bakken. Høyere lufttemperatur vil kunne føre til høyere vanntemperatur, og gi økt mikrobiell vekst i vannkilder. Det gir også mulighet for at nye humanpatogene arter kan etablere seg, og økt risiko for oppblomstring av giftige cyanobakterier. Klimaendringene kan medføre både økt produksjon og økt tilførsel av naturlig organisk materiale (NOM):

- Høyere gjennomsnittstemperatur over året kan gi økt plantevekst, inkl. mer løvskog som gir mer organisk materiale til bakken (nedfall av løv).
- Mer nedbør gir økt avrenning på overflaten uten at vannet først trenger ned i jordsmonnet, og stoffer fra visne planter blir derfor i mindre grad nedbrutt før det vaskes ut i vannet.
- Økt nedbør kan gi høyere grunnvannsnivå som igjen kan medføre dannelse av flere myr- og våtmarksområder.
- Kortere frostperioder vinterstid og økt fuktighet bidrar også til økt utvasking av organisk materiale, samt redusert islegging om vinteren.

Forventede klimaendringer vil også kunne påvirke ledningsnett. Ved forhøyet grunnvannsstand øker både risikoen for skader på ledningsnett og for innsug av avløpsvann. Avløpsvann kan lekke ut fra avløpsledninger og omgi drikkevannsledninger, siden disse ofte ligger i fellesgrøfter. Innhold av organisk materiale og varmere vann øker den mikrobielle aktiviteten og vil føre til økt dannelse av biofilm i ledningsnett. Dette kan redusere den hygieniske kvaliteten på drikkevannet og bidra til lukt og smak (Folkehelseinstituttet, 2016). Helsemessige konsekvenser kan heller ikke utelukkes, for eksempel ved at dette øker fare for oppvekst av potensielt sykdomsframkallende mikrober med evne til vekst på ledningsnett, som for eksempel *Aeromonas*.

3.1.2. Utslipp av avløpsvann

Avløpsvann fra bebyggelse og husholdninger inneholder mye bakterier, virus og parasitter som potensielt kan være sykdomsfremkallende. Det er viktig å unngå at dette når drikkevannskildene. Avløpsvann fra husholdninger inneholder også partikulært materiale, næringsalter (organisk stoff, nitrogen og fosfor) samt tilsetningsstoffer som brukes i såper og kosmetikk (siloksaner, parabener, PFAS og mikroplast). Av næringssalter dominerer organisk stoff, etterfulgt av nitrogenforbindelser og fosfor.

For sentraliserte avløpsløsninger (kommunalt avløpsnett) kan ledningsbrudd, overløp i pumpestasjoner og lekkasjer medføre utslipp av avløpsvann. Dette er spesielt uheldig hvis avløpsledningen eller pumpestasjonen ligger i eller nær vannet med fare for direkte utslipp i kilden. Utslipp fra sentraliserte løsninger vil som regel være konsentrerte i utbredelse (utslipp fra et lekkasjepunkt, eller overløp), mens mengde vil avhenge av hvor mange abonnenter som er tilknyttet avløpssystemet.

Spredt avløp er et system som renser avløpet i et privat anlegg før det går til resipient eller infiltrerer i grunnen. Feildimensjonering og dårlige infiltrasjonsforhold er noen årsaker til at dette avløpsvannet ikke renses tilstrekkelig og dermed kan gå urensert til resipient. Andre typiske årsaker er tette tanker som ikke tømmes og går i overløp eller lekker. Hovedutfordringene med spredte avløpsløsninger er lite kontroll på utslipp, dårlig vedlikehold og tilstand. Det er vanskelig å oppdage utslipp, gjerne fordi tankene er nedgravd og lite tilgjengelig. Det er også stor fare for brukerfeil eller utilstrekkelig oppfølging. Sabotasje er også en mulig fare. Hvis disse anleggene samtidig ligger nær vannkilde med mulighet for direkte utslipp er risiko for forurensning høy.

Til forskjell fra sentraliserte avløpsløsninger (kommunalt avløp, mange tilknyttede) inneholder avløpsvann fra en eller få husholdninger sjeldnere sykdomsfremkallende mikroorganismer. Dette siden det er få eller begrensede perioder at det er infiserte personer i én husholdning. Men når dette først skjer-, og spesielt hvis minst en person i huset har kraftig utskillelse av patogener, kan konsentrasjonen i avløpsvannet bli svært høy siden det er liten fortykning av avløpsvannet (få tilkoblet) med det resultat at konsentrasjonen av patogene organismer kan overstige det som er vanlig i kommunalt avløp.

3.1.3. Samferdsel – vegtrafikk

Forurensning fra vegavrenning består i hovedsak av partikler, suspendert stoff, oljeforbindelser, organisk miljøgifter, PAH, metaller og vegsalt. Mengden av forurensninger fra veg til vann er avhengig av lengde på

vegstreking i nedbørsfeltet, trafikkmengde, type vegdekke, forbruket av salt og nærhet til vannkilden. Tungmetaller og PAH i vegavrenning er i stor grad bundet til partikler. Disse forbindelsene vil til dels holdes tilbake i grøfter og vegkanter. Etter at de kommer ut i vannet vil en betydelig andel sedimentere på bunnen. En mindre andel vil imidlertid kunne holde seg løst i selve vannfasen. Dette avhenger av typen metall og den øvrige vannkjemien. Høye konsentrasjoner av saltholdig vegvann øker mobiliteten til tungmetallene, og gjør at de lettere transporteres til vannet. Salt som benyttes vinterstid løses lett i vann og følger vannstrømmene. Stor tilførsel av vegsalt kan medføre at salt vann, som har høyere tetthet enn ferskt vann, synker til bunnvannet og fører til en kjemoklin (saltindusert) sjikting av vannmassene. Et slikt tyngre vannlag kan medføre at fullsirkulasjonen av innsjøen, som skjer vår og høst, går mye tregere eller opphører helt eller delvis. Dette kan medføre oksygenfattig bunnvann og dårlig vannkvalitet. Ved sirkulasjon kan dette dårlige vannet nå råvannsinntak.

Det pågår nasjonale overvåkingsprogram i regi av Statens vegvesen (NIVA, 2011) (Statens vegvesen, 2016) (Statens vegvesen, 2017) (Statens vegvesen, 2018) som undersøker om vegnære innsjøer påvirkes av vegtrafikk. De generelle funnene fra overvåkingen viser følgende:

- 12 av 39 innsjøer er påvirket av vegsalt, hvorav noen med oksygensvinn i bunnlag pga. saltindusert sjikning
- Fra svak til kraftig økning av kloridkonsentrasjon i flere av innsjøene
- Lav forekomst av metaller, men påvist kobber og sink i konsentrasjoner som tilsvarer tilstandsklasse 4 og 5. Dette gjelder spesielt innsjøer som ligger nær de mest trafikkerte hovedvegene.

I fremtiden vil vegtrafikken øke, og med det forurensning i avrenning fra veg. Tungmetaller som kommer fra vegtrafikkforurensning, akkumulerer i miljøet (bunnsedimenter) og er tungt nedbrytbart. Selv om det ikke påvises helseskadelige konsentrasjoner i vannmassene i dag, bør ikke forurensningspresset øke. Tungmetaller er partikulært bundet og vil sedimentere, kun en liten andel vil frigis i vannsøylen. Ved endring av saltbalanse, som følge av vegsalting, kan metaller frigis og dermed lettere komme ut i vannsøylen. I innsjøer som i dag ikke er påvirket av vegsalting, kan økt belastning medføre at dette bildet endrer seg.

Miljøpåvirkning fra veg er positivt korrelert med trafikkmengde (ÅDT = Års døgntrafikk).

Jf. rapport nr. 578 fra Statens vegvesen (Statens vegvesen, 2016) henger behov for tiltak for å rense vegavrenning sammen med trafikkbelastning (ÅDT) og resipientens sårbarhet. Kartlegging av resipientens sårbarhet er viktig, og det er en erkjennelse at mange eksisterende veger ville ved ny planlegging hatt behov for tiltak. Dette når dagens og fremtidig trafikkbelastning hensyntas (Meland, Rannekleiv, & Hertel-Aas, 2016).

Mange veger er også ulykkesutsatte. Tankbilvelt eller andre ulykker med farlig gods (for eksempel fra jernbane) kan utgjøre en risiko for akutt forurensning av kilden. Avhengig av type forurensning kan disse stå i fare for å nå råvannsinntak, for eksempel plantevernmidler, tungmetaller og fenoler, men antagelig ikke i konsentrasjoner som vil overstige kravene i drikkevannsforskriften (10 µg/l). Oljeforurensning vil legge seg på overflaten og fordampe, og som regel ikke påvirke råvannsinntak. Det er større skadepotensial dersom oljesøl når brønnenanlegg for grunnvannsuttak. Simuleringer av trafikkuhell ved ulike modellverktøy er gode hjelpemidler for å avdekke risiko for forurensning etter ulykker. NIVA har i sin tid utført en slik analyse med tanke på tankbiluhell langs drikkevannskilden Brusdalsvatnet i Ålesund kommune (NIVA, 2003).

Rundt 8000 tonn mikroplast dannes i Norge hvert år, og rundt halvparten havner i havet. 2250 tonn av dette kommer fra slitasje av bildekk (Sintef, 2017). Veger er den desidert største kilden til mikroplast i Norge. Det meste kommer fra bildekk, men hvert år fører også vegmaling med plaststoffer og bitumen fra asfalt og ulike transportmidler med seg omkring 300 tonn med mikroplast. Vegene går ofte gjennom nedbørsfelt til drikkevannskilder. En studie av Norsk Vann (Norsk Vann, 2018) har vist at det (foreløpig) er svært lave nivåer av mikroplast i norsk drikkevann og ikke synes utgjør noen helsemessig risiko.

3.1.4. Skogbruk

Aktiviteter i forbindelse med skogsdrift kan påvirke vannkvaliteten. Fra naturen side skjer det avrenning av næringssalter og organisk materiale (humus). Dette kan forsterkes ved erosjon av hogstflater der skogen er fjernet, eller ved erosjon fra kjøresår etter skogsmaskiner. Når vegetasjon etablerer seg igjen, vil denne effekten avta. Bruk av sprøytemidler for å bekjempe uønskede vekster og forurensning fra diesel og oljeprodukter fra skogsmaskiner kan også bidra til kjemisk forurensning.

Det er ikke funnet sprøytemidler i norske vannkilder i konsentrasjoner som kan medføre helsefare, men dette skyldes at det er strenge restriksjoner på bruk av sprøytemidler.

Intensivert skogsbruk er lansert som et klimatilskudd for økt produksjon av biomasse og for å redusere bruk av fossilt brensel og økt karbonuttak. Intensivert skogsdrift medfører gjødsling og skoguttak som igjen kan føre til økt avrenning, og økte verdier av nitrogen i overflatevann, (og grunnvann og kystvann (eutrofiering)). Det kan også mobilisere kvikksølv og føre til forurensning av overflatevann, med mulig påvirkning på fisk og økosystemer. Det pågår nå et forskningsprosjekt kalt [Surfer](#). Surface waters: The overlooked factor in the forestry climate mitigation debate? som nettopp ser på effekter av intensivert skogbruk og påvirkning på vannkvalitet i overflatevann. Prosjektet er finansiert gjennom Forskningsrådets [KLIMAFORSK](#)-program og er et samarbeid mellom NIVA, Statskog, Glitrevannverket, NIBIO, Nordlandsforskning og SLU i Uppsala. Prosjektet skal være ferdig i 2020, og resultater så langt viser at lekkasje av nitrogen fra gjødsling kan ha alvorlige konsekvenser for eutrofiering (overgjødsling) og forurensning av overflatevann. Dette gjelder spesielt overflatevann som i utgangspunktet kan være sårbare for eutrofiering og forurensning (NIVA, 2019) Valg av lokaliteter for skogsgjødsling og valg av hogstmetode (flatehogst, plukkhogst, stripehogst) må derfor ta hensyn til om tilliggende vannforekomster er sårbare for eutrofiering eller forurensning.

Planting av skog i tidligere åpent landskap kan føre til økt avsetning av forurensningskomponenter ved at skogen virker som et filter for forurenset luft og nedbør, og økt jord- og vannforurensning ved at en større andel basekationer tas opp og lagres i tre-biomassen. Det er imidlertid for lite kunnskap i dag for å kunne vurdere mulige konsekvenser for vannkvaliteten av tettere planting på eksisterende skogsarealer.

Det ligger en potensiell konflikt i det å drive kommersielt og intensivt skogbruk i et nedbørsfelt og det å bevare god vannkvalitet i kilden.

Andre kunnskapskilder:

- [Måltrettet gjødsling av skog som klimatilskudd – egnede arealer og miljøkriterier](#), Miljødirektoratet, 2014
- [Verdier i vekst - Konkurransedyktig skog- og trenæring](#), Meld. St. 6, Landbruks- og matdepartementet, 2016

3.1.5. Jordbruk og husdyrhold

Forurensningskildene fra jordbruk og husdyrhold er mikrobiologisk (avføring fra husdyr, naturgjødsel) og næringssalter fra avrenning fra gjødsel (gjødslet mark, gjødselkjellere m.m.). Spesielt kan uheldige omstendigheter med gjødsling på jordene høst og vår, under sirkulasjonsperiodene i innsjøer, i kombinasjon med kraftig

regnvær gi avrenning av mikrobiell forurensning fra gjødsel til vannkilden. Lufting av dyr eller utslipp av naturgjødsel på frossen mark i nedslagsfeltet innebærer spesiell risiko fordi avføring ikke suges opp av jordlag, og kan derfor transporteres fortere til drikkevannskilden. Hvilke sykdomsfremkallende mikroorganismer som er mest vanlig, avhenger av dyreslag. De fleste sykdommer som kan spres fra husdyr til mennesker finnes hos storfe (kyr), eksempelvis EHEC-bakterien (*Enterohaemorrhagisk E. coli*), *Campylobacter*, *Salmonella*, *Giardia* og *Cryptosporidium*. Ungdyr anses som mest «aggressive» i forhold til smittefare, dette fordi ungdyr utskiller langt større mengder av bakterier og parasitter i avføringen enn eldre dyr. Risiko for virusmitte fra husdyr anses som lavere enn for bakterier og parasitter, da virus stort sett er svært artsspesifikke. Det har imidlertid vist seg at gris kan utskille hepatitt-e virus som er av samme type som forårsaker sykdom hos mennesker (VISK, 2013).

Avrenning av pesticider kan også føre forurensninger til vannkilden. Veksthusnæringen har vist seg å ha en del utfordringer knyttet til dette. NIBIO (tidligere Bioforsk) har i lengre tid studert effektene av avrenning fra veksthus. Undersøkelsene er en videreføring av prosjektene; «[Avrenning av plantevernmidler fra veksthus](#)» (Bioforsk, 2009) og «[Plantevernmidler i avfall fra produksjon og import av blomster](#)» (Bioforsk, 2010). Forskningen viste at avrenning fra veksthus kunne inneholde rester av plantevernmidler og høye konsentrasjoner av næringsstoffer, og at utslippene kunne påvirke vannkvalitet, fisk og andre organismer i små vassdrag nedstrøms veksthusene. Sammenlignet med undersøkelser av plantevernmidler i bekker fra nedbørsfelt med annet landbruk i regi av [JOVA](#)-programmet (Bioforsk, 2008), ble det påvist høye konsentrasjoner av plantevernmidler i bekker nedstrøms veksthus. Resultatene fra «Veksthus med produksjon av potteplanter – plantevernmidler i avrenning, avfall og grunnvann» (NIBIO, 2012), har vist at plantevernmidler og næringsstoffer i avrenning fra veksthus med blomsterproduksjon kan bidra til forurensning av vassdrag og grunnvann. Flere plantevernmidler har blitt gjenfunnet i konsentrasjoner langt over miljøfarlighetsgrensen (MF-verdien) for ferskvann, der det er fare for gifteffekter på vannlevende organismer. Avrenningen av næringsstoffer kan tilføre større mengder algetilgjengelige næringsstoffer til sårbare resipienter. Ulike gartnerier vil ha forskjellige utslipp til vassdrag og grunnvann avhengig av produksjon, veksthusanlegg, prosedyrer for sprøyting og vanning og rutiner for nedvasking etter endt kultur (NIBIO, 2012).

Andre kunnskapskilder:

- [MILJØFORSK](#) – Forskningsrådets hovedsatsning på miljøforskning, dekker landbasert miljø, ferskvann og luft.
- [BIONÆR](#) – skal fremme bioøkonomien gjennom å utløse forskning som bidrar til økt,
- mer lønnsom og bærekraftig produksjon i de biobaserte næringene innenfor landbruk og landbaserte ressurser. Forskningsrådet, 2018.

3.1.6. Fritid og rekreasjon

Mennesker som oppholder seg i nedbørsfeltet, kan i forbindelse med bading og annen rekreasjon være mulige kilder til mikrobiell forurensning. En person som bader avgir i gjennomsnitt 0,14 g avføring enten ved direkte utskillelse eller fra uren hud (NIVA, 2016). Små barn avgir mer avføring enn voksne. Verst tenkelige tilfelle er direkteutslipp fra personer med akutt diare. Sannsynligheten for slike hendelser er som regel lav, men øker ved flere badende og mer ferdsel og rekreasjon. Data fra en studie i Ålesund kommune viste at bading kan forårsake mikrobiell forurensning av inntaksvannet på 35 m. dyp (primært virus og parasitter) under spesielle lokale forhold (Longva, Relling, Stranden, & Gausdal, 2016). Studien var basert på modellering av spredning av patogener med lang overlevelse, etter et tenkt utslipp fra en badende med akutt diare, der patogenene nådde råvannsinntaket i begynnelsen av høstsirkulasjonen. Alle som ferdes i områder i nærheten av drikkevannskilder eller drikkevannsbasseng har en plikt til å vise hensyn. Ingen er gitt noen rettighet etter frilufsloven hvis det de gjør rammes av forbudet mot forurensning i drikkevannsforskriften (Veiledning til drikkevannsforskriften § 4).

Plastgranulatet, spesielt SBR (oppmalte bildekk) som ofte brukes til dekke i kunstgressbaner har vist seg å bidra til forurensning av en rekke ulike kjemiske komponenter. Avrenning fra regnvann, snømåking, vær og vind, eller frakt med sko og klær fra banen fører med seg plastgranulat ut i naturen. Årlig svinn regnes til omtrent 5 % av den totale granulatmengden (100 tonn) på én bane, noe som tilsvarer ca. 5 tonn/år per bane (COWI, 2012).

Overflatevannkilder kan også ha motorisert ferdsel. Båtliv og sjøfly, snøscooter løyper over islagte vannkilder vinterstid m.m. fører med seg risiko for søl av olje og drivstoff. Båter med innlagt toalett med mulighet for utslipp kan være kilde til mikrobiologisk forurensning. Telt og organisert leirslagning er som regel enten helt forbudt i nedbørsfeltet, eller med avstandskrav til vannkilde på 50 – 100 m. Sistnevnte bidrar til å kanalisere denne type aktivitet vekk fra vannkilden. Større arrangement som sportsstevner eller andre organiserte

arrangement er som regel helt forbudt i nedbørsfelt til drikkevann.

På skytebaner er spesielt støy og metallforurensning en aktuell problemstilling. Utvasking av bly og andre metaller fra prosjektilene i kulefang kan foregå i lang tid etter nedleggelse av skytebaner. Praksis har vært at eksisterende skytebaner er lovlig virksomhet uten at det er gitt tillatelse (konsesjon). Virksomheten ved nye skytebaner søkes så langt som mulig regulert gjennom bestemmelser i reguleringsplan. Det er i første rekke ved vesentlig utvidelse av aktivitet ved eksisterende skytebaner at det kan være aktuelt å søke tillatelse etter forurensningsloven. Det finnes pr. 2019 ikke noen regler eller retningslinjer som spesifikt omhandler forurensning fra skytebaner. Slike saker behandles individuelt på basis av det generelle forurensningsregelverket etter hvert som de kommer opp som problemstilling, som oftest i forbindelse med nedlegging eller ombygging av baner. På noen baner som er i drift er det også gitt pålegg om tiltak, men det er stort sprik i hva som kreves i de påleggene som gis. Nye skytebaner bør ikke anlegges i nedbørsfelt til drikkevannskilder. Finnes de allerede bør man vurdere forurensningsrisiko og eventuelle tiltak for å redusere denne. Fylkesmannen er myndigheten ved avvikling og opprydding av skytebaner. Mer om nyanlegg kan bl.a. finnes i Kulturdepartementets veileder for planlegging av skytebaner (Kulturdepartementet, 2019).

3.1.7. Næringsvirksomhet

En rekke næring- og industriaktiviteter innebærer risiko for kjemisk og mikrobiell forurensning dersom de ligger i nedbørsfeltet til en drikkevannskilde. Eksempler er galvanoteknisk industri, metallvareindustri, bergverksindustri, impregneringsverk, plastfabrikker, sprengstoffabrikker, asfaltverk og oljegrusanlegg. Noen industriaktiviteter som ofte vil forringe vannkilder og gi grumsete og farget vann med dårlig lukt og smak, er treforedlingsbedrifter, tekstilfabrikker, vaskerier, vaskemiddelfabrikker, slakterier, meierier, potetindustri og destruksjonsanlegg for dyreavfall. Dersom det ikke allerede er industri i nedbørsfeltet til en vannkilde, bør slik etablering unngås. En hygienisk betenkelig industribedrift plassert i nedbørsfelt til drikkevann bør forbys, ettersom oppsamling og bortledning av avløp fra en slik bedrift ikke gir tilstrekkelig sikkerhet. Industribedrifter som ikke anses som problematiske på grunn av forurenset avløp, kjemikalier eller avfall, kan vurderes på samme måte som bebyggelse og innretninger (Folkehelseinstituttet, 2016).

Fiskeoppdrettsanlegg er uønsket i drikkevannskilder og i vannforekomster oppstrøms. Organisk materiale fra

fiskefôr og fiskeekskremer kan forurense vannet. Antibiotika som brukes for å bekjempe fiskesykdommer, kan være uheldige både for brukerne av drikkevannet og for miljøet i vannkilden (Folkehelseinstituttet, 2016), selv om antibiotikabruken i fiskeoppdrett har blitt kraftig redusert de senere år.

3.1.8. Fyllinger, deponier og lager

Utslipp fra nedlagt industri eller næringsvirksomhet og utlekking fra gamle avfallsfyllinger, er de viktigste årsaker til forurensinger i grunnen (kjemiske stoffer, organiske stoffer). Slike forurensningskilder skal ikke forekomme i et nedbørsfelt til drikkevann, men man vet likevel at dette eksisterer («nedgravde synder»). Kartlegging av mulige lokaliteter med påfølgende overvåking og analyse av utlekkingsstoffer samt vurdering av tiltak som fjerning, innkapsling m.m. er da nødvendig.

Lagring av kjemiske forbindelser som olje og mineraloljeprodukter, fenoler, plantevernmidler, cyanider, tungmetallopløsninger med mer, kan forbys på grunn av risikoen som følger med transporten av stoffene til og fra lagringsplasser. Det finnes også risiko for forurensning når stoffene føres over fra transportmiddelet til lagertanken, og ved selve lagringen. Ved menneskelig eller teknisk svikt, eller ved sabotasje, kan stoffene bli tilført drikkevannet. Forurensningsrisikoen som følger med lagring av kjemikalier, krever en restriktiv holdning til etablering av bensinstasjoner og militære beredskapslagre. Lagring av olje i små mengder, for eksempel til skogbruk og oppvarming av hus, kan tillates. Størrelsen på lagringstankene bør imidlertid begrenses slik at virkningen av eventuelle uhell eller ulykker blir så liten som mulig. I tillegg må en gjennomføre tiltak som hindrer at havari eller lekkasje fra tanker forurenser grunnen. Som regel vil det være tilstrekkelig at innholdet blir samlet opp i en tett kum dersom det skulle oppstå lekkasje (Folkehelseinstituttet, 2016). Noen kommuner, blant annet Trondheim, stiller krav om nivåføler i utvendig kum og system for automatisk varsling.

3.1.9. Naturlig organisk materiale (NOM)

Humus er de brunfargede forbindelsene som lekker ut når det kommer vann til jordsmonnet. Mengde humus kan måles som fargetall. Dette er en enkel måling relatert til vannets utseende, og er en meget vanlig parameter i bruk ved norske vannverk. Vegetasjon på land og i jord/vann er hovedkildene til humus - naturlig organisk materiale - (NOM) i innsjøer. Konsentrasjoner i innsjøer bestemmes av hvor mye som tilføres og hvor mye som forsvinner ved nedbryting og sedimentering. Tilførselene reguleres av vegetasjon og jordkarakter i nedbørsfeltet, samt klima og hydrologi. Nedbørsfelt som

domineres av skog, tykt jordsmonn og myr har høyere konsentrasjon av organisk stoff og dermed mer avrenning av humus til vannkilden, enn nedbørsfelt med lite vegetasjon, mye fjell og tynt jordsmonn.

Økt innhold av organisk stoff i vannet reduserer kvaliteten på råvannet med hensyn på lukt og farge og påvirker en rekke forhold som angår driften av et vannbehandlingsanlegg. Farget vann har ingen direkte helsemessige konsekvenser, men ved klorering av drikkevann kan klor reagere med organisk stoff og danne forbindelser (trihalometaner, THM) som kan ha uheldige helsemessige konsekvenser. For høyt innhold av farge i råvannet kan også svekke strålingsintensiteten ved UV-bestråling. Råvann med for høyt fargetall må behandles for å tilfredsstille kravene i drikkevannsforskriften (anbefalt grenseverdi for rent vann er 20 mg Pt/l).

Klimaendringer i form av økt nedbør og intensitet, økt temperatur, forlenget vekstsesong og høyere tregrense

er kjente drivere for høyere fargetall i overflatevann. Resultater fra NOMiNOR prosjektet (2014-2017) viser at NOM-innhold og fargetall vil øke for alle de undersøkte vannverkene i prosjektet, med en antatt økning i NOM innhold på 15-25 % frem mot år 2100 (Norsk Vann, 2018). I henhold til NOMiNOR er de viktigste driverne for økt NOM innhold i innsjøer økt temperatur, nedbørmengder og -kvalitet. I områder med tynt jordsmonn vil ikke nødvendigvis kraftig nedbør føre til økning av NOM i vannkilden, her sees heller en avtagende konsentrasjon pga. kraftig fortykning i avrenningsvannet. Dette er bla. observert for Jordalsvannet i Bergen. Redusert løselighet til NOM påvirkes av økt ionestyrke, dette kan sees i vannkilder som har vært kalket (mer karbonater i vannet) og i områder som er påvirket av sjøsalt (kloridioner). Hvor mye jern som er i råvannet påvirker også fargetallet, men jern bidrar ikke inn i NOM.

3.2. Generelt om mikrobiologiske og kjemiske forurensinger

3.2.1. Mikrobiologisk forurensing

Med mikrobiologisk forurensing menes forekomst av bakterier, virus og parasitter (fellesbetegnelse: patogener eller humanpatogener når det er snakk om risiko for smitte til mennesket). Patogener kan forårsake vannbårne sykdomsutbrudd dersom de forurenses drikkevannskilder og ikke fjernes eller inaktiveres før vannet når konsumentene. Drikkevann skal ikke inneholde sykdomsfremkallende organismer. Kilder til mikrobiell forurensing er for eksempel avløpsledninger som lekker, utslipp fra avløpsanlegg i spredt bebyggelse, fra mennesker i forbindelse med rekreasjon, samt avføring fra husdyr (inkludert husdyrgjødsel), ville dyr og fugler. Innføring av tiltak i nedbørsfeltet vil begrense tilførselen av forurensing (se kapittel 4 om tiltak), men ingen tiltak er i seg selv en 100 % garanti, det er derfor viktig å se dette i sammenheng med barrierer i vannbehandlingen (se kapittel 3.3). Som beskrevet innledningsvis (kapittel 1) er god kildebeskyttelse viktig slik at man blir mindre sårbar for svikt i barrierene på vannbehandlingsanlegget.

Den hygieniske råvannskvaliteten overvåkes rutinemessig av alle norske vannverk ved å teste for fekale

indikatorbakterier, det vil si bakterier som normalt finnes i tarmen til mennesker og varmblodige dyr. *E. coli* er en slik indikatorbakterie. Den finnes i den normale tarmfloraen og skilles ut i store mengder av alle mennesker og varmblodige dyr. *E. coli* er normalt ikke sykdomsfremkallende. Dersom *E. coli* påvises i vann er det et tegn på at vannet er forurenses med fersk avføring, og kan inneholde patogener. Hvis ingen mennesker eller dyr i nedbørsfeltet skiller ut humanpatogene smittestoff, kan det være betydelige mengder *E. coli* og avføring i vannet, uten at det er humanpatogener til stede. En slik situasjon kan imidlertid brått endre seg. Hvis mennesker og dyr som skiller ut slike patogener kommer inn i nedbørsfeltet, vil risikoen for tilstedeværelse av humanpatogener være langt høyere. Foruten *E. coli* brukes bakteriene intestinale enterokokker, som indikerer funn av noe eldre fekal forurensning, og *Clostridium perfringens* som indikatorer på eldre forurensing, dvs. mikrober som kan overleve lenge i vann (spesielt parasitter).

Det stilles spørsmål ved om intestinale enterokokker og *Clostridium perfringens* er gode nok indikatorer. Undersøkelser tyder på at det ikke er sammenheng mellom parasitinnhold og *Clostridium perfringens*. Videre har sykdomsfremkallende virus lengre levetid enn intestinale

enterokokker og er langt mindre i størrelse enn disse. Virus kan dermed finnes i overflatevann, grunnvann og i vann etter behandling uten at dette indikeres.

For at patogener fra avføring i nedbørsfeltet skal kunne transporteres til råvannsinntaket, og være en fare for drikkevannskvaliteten, må de skilles ut i betydelige mengder fra infiserte (syke/smittede) individer, kunne overleve lenge i vann og ha lav infektiv dose, - det vil si at det er nok å få i seg få organismer for å bli syk. Eksempler på humanpatogene mikrober som har disse egenskapene er bakterien *Campylobacter*, parasittene *Cryptosporidium* og *Giardia*, og norovirus.

Virus har ikke evnen til egen metabolisme og reproduksjon, og er dermed avhengig av en vert. Vann kan spre virus fra mennesker til dyr, og omvendt, men svært få virus smitter mellom mennesker og dyr (zoonotiske agens). De fleste virus er vertsspesifikke og bare et fåtall fremkaller sykdom hos mennesker. Man regner med at det bare er virus med fekal-oral smittevei som har praktisk betydning når det gjelder vannbåren smitteoverføring for mennesker. Norovirus, og for barn også slekten Sapovirus, er en svært vanlig årsak til human sykdom fra drikkevann i den vestlige delen av verden. Sykdommen fører til oppkast, diaré og magekramper, og i enkelte tilfeller feber og pustebesvær (Guillot & Loret, 2010). Sykdommen er imidlertid normalt mild og selvbegrensende. Norovirus har vært årsak til de fleste registrerte tilfeller av vannbåren sykdom i Norge og Skandinavia (Nygård, Gondrosen, & Lund, 2003).

Enterovirus er en stor gruppe virus, for eksempel coxsackievirus, echovirus og poliovirus, der enkelte kan gi svært alvorlig sykdom (bl.a. poliomyelitt og meningitt) mens andre gir vanlig sommerinfluensa. Selv om virusgruppen forekommer hyppig i vann, og det er registrert en del vannbårne utbrudd via drikkevann (Guillot & Loret, 2010), er andre smitteveier mer vanlige. Sykdomsutbrudd på grunn av Hepatitt A virus (HAV) i drikkevann forekommer jevnlig i deler av verden. HAV gir leverbetennelse, men det er lenge siden vi har hatt drikkevannsbåret utbrudd i Norge. Hepatitt E virus (HEV) gir typisk oppkast, feber, magesmerte og leddsmerter som varer 1-2 uker. HEV forekommer stort sett i tropiske og subtropiske strøk. Adenovirus og rotavirus er generelt den vanligste årsaken til virussmittet magebesvær hos barn i verden. Selv om en del av smitten kommer fra drikkevann, antas det at andre smitteveier er mer vanlig (Guillot & Loret, 2010). Det antas at de fleste barn over 5 år i Norge har opparbeidet immunitet mot dette viruset og at risikoen for drikkevannsbåren smitte derfor er lav.

Den nylige hendelsen i Askøy kommune (juni, 2019) er et eksempel på at drikkevann i Norge kan inneholde sykdomsfremkallende organismer. En antatt årsak er tilsig av mikrobiell forurensning til et høydebasseng i fjell. 2000 personer ble syke som følge av det forurensede drikkevannet. Hendelsen er nå under gransking. I Bergen i 2004 ble 5000-6000 personer syke, og flere av disse langvarig, av parasitten *Giardia*. Smittekilden var kloakkforurensning av vannkilden Svartediket, forårsaket av en lekk avløpsledning i nedbørsfeltet. *Giardia* har lav infektiv dose, og i dette utbruddet var det nok at det var avløpsvann fra én husholdning med smittet/syk person(er) som forårsaket et slikt utbrudd. Opptil 27 000 mennesker ble syke av *Cryptosporidium* utbruddet i Østersund, Sverige, med en anslått samfunnskostnad på 220 millioner svenske kroner (Lindberg, Lusua, & Nevhage, 2011). I Milwaukee, USA, ble ca. 400 000 mennesker syke av *Cryptosporidium*, med en tilhørende samfunnskostnad, omregnet til norske kroner, på 720 millioner (Svenskt Vatten, 2018).

Flere humanpatogene bakterier (for eksempel *Campylobacter* og *Salmonella*) kan smitte fra dyr til mennesker (zoonotiske smittestoff). Mange av de vanligste husdyrslagene (storfe, sau, gris, fjørfe), vilt og fugl (måke, kråke, spurv) er viktig reservoar for disse smittestoffene, og har vært påvist eller antatt som smittekilde for flere store vannbårne utbrudd (f.eks. *Salmonella*, Herøy kommune 1996, *Campylobacter* antatt som smittekilde, men ikke påvist, Røros kommune 2007). Når det gjelder smitte fra husdyr kreves det at det er smitte i besetningen. Det er heldigvis få forekomster av sykdom i norske husdyrbesetninger, men i de fleste tilfeller der husdyr har vært smittekilde for mat- eller vannbårne utbrudd, har dette vært fra friske (men smittebærende) dyr (pers. med. E. Wahl, Mattilsynet 2019).

3 – 7 % av norske slaktekyllingflokker er bærer av *Campylobacter* (Veterinærinstituttet, 2018). Storfe, sau og gris er også sporadisk bærer av *Campylobacter*. Sykdomsframkallende varianter av *E. coli* finnes sporadisk hos sau (Veterinærinstituttet, 2008). Fugler kan være en betydelig kilde til humanpatogene bakterier. Studier har vist at det er stor utbredelse av humanpatogene bakterier hos ville fugler i Norge, spesielt *Campylobacter*, som oftest påvist i kråker og måker. Avføring fra fugler som oppholder seg på vannoverflaten kan representere en mikrobiell forurensningsfare for drikkevannskvaliteten. Tidligere undersøkelser fra Oslo har vist at fugleskitt fra måker var hovedårsaken til forekomst av tarmbakterier i vannmassene i Maridalsvannet i isfrie perioder, og tiltak for å holde måkebestanden nede måtte iverksettes (NIVA, 2011).

Mennesker og varmblodige dyr og fugler skiller ut store mengder *E. coli* og eventuelt humanpatogener med avføringen, men det er store variasjoner både i mengde

produsert avføring per individ og hvor konsentrert avføringen er. Typiske verdier er vist i tabellene nedenfor.

Tabell 1: Mengde *E. coli* per individ som skilles ut med avføring fra mennesker, dyr og fugler. Tallene i tabellen er hentet fra (NIVA, 2016).

Individ (mengde avføring produsert per døgn)	Mengde <i>E. coli</i> per individ per døgn	Variasjon
Menneske (0,1-0,2 kg feces/døgn)	1×10^{10}	10^8 - 10^{12}
Hest (ca 23 kg feces/døgn)	1×10^{10}	10^7 - 10^{11}
Hund (ca 0,5 kg feces/døgn)	1×10^{10}	10^7 - 10^{11}
Sau (ca 1 kg feces/døgn)	1×10^{10}	10^8 - 10^{11}
Måke (ca 0,006 kg feces/døgn)	8×10^8	10^4 - 10^{10}
And	2×10^9	
Gås	5×10^9	
Mus, gnagere	3×10^5 pr gram	
Rådyr/hjort (ca 1 kg feces/døgn)	5×10^9	
Storfe (ca 30 kg feces/døgn)	5×10^{10}	10^9 - 10^{12}
Kalv av storfe (ca 1-5 kg feces/døgn)	2×10^{11}	10^{10} - 10^{13}
Gris (ca 5 kg feces/døgn)	2×10^{10}	10^9 - 10^{11}
Kylling	2×10^8 pr gram	

Tabell 2: Mengde *E. coli* og utvalgte patogener fra syke/infiserte mennesker. Tallene i tabellen er hentet fra (NIVA, 2016).

Mikrobe	Konsentrasjon i avføring til infiserte personer (antall pr gram)
<i>E. coli</i> (TKB)	10^6 - 10^9 (typisk 1×10^8)
<i>E. coli</i> O157:H7 <i>Campylobacter</i> spp. <i>Salmonella</i> spp.	Antar i akutt sykdomsfase omtrent samme som <i>E. coli</i> , dvs 1×10^8 <i>Campylobacter</i> : 10^6
Rotavirus	10^9
Norovirus	10^6 - 10^{11} (typisk 1×10^8) Symptomfrie: typisk 10^6
Adenovirus	10^5 - 10^8 pr ml målt i kloakk, indikerer høy utskillelse (minst like høy som norovirus)
Giardia cyster	10^7
Cryptosporidium oocyster	10^7

Eksempelvis produserer en hest langt mer avføring per døgn enn en hund (ca. 23 kg versus 0,5 kg), men hundens avføring antas å være langt mer konsentrert, slik at en hund i gjennomsnitt skiller ut like mye *E. coli* per døgn som en hest (1×10^{10} *E. coli* per individ/døgn = 10 milliarder *E. coli* per individ per døgn). Mennesker produserer i snitt 0,1 - 0,2 kg avføring/døgn og mengden *E. coli* per individ per døgn er ca. 1×10^{10} . Generelt så regnes avføring fra mennesker som mer smittefarlig enn avføring fra dyr. Dette fordi det er

patogener som har infisert et menneske som oftest vil kunne smitte andre mennesker. Ved kartlegging av forurensningskilde og smitterisiko kan det avklares om *E. coli* som påvises i vannet, stammer fra dyr eller mennesker. Dette kan påvises med såkalt mikrobiell kildeprosporing (Microbial Source Tracking, MST), hvor man ved bruk av molekulære teknikker kan oppdage bestemte genetiske markører som igjen kan fastslå om kilden til *E. coli* (den fekale forurensingen) er fra mennesker, husdyr eller ville dyr. Metoden er videreutviklet av

NIBIO og er testet ut på flere nedbørsfelt (Oslo, Bergen og Trondheim (NIBIO, 2017) og i en detaljert forurensningsanalyse for drikkevannskilden Jordalsvannet (NIBIO, 2018). For informasjon om mikrobiell kildesporing, se også kapittel 5.2.2.

Noen arter av parasittene *Cryptosporidium* og *Giardia* kan smitte fra dyr til mennesker. Disse parasittene forekommer i avføringen fra husdyr og ville dyr i Norge. For Norges del mener man fortsatt at avføring fra unge dyr representerer en større smittefare enn fra eldre dyr, og avføring fra husdyr generelt en større smittefare enn fra ville dyr. *Giardia* og *Cryptosporidium* kan også forekomme i avføring fra hunder, men det er ikke dokumentert i Norge om disse artene har gitt sykdom hos mennesker. Kalver av storfe er antatt å være den største trusselen når det gjelder parasitt-smitte til drikkevannet fra dyr. Ungdyr kan skille ut store mengder *Cryptosporidium* mens eldre dyr har langt lavere utskillelse. Dette er slik man ser det i dag, men med ny kunnskap kan man regne med at dette bildet er i ferd med å bli mer komplisert. I det følgende er det valgt å ta med litt av de siste forskningsresultater angående disse patogenene, nettopp for å tydeliggjøre at ny kunnskap gir et mer variert bilde på smitterisiko.

Giardia intestinalis, også kjent som *Giardia lamblia* og *Giardia duodenalis*, omfatter flere genotyper (A-G) som hver deles inn i undertyper. To av genotypene, A og B, har et bredt vertsspektrum og finnes både hos mennesker og en rekke pattedyr, mens de øvrige typene (C-G) bare opptrer hos én eller noen få pattedyrarter og ikke hos mennesker. Dette har vært hovedoppfatningen så langt. Forskning fra Australia viser nå at genotypen E likevel kan smitte mennesker. Det har nylig vært rapportert om slike tilfeller i Egypt og Brasil, og Australia (Water Research Australia, 2019). En analyse av *Giardia* fra sporadiske tilfeller av giardiasis hos mennesker i Queensland fant genotype E i 6 av 88 prøver. Menneskene kom fra både urbane og rurale strøk, og prøver viste samme genotype E som hos kyr og sau i Queensland. Dette antyder at det finnes flere humanpatogene genotyper enn A og B.

Det samme gjelder *Cryptosporidium* som forårsaker infeksjoner hos mennesker, da særlig *C. hominis*, som man til nå har trodd vanligvis bare smittet mennesker, og *C. parvum* som smitter både mennesker og andre dyr, spesielt kalver og lam. Nevnte forskning fra Australia

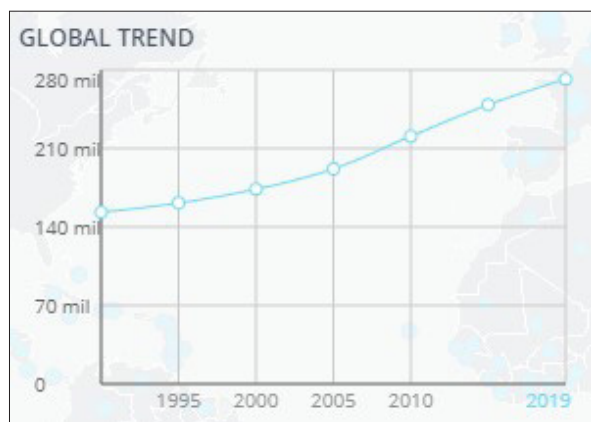
har påvist at også *C. meleagridis*, *C. viatorum*, *C. cuniculus* (fra hare), *C. fayeri* (fra pungdyr), *C. andersoni*, *C. bovis* (fra kveg) og *C. felis* (fra katter) kan smitte mennesker. De fant også *C. hominis* i fekalprøver fra kyr og kenguru, noe som indikerer at både pattedyr og pungdyr kan bli smittet av mennesker. Videre viste det seg at undersøkte voksne individ av kyr hadde en høy andel *C. parvum*, denne arten har man tidligere trodd kun var dominerende hos kalver. *C. meleagridis* er en vanlig parasitt hos mennesker i Australia, parasitten infiserer et vidt spekter av ulike fuglearter, noe som indikerer zoonotisk overføring mellom fugl og menneske.

Andre parasittiske protozoer (encellede parasitter uten nervesystem eller kretsløpsorganer) som *Sacrocystis*, *Toxoplasma gondii*, *Isospora belli*, *Cyclospora cayetanensis*, *Microsporidia*, *Acanthamoeba*, *Entamoeba histolytica* og *Naegleria fowleri* kan også gi diaré og infeksjoner via vannbåren smittevei.

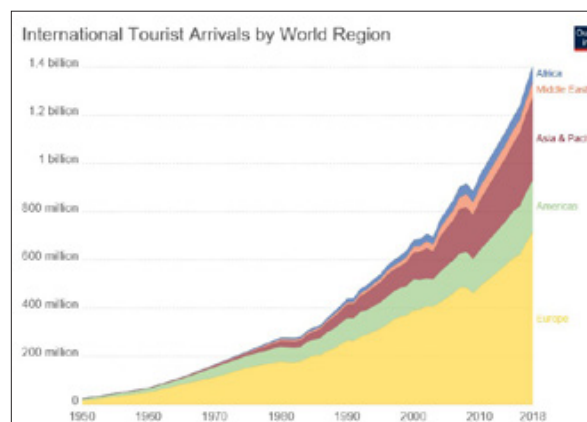
Helminter er en fellesbetegnelse på innvollsorm (mark) som kan leve og formere seg i innvoller hos mennesker og dyr. Helmintene er rundormer (nematoder), ikter (trematoder) og bendelormer (cestoder). Noen få kan overføres til mennesker via vann. Av disse er enda færre aktuelle ved våre breddegrader. Eggene hos helminter er større enn protozocyster, bakterier og virus, og vil lettere holdes tilbake i renseprosesser for avløpsvann og drikkevann (Folkehelseinstituttet, 2016).

3.2.2. Mennesket som smittekilde

Risiko for smitte fra utlandet har økt som følge av økt reiseaktivitet og økt internasjonal handel med blant annet mat, dyr og fôr. Det har lenge vært kjent at mikrobiologisk forurensning, som igjen kan gi vannbårne sykdommer, følger med der folk ferdes. I dag har vi større forflyttinger av mennesker enn noen gang tidligere i historien, enten som turister eller innen ulike former for migrasjon. Det ble registrert 1,4 milliarder utenlandsturister i verden i 2018 ([World Tourism Organization](#)), og det er antatt at ca. 272 millioner bor utenfor sitt hjemland av ulike grunner som migranter ([International Organization for Migration](#)). På bakgrunn av dette kan det forventes økt innførsel av humanpatogene smittestoffer som tidligere har vært uvanlige i Norge, og de som har en fekal-oral smitte måte vil kunne smitte via vann.



Figur 4: Migrationdataportal.org



Figur 5: Ourworldindata.org

3.2.3. Kjemisk forurensning

Med kjemisk forurensning menes her kjemiske stoffer som tilføres vannkilden og som kan forringe drikkevannskvaliteten og ha negativ helseeffekt for de som drikker vannet. Kjemiske stoffer som er helseskadelige kan også være kreftfremkallende eller forårsake genetisk skade. Enkelte stoffer kan i tillegg gi lukt- og smaksproblemer, som for eksempel oljeforurensning. I motsetning til mikrobielle smittestoffer (nevnt over), der en hygienisk barriere alltid må inkluderes i vannbehandlingen (for overflatevannkilder), kan i mange tilfeller arbeidet med å sikre god økologisk og kjemisk tilstand i vannforekomster (drikkevannskilder og tilførselsbekker) langt på vei være tilstrekkelig for å oppnå god kjemisk råvannskvalitet.

Grenseverdiene for kjemiske stoffer i drikkevannsforskriften er satt ut fra et folkehelseperspektiv. Men kjemiske stoffer og forurensning i vann kan også ha store negative effekter på vannmiljø og dyreliv i en innsjø, og er av disse årsaker ikke ønskelig i miljøet. Som eksempel kan nevnes PFAS problematikken i Holsfjorden (NGI, 2019). Drikkevannet skal være trygt å drikke, men det advares samtidig mot å spise fisk (pga. anrikning av giftstoffer oppover i næringskjeden). Dermed blir nivåene i fisk «styrende» for kildebeskyttelsen, og tiltak for å fjerne forurenset grunn som lekker giftstoff bør iverksettes. For denne veiledningens del er det imidlertid drikkevannshensyn- og kvalitet som er i fokus.

Drikkevannsforskriften setter grenseverdier for en rekke kjemiske forbindelser, hvor grenseverdiene fastsettes for å forhindre skader som kan oppstå ved eksponering for lave doser over lang tid. Akutt forgiftningsfare fra kjemiske stoffer i vann opptrer bare under spesielle forhold, som ved massiv forurensning av uorganiske eller organiske giftstoffer eller ved at giftstoffer produseres

av mikroorganismer i vannkilden. Det foreligger lite data som indikerer at kjemiske stoffer i drikkevann representerer noen folkehelseproblemer. Det er heller ikke kjent at det har skjedd noen tilfeller av akutt forgiftning forårsaket av at vannet fra et norsk vannverk har inneholdt store mengder kjemiske forurensningsforbindelser (Folkehelseinstituttet, 2016). Ved utslipp til vann vil store vannvolum og fortynning som regel raskt redusere konsentrasjoner av forurensende kjemikalier til under helsefarlige nivåer eller deteksjonsgrenser.

Alt vann i naturen inneholder også en rekke uorganiske og organiske kjemiske stoffer, hvor stoffenes opprinnelse er fra naturlige kilder. De stammer oftest fra berggrunn og jord, fra nedbryting av plantemateriale (humus) og vannlevende organismer. De fleste stoffene som har negativ betydning for helsen, er uorganiske. Eksempler på dette er bly, uran, arsen og fluor. Både naturlige og menneskeskapte kilder påvirker kjemisk vannkvalitet.

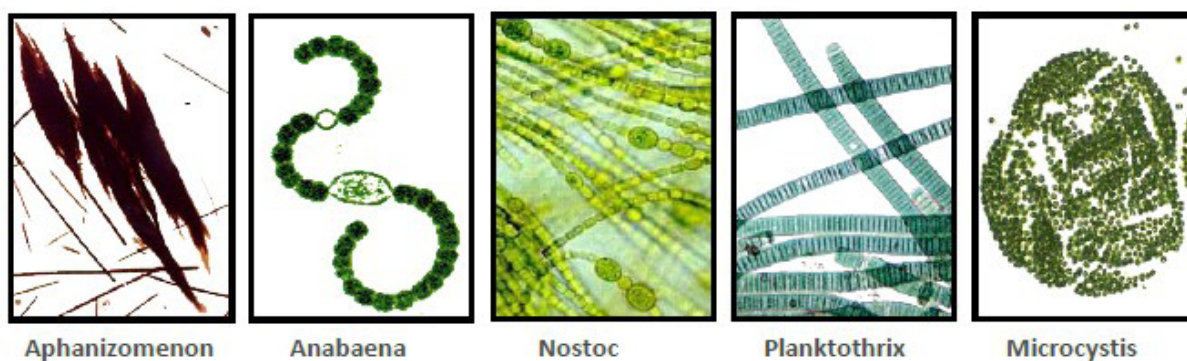
Naturlige kilder kan være mineraler fra fjell og løsmasser som løses ut i vannet, organiske stoffer fra jord (humus), vekster og dyr og atmosfæriske avsetninger (for eksempel salter fra havvann eller langtransporterte forurensninger («sur nedbør»)). Menneskeskapte kilder er typisk landbruk og skogbruk, industriaktivitet, bebyggelse, vegtrafikk og avfallsplasser.

Typiske kjemiske forurensninger er her organiske kjemikalier fra vaskemidler, legemidler og petroleumsprodukter brukt i husholdningen. Kjemisk forurensning fra industri er i tillegg PAH, ftalater, fenoler, dioksiner, PCB, bromerte flammehemmere osv. Partikler, salter og metaller (også tungmetaller) kommer også fra vegforurensning og avrenning. Fra jordbruk kan overgjødning føre til forhøyede verdier av nitrogen og fosfor i vannet. Dette

er næringsstoffer som vannbaserte organismer benytter til vekst (algeoppblomstringer). Fosfor er begrensende næringsstoff i ferskvann, mens nitrogen (nitrat) kan være begrensende i marint vann. Økte verdier av disse næringssaltene er foruten overgjødning/gjødselavrenning fra overflater også en indikasjon på at avløpsvann tilføres vannkilden. Bruk av plantevernmidler er også knyttet til landbruksvirksomhet. Det er begrensninger på bruk av plantevernmidler i nærheten av drikkevannskilder. Minsteavstand til overflatevann er angitt på

plantevernmidlets etikett, og skal uansett aldri være mindre enn 3 meter. Minsteavstand til drikkevannsbasseng er 50 meter heter det i [Handlingsplan for bærekraftig bruk av plantevernmidler](#) (Landbruks- og matdepartementet, 2016). For mer informasjon se Folkehelseinstituttets rapport fra 2014 om [Inntak av plantevernmidler gjennom drikkevann vurdert i forhold til vedtatte grenseverdier](#) (Folkehelseinstituttet, 2014).

Cyanobakterier og cyanotoksiner



Figur 6: Fem forskjellige slekter av cyanobakterier. Disse er de viktigste nerve- og levergiftproduserende artene i norske vann (Folkehelseinstituttet, 2016).

Man har funnet fossile cyanobakterier som viser en alder på 3,6 milliarder år. De antas å være arkitektene bak jordas atmosfære i tillegg til å fasilitere plantenes opprinnelse. Cyanobakteriene inneholder klorofyll-a, slik som høyere planter og alger, og de ble da også kalt blågrønnalger inntil det på 70-tallet ble vist at de har mer strukturelle og funksjonelle likheter med bakteriene (Folkehelseinstituttet, 2010). Cyanobakteriene er fortsatt en av de største og mest betydningsfulle bakteriegruppene, men siden de har levd her lenge har de rukket å tilpasse seg nær sagt alle slags miljøer og utviklet et bredt arsenal av giftige organiske kjemiske forbindelser (cyanotoksiner). Det er kanskje slik vi kjenner de best i dag, som et problem i vannforsyningen eller ifm. rekreasjon. Mange cyanobakterier produserer toksiner som er potente hemmere av nerveimpulser (nevrotoksiner), eller toksiner som er leverødeleggende (hepatotoksiner). Disse har ført til massedød av fugl, fisk, husdyr og flere dødsfall blant mennesker (Chorus & Bartram, 1999). Microcystin er det toksinet som produseres av flest cyanobakterier, og microcystin er vanlig i norske cyanobakterieoppblomstringer. Dette toksinet er vist å være et potent leverødeleggende toksin. Microcystin er også vist å være neurodegenererende og er koblet til utviklingen av sykdommer som [ALS](#) og [Alzheimer](#) (pers. med. Kleiven & Utkilen, 2019).

Cyanobakterier er påvist i mange norske overflatevann, som også brukes som drikkevann. Siden oppblomstringer ofte ble observert i vann med høye konsentrasjoner av næringsstoffer (eutrofe vann) trodde man at disse organismene hadde høyt krav til fosfor og nitrogen. Denne tanken har holdt seg til tross for at cyanobakteriene dominerer på den tiden av året da fosforkonsentrasjonen er lavest, og at oppblomstringer også forekommer i næringsfattige (oligotrofe) vann (Folkehelseinstituttet, 2010). Flere teorier for cyanobakteriedominans er presentert i kap 4.4 i rapporten fra Folkehelseinstituttet.

Cyanobakterier vokser sakte og er spesialister i å lagre energi og næringsstoffer til senere bruk. Når man ser oppblomstringer visuelt er dette ikke rask vekst i overflaten, men snarere slik at forholdene ligger til rette for en samlet migrasjon til overflaten av den totale cyanobakteriebiomassen som finnes i innsjøen, men cyanobakterier kan også klare seg godt med lite lys på store dyp. En cyanobakterieoppblomstring er en biofilm som flyter på overflaten. Bakterier som tilføres denne flytende biofilmen fra fugler eller dyr og mennesker vil bli værende i overflaten, og ikke synke til bunns. Derfor kan cyanobakterieoppblomstringer også være potensielle smitekilder for infeksjoner og sykdommer (pers. med. Kleiven & Utkilen).

Microcystinene er det vanligste toksinet som det har vært forsket mest på, av disse er det nå kjent rundt 100 varianter med forskjellig toksisitet (pers. med. Kleiven & Utkilen). Man eksponeres for cyanotoksiner via direkte kontakt (bading), drikking av toksinifisert vann, spising av fisk eller krepsdyr som allerede inneholder anrikede toksiner eller ved at man puster inn aerosoler. Cyanobakteriene kan også danne hardføre sporer med lang overlevelsestid og transporteres store avstander med vind eller som blindpassasjer hos fugler. Verdens helseorganisasjon (WHO) har satt 1 µg pr. liter som grenseverdi for microcystin-LR (MC-LR) i drikkevann. Dette er foreløpig det eneste cyanobakterietoksinet hvor det foreligger nødvendige toksikologiske data til at en grenseverdi er etablert (Water Services Association of Australia, 2015). Flere land har fulgt oppfordringen til WHO om å utarbeide nasjonale retningslinjer for MC-LR i drikkevann og rekreasjonsvann, dette er foreløpig ikke gjort i Norge, men vil komme som forslag til nytt EU-direktiv (MC-LR på 1,0 µg/l). I en gjennomgang av 17 land fordelt på fem kontinent er det sett på hvordan disse landene har tilnærmet seg utfordringene med cyanotoksiner i drikkevann (Ibelings, Backer, Kardinaal,

& Chorus, 2015). Forfatterens hovedpoeng etter endt studie var at det mangler data på kronisk giftighet, noe som igjen gir problemer med å sette reguleringer og grenseverdier. Dette gjelder også i høyeste grad for Norge. Det å skaffe seg oversikt over norske overflatekilder med toksiner vil kreve en svært stor innsats. Det er også sannsynlig at det er begrenset med kunnskap, mannskap og utstyr hos laboratorietjenestene til å kunne gjennomføre nok analyser raskt nok. I Sverige har man kommet noe lenger og Livsmedelverket har satt tiltaksgrenser på fem ulike cyanotoksingrupper (se tabell 3). Mattilsynet har bestilt (januar 2020) en kunnskapsoppsummering om cyanobakterier og cyanotoksiner i vann fra Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM). Mattilsynet har sett behov for å samle kunnskapen om cyanobakterier og cyanotoksiner, og hvordan dette kan påvirke drikkevannsproduksjonen. Slik vil de kunne gjøre bedre vurderinger og gi anbefalinger til vannverkseiere og andre som arbeider med drikkevann. Rapporten skal også kunne fungere som et verktøy for vannverkseiere i farekartlegging og praktisk arbeid.

Tabell 3. Anbefalte grenseverdier og helseeffekter av cyanotoksiner. Tabellen er hentet fra (Livsmedelsverket, 2018).

Cyanotoksiner	Åtgärdsgräns	Hälsoeffekter	Förekomst
Mikrocystiner	1 µg/l	Mikrocystiner är toxiner som i första hand påverkar levern, men även andra organ kan drabbas av skador. Svår akut förgiftning av mikrocystiner kan leda till dödsfall på grund av inre blödning i levern.	Söt-, bräckt och marina vatten
Anatoxin-a och homoanatoxin-a	1 µg/l	Anatoxin-a och homoanatoxin-a är nervtoxiner som kan ge förlamning av skelett- och andningsmuskulatur, vilket kan leda till dödsfall.	Söt- och bräckt vatten
Cylindrospermopsiner	1 µg/l	Främsta målorgan för cylindrospermopsiner är sannolikt lever och njure. Cylindrospermopsiner kan ge symptom som kräkning, huvudvärk, feber och blodiga diarreer.	Söt-, bräckt och marina vatten
Saxitoxiner	5 µg/l	Symtom på förgiftning av PSTs (Paralytic Shellfish Toxins, där saxitoxiner ingår) kan variera i svårighetsgrad. Mildare fall kan begränsa sig till stickningar kring mun, läppar och tunga. Vid allvarigare förgiftning sprider sig detta till ansikte och hals, muskelsvaghet och känselbortfall i armar och ben kan följa. Vid svår förgiftning följer andningssvårigheter, och muskelförlamning som kan vara total. Om förlamningen även påverkar andningsmuskulaturen, leder detta till döden om inte respiratorvård kan ges.	Söt-, bräckt och marina vatten
Nodulariner	1 µg/l	Nodulariner är toxiner som i första hand påverkar levern, men även andra organ kan drabbas av skador. Svår akut förgiftning av nodulariner kan leda till dödsfall på grund av inre blödning i levern.	Bräckt vatten

Det er manglende kunnskap om hvordan de ulike toksinene oppfører seg i vannbehandlingen. Forsøk viser at aktiv kullfiltrering og ozonbehandling vil kunne fjerne/inaktivere det utvalg av toksiner som blir undersøkt relativt effektivt (Folkehelseinstituttet, 2010). Ikke alle vannbehandlingsanlegg har aktiv kullfiltrering og ozonbehandling, mer konvensjonelle prosesser som koagulering, hurtigfiltrering og klorering (i normale doser) fjerner ikke fritt cyanobakterietoksin. Derimot viser det seg at klorering oppløser cellen (lysering) og fører til en økning i fritt toksin i vannet (Folkehelseinstituttet, 2010).

I drikkevannskilder der det ikke forekommer oppblomstring, men vannverket - da spesielt koagulering-filtreringsanlegg - allikevel mottar en lav influks av celler, har det vist seg at disse kan anrikes i selve vannbehandlingsanlegget slik at mengden giftstoff i vannverket er mange ganger høyere enn i råvannskilden. Avhengig av behandling vil toksinene kunne følge med ut på rent-vannssiden. Man burde derfor ikke vente på en synlig oppblomstring før alarmen går. At oppblomstringer ikke forekommer betyr ikke at risikoen er borte (Almuhtaram, Cui, Zamyadi, & Hofmann, 2018).

3.3. Vannbehandling – effekter på mikrobiologisk og kjemisk forurensing

Utvidet vannbehandling for partikkelfjerning og fargereduksjon er blitt mer utbredt i Norge i de siste 10-20 år ettersom humusinnhold i overflatevannkilder øker, og man er blitt mer bevisst behovet for å ha flere hygieniske prosessbarrierer enn bare desinfeksjon. Anlegg for partikkelfjerning som driftes og overvåkes godt, bidrar til god hygienisk sikkerhet i vannforsyning fra overflatevann. Partikkel-fjerningstrinnet fjerner i seg selv mikroorganismer, og vann med lite partikler og lav farge er godt egnet for sluttdesinfeksjon med UV og klor. Man ser imidlertid ulikheter i vannbehandlingsomfang på vannverk i forskjellige landsdeler. Dette skyldes blant annet forskjeller i kilde- og råvannskvalitet.

Nedenfor kommenteres kort de vanligste vannbehandlingsmetoder som benyttes i Norge, og deres styrker og svakheter i forhold til mikrobiologiske og kjemiske forurensinger i råvannet. Dette blir på ingen måte noe «dypdykk», men tas med for å anskueliggjøre hva man ikke klarer å fjerne av mulige forurensinger.

En «ny» forurensing som nå får økende oppmerksomhet er forekomst av mikroplast i miljøet, inklusive drikkevannskilder. Det er usikkert hvilken virkning de tradisjonelle behandlingsmetoder har på fjerning av mikroplast. Membranfiltrering (ultra-nano) gir trolig best effekt. Men kunnskapen om dette er begrenset, og problemet for drikkevann trolig likeså. Studien fra Norsk Vann (Norsk Vann, 2018) har vist at det foreløpig er svært lave nivåer av mikroplast i norsk drikkevann og at de ikke utgjør noen helsemessig risiko.

3.3.1. Koagulering-filtrering

Ved å tilsette en koagulant (fellingsmiddel) til råvannet vil man ved egnet pH oppnå at ladende partikler – humus, mikrober og uorganiske komponenter – feller ut og fnokker seg sammen til filterbare partikler. Filtrering skjer i sandfilter – ofte flermedia, gjerne i kombinasjon med knust marmor, eller i ultra-membranfilteranlegg. Løsning med koagulering-membranfiltrering kan nok sies å være i en «innledende fase» i Norge, men er mer vanlig i andre land bl.a. Sverige. Felles for koagulering-filtreringsanleggene er at de fjerner farge og organisk stoff svært godt, og øker vannets UV-transmisjon. Dette gjør at nødvendig etterfølgende UV-bestråling og/eller moderat klortilsats gir god desinfeksjonseffekt.

Det er dokumentert at koagulering-sandfilteranlegg som gir et utgående vann med turbiditet under 0,1 NTU, har høy rensegrad for bakterier, virus og parasitter. Det er da en forutsetning at dette oppnås hele tiden fra hvert enkelt sandfilterbasseng. Driftsavvik kan raskt gi gjennombrudd av forurensing. Gjennom pågående BARRiNOR-prosjekt i Norsk Vann regi skal betingelser for dette, samt alternative analysemetoder for å dokumentere barriereeffekt gjennom denne type prosess, undersøkes mer i detalj.

Ved koagulering-(ultra) membranfiltrering holdes utfelte partikler tilbake på membranoverflaten, der slammet hyppig spyles vekk og til avløp. Det er å anbefale – og nå normalt – at membranfilteret har nominell poreåpning på maksimum 20 nm. Da vil

membranen også holde tilbake de minste virus (størrelse fra 20-25 nm og oppover) og andre mikrober ved eventuelle avvik i koaguleringen, f.eks. ved pH-avvik eller feildosering. God driftsstyring er allikevel helt nødvendig for at membranlegget skal opprettholde sin produksjonskapasitet.

Det er dokumentert at tungmetaller og andre uorganiske komponenter fester seg til de negativt ladede humus-kolloidene. Det vil si at når humus fjernes, så fjernes også en relativt stor andel av råvannets innhold av tungmetaller og annen kjemisk forurensing.

Begrensingene i koagulerings-filtreringsprosesser ligger primært i behovet for meget godt driftstilsyn og driftsstabilitet. Prosessen er sårbar for raske avvik i råvannskvalitet både fordi økende partikkel-/humusinnhold medfører behov for økning av koagulanttilsats, samt at prosessen er ømfintlig for pH- og alkalitetsvariasjoner. Kontinuerlig driftsovervåking av råvann og behandlet vann (ut fra hvert filter) blir dermed nødvendig. Økt fargetall i råvann gir økt slamproduksjon, større slamakkumulering i filter, behov for hyppigere filterspyling og reduksjon i anleggets produksjonskapasitet. Om man ikke forbereder anlegget for dette, vil det også kunne ha negative hygieniske konsekvenser for rentvannet, bl.a. gjennom økt risiko for gjennombrudd i filter og i verste fall behov for delvis omløp eller bruk av nød-vann.

Koaguleringsprosesser er ikke egnet for fjerning av kjemiske og organiske miljøgifter herunder cyanotoksiner. Koagulerings-filtrering gir imidlertid en god forbehandling før egne prosessstrinn for dette, f.eks. aktiv kull-filtrering eller ozonering-filtrering.

3.3.2. Nanomembranfiltrering

Nanomembranfiltrering benyttes for fjerning av bl.a. høyt humusinnhold eller høy turbiditet i råvann, der vannet presses gjennom svært tette membraner (nominell poreåpning <4 nm) med 4-6 bars trykk. Her tilsettes ingen koagulant. Humuskolloider, naturlig utfelt materiale, større molekyler og mikroorganismer ned til den minste virus holdes tilbake og vaskes kontinuerlig vekk, med et vanntap på 25-30 % av innkommende vannmengde.

Forverret råvannskvalitet med høyt partikkelinnhold gjør at utvidet forbehandling før nanomembran, f.eks. gjennom sandfilter eller ultramembranfilter, kan bli nødvendig for å opprettholde nanofilterets kapasitet og funksjon, og forlenge membranenes levetid. Av norske nanofiltreringsanlegg av spiralmembran type (den vanligste) er det svært få med slik forbehandling. Også

nanomembran-filteranlegg krever godt driftstilsyn og overvåking av rentvannskvalitet, om mulig etter hvert membrantrykk. Her skorter det generelt på tilstrekkelig rentvannskontroll som kontinuerlig dokumenterer membranfunksjon. En større hullskade i en membran eller i en kobling vil her utgjøre fullt hygienisk barrierebrudd.

Nanofiltermembraner holder ikke tilbake alle miljøgifter. Man kan nok tenke seg enda tettere nanomembraner for å håndtere denne type forurensing. Dette er forhold som bør undersøkes nærmere, og presenteres i egne rapporter.

3.3.3. Ozonering-biofiltrering

Ozon er en svært kraftig oksidant. Ved å tilsette ozon til humusholdig vann, spaltes humus til mindre organiske komponenter, og fargen reduseres uten at TOC-innholdet blir redusert (TOC = totalt organisk karbon). Ozon dreper også bakterier, parasitter (ved høye ozondoser) og virus – dvs. er desinfeksjon, spalter miljøgifter/organiske forurensinger og oksiderer løste metaller som jern og mangan. Normale ozondoser for fargetallsreduksjon gir god desinfeksjonseffekt for bakterier og virus, forutsatt at ozonholdig vann har kontakttid på 5-10 min. før restozon fjernes.

Ulempen med prosessen er dannelse av små organiske komponenter som er lett nedbrytbart av mikroorganismer. Man er derfor avhengig av et godt fungerende biofilter/adsorpsjonsfilter etter ozontilsetningen for å unngå høy biologisk aktivitet/begroing på distribusjonsnettet, og for å holde tilbake annet utfelt/oksydert materiale. Prosessen er dårlig egnet dersom fargetallet i råvannet er over 30 mg Pt/l og organisk innholdet er over 5 mg TOC/l. Jo høyere innholdet av lett nedbrytbart organisk material (BDOC) blir, jo lengre oppholdstid behøves i fungerende biofilter.

Et annet dilemma er mulig dannelse av uønskede sporstoffer gjennom prosessen. Dette gjelder primært der råvannet er høygradig forurensset. Inneholder råvannet mye bromid, vil det dannes farlig bromat. Dette må man være spesielt oppmerksom på ved vannkilder som er nær ved og påvirket av sjøvann.

Ozonering-filtrering er egnet for fjerning av cyanotoksiner og eventuelle mindre forurensninger av oljeprodukt, plantevernmidler og legemiddelrester. Prosessen gir begrenset fjerning av tungmetaller, men vil oksidere og trolig filtrere ut noe løste ioner. Valg av filtermateriale vil her være avgjørende for effekten. Bruk av granulert aktivt kull som adsorpsjons- og biofiltermedium vil trolig være å foretrekke i en slik sammenheng. Noen parasitter

– blant annet *Cryptosporidium* – må ha svært høye ozondoser for å uskadeliggjøres, doser som er langt høyere enn det ellers er ønskelig å benytte, og som installerte ozonanlegg normalt ikke er dimensjonert for.

3.3.4. Aktivt kull

I Norge benyttes filtrering gjennom aktivt kull bare på noen få vannverk som poleringstrinn etter annen utvidet vannbehandling. Hensikten her er å fjerne mikroforurenser fra vannet som ikke er fjernet i foregående behandlingstrinn. Det skjer gjennom adsorpsjon på filterkulloverflaten. Aktivt kull vil også kunne fjerne restfarge og toksiske stoffer, herunder bl.a. PFOS og cyanotoksiner.

Behov for etterbehandling gjennom aktivt kull-filter kan bli nødvendig på flere vannverk framover.

Granulert aktivt filterkull vil måtte regenereres eller erstattes relativt hyppig – hvert 2.-4. år avhengig av belastning. Dette er kostbart. Man kan også tenke seg å tilsette aktivt kull i pulverform til vannet, men det må da kombineres med koagulerings-filtrering av et forbehandlet vann.

3.3.5. Sand- og marmorfilter

Karbonatisering og pH-regulering gjennom marmorfilter finnes det mye av i Norge. Noen vannverk har også rene hurtigsandfilter. Disse prosesstrinnene bidrar i begrenset grad til kjemisk eller hygienisk rensing av råvannet. Marmorfilter vil dog kunne gi en liten tilbakeholdelse av tungmetaller i samband med pH-heving og dermed metallutfelling. Jern fjernes meget godt gjennom marmorfiltrering.

Pågående tester tyder på at vann som er forozonert, oppnår en betydelig hygienisk tilleggsbarriereeffekt (mot *E. coli*) i etterfølgende marmorfilter og biofilter. Dette kan skyldes at uønskede mikroorganismer her blir utkonkurrert av etablert biologi i filtermassen.

3.3.6. UV-desinfeksjon

De fleste norske vannverk har i dag UV-desinfeksjon som siste behandlingstrinn, og noen har det som eneste trinn (evt. sammen med klorering) uten noen form for forbehandling. UV-bestråling er godt egnet for å inaktivere parasitter, bakterier, bakteriesporer og de fleste virus.

Alle nye UV-aggregat som benyttes i drikkevannsforsyning skal være testet gjennom biodosimetriske metoder, og typegodkjent av Folkehelseinstituttet basert på slike tester. Det kreves her dokumentert at aggregat har kapasitet til UV-dose på minimum 40 mJ/cm² for aktuell

vannmengde per tidsenhet (l/s). Dette UV-regimet har vart siden år 2005, og nær alle UV-anlegg som er installert etter den tid oppfyller oppdaterte krav. Nå viser det seg at det er stor forskjell i godkjent desinfeksjonskapasitet mellom UV-anlegg om de er testet i USA (for USEPA) eller i Europa (DVGW/ÖNORM). Dette gjelder både for anlegg med lavtrykks og mellomtrykks lamper. Europeisk sertifisering tilsier langt større UV-aggregat for å håndtere samme vannmengde enn det amerikansk sertifisering angir behov for. Norsk typegodkjenning har fram til nå benyttet begge sertifiseringsregimer, men sannsynligvis vil kun den nye tysk-østerrikske fellesstandarden som vil tre i kraft i 2020, bli akseptert som grunnlag for framtidig norske typegodkjenninger.

For å inaktivere adenovirus trengs langt høyere UV-doser enn dagens UV-godkjenning tar hensyn til og faktiske UV-installasjoner vil klare. Hittil har ikke adenovirus vært registrert som noe problem i norske råvannskilder. Det er også andre virustyper – f.eks. rotavirus – som krever høye UV-doser for å inaktiveres. UV-bestråling med dose 40 mJ/cm² anses imidlertid effektivt for inaktivering av norovirus, som har vært det vanligste virus i forbindelse med vannbåren smitte i Norge.

UV-anleggets begrensning for å inaktivere enkelte virustyper, tilsier at etterfølgende kontinuerlig klorering kan være et fornuftig tiltak, da adenovirus er følsom overfor klor.

Gamle UV-aggregat (typegodkjent før 2005) med oppgitt gjennomsnittsdose min. 30 mJ/cm², har ikke lenger noen internasjonal sertifiseringsordning, og har en langt lavere bestrålingseffekt enn moderne aggregat med biodosimetrisk veggdose min. 40 mJ/cm². Etter definisjonen gir slike gamle aggregat ingen desinfeksjon av bakteriesporer. Til det blir UV-dosen for lav. Vi vil også bemerke at desinfeksjonseffekten spesielt mht. virus er langt mindre på gamle enn nyere aggregat.

UV-bestråling gir ingen påregnelig endring i vannets kjemiske kvalitet. UV-anleggets funksjon er sårbar for endring i fargetall og UV-transmisjon, herunder endringer i råvannskvalitet og driftsavvik i foregående behandlingsstrinn. Kapasiteten for UV-anlegget går betydelig ned ved lavere UV-transmisjon. Dessuten vil vann med høyere jernrest, høyt kalkinnhold eller høyt organisk innhold medføre beleggdannelse på UV-kvartsglass og påfølgende svekkelse i UV-bestråling. Forventede klimaendringer og dertil forverret råvannskvalitet vil gi utfordringer for flere UV-desinfeksjonsanlegg. UV-anlegg er sårbare ved avvik i foregående prosesstrinn, f.eks. driftsforstyrrelser i koagulerings-filtreringsanlegg, noe som kan medføre at

raske råvannsendringer gjør at alle behandlingstrinnene på vannverket faller ut samtidig i en dominoeffekt. Fullstans i produksjonen blir da nødvendig.

3.3.7. Klordesinfeksjon

Klorering gjennom tilsats av natriumhypokloritt er fortsatt vanlig som sluttbehandling, men ved flere mindre vannverk er klor nå erstattet med UV-desinfeksjon. Det er fritt klor (OCI^2 - eller HOCl -) som gir primær desinfeksjon av vannet gjennom at det uskadeliggjør bakterier og virus. Desinfeksjonseffekten avhenger dels av klordosen, dels av vannets organiske innhold og pH, og dels av klorkontakttiden. Organisk stoff i vannet binder fritt klor, og høyt organisk innhold reduserer kloreffekt betraktelig og klorbehovet øker. Reaksjonen mellom klor og organisk stoff fører også til dannelsen av kloreringsbiprodukter. Videre bidrar høyere pH til lavere desinfeksjonseffekt. Normal behøves en kontakttid for fritt klor i vann på minst 20-40 min. for å gi forsvarlig effekt. Klor i normale doser dreper ikke parasitter. Som nevnt i kap. 3.2.3 vil klorering oppløse cellen (lysering) hos cyanobakterier, som i sin tur kan føre til en økning i fritt toksin i vannet.

Som for UV-desinfeksjon vil forverring av vannkvalitet (i råvann eller forbehandlet vann) påvirke kloreffekt. Klordoseringen må i så fall økes, med dårlig smak på vannet som resultat. Større driftsavvik i et forbehandlingstrinn vil kunne gjøre at sluttkloreringen ikke lenger har verdi. I et slikt tilfelle må vannproduksjonen stanses.

3.3.8. Oppsummering

Mange norske vannbehandlingsanlegg er tilpasset dagens råvannskvalitet og forurensingssituasjon. Flere anlegg vil behøve å utvide vannbehandlingen pga. råvannsendring (større variasjon i råvannets kvalitet) og nye forurensingsutfordringer. Dette avhenger av kildetype, geografisk lokalisering og forurensningsfarer i nedbørsfeltet.

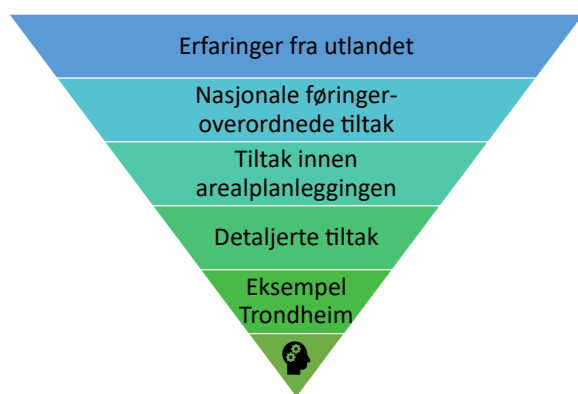
Det er få vannverk som kan håndtere cyanotoksiner, og noen anlegg vil også ha problemer med å håndtere parasitter (som *Cryptosporidium* og *Giardia*) og virus.

De største utfordringene er nok knyttet til drift av vannbehandlingsprosessen dersom råvannskvaliteten raskt endrer seg over kort tid f.eks. pga. styrtnedbør, kraftig vind eller brå temperaturendringer. God overvåking og mulighet for å stanse produksjon ved driftsavvik blir da essensielt. Ved mange anlegg er ikke det mulig. I prinsipp bør vannverkene kunne levere til enhver tid, dvs. at de må være så godt rustet at vær- og klimaforhold ikke medfører produksjonsstans.

Dårlig sikring av råvannskilden mot forurensing vil forsterke en slik situasjon. Det er fort slik at det er i samme periode som det skjer stor tilførsel av forurensing fra nedbørsfeltet (rask avrenning og overløp fra spillvannsnett pga. kraftig regn eller snøsmelting), at vannbehandlingsanlegget ikke fungerer som tiltenkt, og det er nettopp da det må fungere.

4. TILTAK

Dette kapittelet er det mest omfangsrike i veiledningen. Det har en «traktstruktur», dvs. favner vidt i starten med erfaringer fra et utvalg av andre land, før man går over i de mer overordnede forvaltningsmessige tiltak som følger av nasjonale føringer for å oppfylle vanndirektivet. Videre blir det forklart hvilke tiltak som følger av arealplanleggingen, før man kommer ned på mer konkrete tiltak (så langt det har latt seg gjøre). Mange kunne nok ønsket seg enda mer konkrete tiltak, men i dette feltet er det sjeldent to streker under svaret. Lokale tilpasninger i samhandling med andre interessenter i nedbørsfeltet må vektlegges.



Figur 7: «Tiltakstrakten»

Noen tiltak er omfattende og kostbare (f.eks. klausuleringer, ekspropriasjon, oppgradering av avløpsnett), mens andre tiltak er enkle og rimeligere å gjennomføre (f.eks. folkeopplysning, tilrettelegge for rekreasjon der det påvirker minst, inngjerding og vannposter for husdyr). Noen tiltak kan heller ikke måles i penger, men har en forebyggende effekt, jamfør føre-var-prinsippet (kap. 2.3.1). Drikkevannsforskriften er hjemlet i Matloven, og tiltakene en vannverkseier fokuserer på er gjerne en funksjon av dette. I tillegg blir det gjennomført mange tiltak etter vannforskriften for å oppfylle kravene i EU's vanndirektiv.

Det er også viktig å definere hvilken kommunal virksomhet som er «eier» av aktiviteten eller forurensingen. I mange tilfeller har ikke virksomhet for vann- og avløp mulighet til å iverksette tiltak, da aktiviteten eller forurensingen faller innenfor annen virksomhet i kommunen. Samarbeid og jevnlig møter mellom virksomheter som involverer aktiviteter og behandler saker som vedrører drikkevann, er derfor svært viktig. Dette gjelder både for faglige innspill, i saksbehandling og at relevante parter blir høringsinstanser. For mer om dette, se kapittel 6 om samhandling mellom andre virksomheter og myndigheter i kommunen.

Det må påpekes at for kommunalt eide vannverk, er kommunen som helhet ansvarlig for å etterleve drikkevannsforskriftens krav til "eier av vannforsyningssystem". Intern organisering og ansvarsfordeling mellom kommunale enheter og mellom administrasjon og politiske organ er ikke av prinsipiell betydning for kommunens ansvar. Ordfører og rådmann er i siste instans ansvarlig.

Beskyttelse, aktiv og målrettet forvaltning av nedbørsfelt er viktig for å redusere risikoen for forverret råvannskvalitet. I veileder til drikkevannsforskriften § 12 står det at det er viktig at vannverkseierne, gjennom beskyttelsestiltak reduserer risikoen for forurensning av kilden mest mulig. Dette gir bedre sikkerhet enn å måtte fjerne eller uskadeliggjøre forurensningen i vannbehandlingen. Videre omtales dette som en plikt. Plikten til å beskytte råvannskilden er en spesifisering av plikten man har til å beskytte drikkevannet mot forurensning. Med nødvendig beskyttelse menes den beskyttelse som trengs for at det ferdige drikkevannet som leveres er helsemessig trygt.

Så enigheten er der, men hva vet vi egentlig om tiltak i nedbørsfeltet, hvilke tiltak er vanlige, virker de, er det sikkert at tiltak i nedbørsfeltet lønner seg kontra å bygge alle barrierer inn i vannverket? Som eksempel var det ved etablering av ny vannkilde til Trondheim vanskelig å få konkrete svar fra fagmiljøene på hvilken risiko ulike typer aktivitet rundt kilden faktisk utgjør, da følger det at prioriteringer og valg av type tiltak blir en utfordring. IVAR IKS i Rogaland har valgt å bygge flere hygieniske barrierer inn i vannbehandlingen selv om råvannet er godt og nedbørsfeltet har relativt liten aktivitet. Kort fortalt er tiltak i nedbørsfeltene i Norge normalt knyttet til restriksjoner og klausuleringsbestemmelser, altså rådighetsinnskrenkninger. I et arbeid med forvaltningsstrategi for Brusdalsvatnet med nedbørsfelt i Ålesund kommune, fant forfatterne at følgene restriksjoner er vanlige i Norge (se også kap. 4.7) (Norconsult, 2019):

Overfor allmennheten:

- Badeforbud for husdyr og mennesker
- Båndtvang for hunder i hele nedbørsfeltet eller med avstandskrav til vannkilde (50 m)
- Riding forbudt i terreng eller nær vannkilde
- Fiskeforbud (evt. tillatt for grunneiere)
- Motorisert ferdsel på vannet forbudt
- Sportsstevner og organiserte arrangement forbudt
- Camping og leirslagning forbudt eller med avstandskrav til vannkilde (100 m)

Overfor landbruk:

- Omfang av dyrehold og vekster begrenset mhp. antall, arter og avstandskrav til vannkilde (beiting og dyrking)
- Detaljerte krav til lagring og bruk av gjødsel og plantevernmidler (avstandskrav til vannkilde, krav om sikker lagring, type gjødsel, godkjenning av gjødselplaner mv.)

Overfor bebyggelse:

- Ikke tillatt med nye hus eller hytter i hele nedbørsfeltet eller med avstandskrav til vannkilde (100 m), ikke tillatt med industri (som forurensere)
- Etablering av organisert rekreasjon forbudt (gårdsturisme, bevertningssteder, overnattingssteder mv.)
- Detaljerte krav til lagring og bruk av oljeprodukter og oljetanker
- Detaljerte krav til avløpsløsning (ledes ut av nedbørsfeltet, avløpsfrie toalett eller tette tanker med avstandskrav til vannkilde (min 50 m))

4.1. Resultater fra UK Water Industry Research Ltd. sitt forskningsprosjekt (2019)

I vårt søk etter å finne erfaringer innen forvaltning av nedbørsfelt i inn- og utland (språklig begrenset til engelsktalende) har vi blant annet kommet over et større forskningsprosjekt fra UK Water Industry Research Limited (UKWIR) med tittelen «[Catchment Management for Water Quality and Quantity: A review of evidence to help understand whether catchment management makes a difference to water quality and quantity](#)» (UK Water Industry Research, 2019). Forfatterne tok for seg publisert og upublisert materiale, samt spørreundersøkelser og intervju, og endte opp med data fra 122 forskjellige nedbørsfelt, mesteparten fra England, Skottland, Irland og Wales, men også noen nedbørsfelt fra tilsvarende klimasoner i nordvest-Europa inkludert Norge.

Målsettingen med prosjektet var følgende;

- Hvor kan forvaltning av nedbørsfelt gjøre en forskjell for kvaliteten og kvantiteten på overflate- og grunnvannskilder, og over hvilken tidsramme?
- Hva er de mest effektive tiltakene (gitt region, problem, skala etc.).
- Hva er driverne og barrierene for at forvaltning av nedbørsfeltet skal lykkes?
- Hva er «tilbakebetalings» perioden for ulike tiltak?
- Skape en plattform for vannverk og andre interessenter for å utvikle og gjennomføre bedre forvaltningsstrategier i nedbørsfeltet.

Tiltakene det refereres til i prosjektet var i hovedsak rettet mot landbruket og sammenfaller godt med de tiltak denne veiledningen presenterer i kap. 4.5.

Vi har det det etterfølgende valgt å gjengi noen av de mest interessante funnene som ble gjort i prosjektet:

Fører forvaltning av nedbørsfelt til en målbar bedring i vannkvalitet?

I alt viste 57% av dataene fra nedbørsfeltene (122 totalt) en bedring i vannkvalitet som følge av tiltak i nedbørsfeltet, 12% var ikke mulig å bestemme, mens 24% viste ingen bedring. Når data fra forskjellige forurensninger ble sortert viste det seg at forbedringene var tydeligst knyttet til utslipp av metaldehyd (sneglegift) og andre pesticider, med en forbedring på henholdsvis 66% (26 nedbørsfelt) og 85% (14 nedbørsfelt). Disse resultatene sammenfalt godt med vannverksintervjuene, der det ble fortalt at nettopp reduksjon i sprøytemidler hadde vært hovedfokus i deres forvaltningsstrategi.

For ordninger knyttet til reduksjon av næringsstoff viste 52% (52 nedbørsfelt) bedring i fosforforbindelser og 48% (50 nedbørsfelt) bedring i nitrogenforbindelser. Disse forurensningene er utbredt og kommer fra et vidt spekter av aktiviteter. For bakteriologisk forurensning var det meste av dataene (70%) så mangelfulle at konklusjoner uteble (11 nedbørsfelt). Informasjon knyttet til forandringer i mengde utslipp viste at de fleste forurensninger kan reduseres med tiltak i nedbørsfeltet, da spesielt tydelig for pesticider. Kalkulering av utslipp i tillegg til måling av konsentrasjon i den mottakende vannkilde ga de sterkeste bevisene på forbedring.

Red. anm. Også erfaringer fra Norge, angående bakteriologisk forurensning, viser at effekter av restriksjoner og oppryddingstiltak ikke nødvendigvis blir merkbare på råvannsanalysene. Dette kan skyldes diffuse utslipp, (økt) avrenning fra overflater, og avføring fra ville dyr, noe strenge klausuleringstiltak ikke fanger opp. En annen utfordring er praktisk håndhevelse av innførte restriksjoner, der avløp fra spredt bebyggelse eller forurensning fra husdyrhold ikke begrenses

eller reelt lar seg begrense. Som en motsats til dette omtales erfaringer fra Trondheim i kap. 4.9 der det har vært en markert tendens til nedgang i prosentandel av råvannsprøver med påvist TKB/E. coli over de siste 10-15 år, trolig som følge av en rekke tiltak i nedbørsfeltet.

Hvilken tidshorisont er nødvendig for å oppdage forbedring i vannkvalitet?

Resultatene indikerte at normalt vil det kreve opptil 6 år med overvåkning etter at tiltaket er gjennomført for å oppdage målbare effekter av forurensningsreducerende tiltak i nedbørsfeltet (122 nedbørsfelt). Variasjon rundt gjennomsnittet viste at det kan ta opptil 10 år i noen tilfeller. Funnene knyttet til pesticider (40 nedbørsfelt) viste at det var mulig å måle resultater på kortere tid. Opptil 4 år med overvåkning var det gjennomsnittlige behovet for å kunne måle effekt. Resultatene knyttet til fargetall skilte seg ut med stor usikkerhet knyttet til tid, for å kunne måle effekter av tiltaket.

Selv om det var en del vannverksordninger med mer enn 10 års overvåkning av tiltakseffekt, lå majoriteten under 5 år. Dermed har de kortere horisont enn det UKWIR fant som nødvendig for å kunne måle effekter av tiltakene. Disse funnene forsterket forståelsen av at nedbørsfeltforvaltning er et langsiktig ansvar og at mange tiltak bør ha en lengre tidshorisont på sine overvåkningsprogram.

Hvor fører forvaltning av nedbørsfeltet til en bedring i vannkvalitet?

Prosentandelen av ordninger som viste forbedring av vannkvalitet var fordelt med 61% for overflate vannkilder (100 nedbørsfelt) og 41 % for grunnvannskilder (22 nedbørsfelt). Det var også en forskjell mellom nedbørsfelt i høylandet og lavlandet, der førstnevnte hadde en høyere andel data som viste forbedring. Dette kan forklares ut fra mange variabler, men man antar at den viktigste faktoren er lengre tidsskala for å måle virkninger i grunnvann- og lavlandskilder.

Barrierer og drivere påvirker også hvor nedbørsfeltforvaltning gjør en forskjell. Det var noen emner som utkrystalliserte seg i intervjuresponsen, og fra disse kan det bli konkludert med at de sterkeste driverne for suksess inkluderer:

- Tillitsbasert samarbeid
- Tydelige finansieringsmekanismer
- Deling av ansvar og data med gård- og grunneiere

De vanligste barrierene skissert på bakgrunn av intervjuer gjort i UKWIR undersøkelsen inkluderte tidsbegrensning, ressurser- og finansiering, historiske forhold mellom grunneiere og vannverkseier, samt

problemer med å kunne måle om tiltaket i det hele tatt hadde virket etter hensikten.

4.1.1. Norske forhold relatert til UKWIR undersøkelsen

Funnene nevnt i foregående kapittel er interessante med tanke på Norges bruk av rådighets-innskrenkninger. Andre land vi har vært i kontakt med har også stort fokus på samarbeid med interessenter som opererer i nedbørsfeltet (kap. 4.2). Frivillige ordninger, økonomisk støtte, opplæring og utdanning, bruk av interesseorganisasjoner, forskningsinstitutt og universiteter, tilrettelegging av rekreasjonsalternativ som utgjør lavere forurensningsrisiko enn den eksisterende, etc. er blant de vanlige tiltakene i nedbørsfeltet for å kunne styre bruken og redusere risiko for forurensning.

I Norge er det i hovedsak finansieringsmekanismer underlagt Landbruksdirektoratet som kan ha positive ringvirkninger i nedbørsfeltene. Tilskuddsordninger er organisert i Regionale miljøprogram (RMP), videre gis det støtte gjennom investeringsvirkemidler slik som SMIL og IBU. Det finnes også statlige tilskudd til vannforvaltning på regionalt nivå som fordeles via Miljødirektoratet (Menon Economics, 2017).

Noen norske unntak verdte å nevne mhp. organisering og samarbeid er:

Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver

Dette er en ideell forening stiftet i 2003. Vassdragsforbundet har sin opprinnelse i Mjøsovervåkingen som ble startet på begynnelsen av 70-tallet som ledd i et landsomfattende statlig overvåkningsprogram på vannforurensning. Forbundet har i dag 61 medlemmer fordelt slik; 20 kommuner, 2 fylkeskommuner, Fylkesmannen i Innlandet, 3 vassdragsregulanter, 21 andre bedrifter, 4 interesseorganisasjoner og 10 støttemedlemmer. Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver har følgende oppgaver:

- Finansiere, gjennomføre og rapportere en årlig tilstandsovervåkning.
- Fastsette miljømål for Mjøsa og tilløpselvene og foreslå tiltak for at disse nås.
- Koordinere og samordne andre pågående undersøkelser i vassdraget.
- Drive informasjons- og motivasjonsarbeid.
- Gjøre spesielle undersøkelser ved behov.
- Være sekretariat for vannområde Hunnselva i pilotfasen.
- Være vannområdeutvalg for VO Mjøsa, der daglig leder er vannområdekoordinator.

Aksjon Jærvassdrag - Vannområde Jæren

Dette er et annet eksempel der kommuner, fylke og grunneiere har samarbeidet om tiltak for å redusere forurensning til vannlokalitetene. Vannområde Jæren - Aksjon Jærvassdrags Avløpsgruppe arbeider for faglig utveksling, felles tilrettelegging og koordinering av prosjekter og ressursbruk, som gjør kommunene i stand til å gjøre flere tilførselsreducerende tiltak, samt felles strategier og retningslinjer. Målet er å redusere avrenning av næringsstoffer både fra spredt og tett bebyggelse til utsatte vassdrag på Jæren. Arbeidsgruppe Avløp bidrar til et ekstra løft på avløpssektoren blant kommunene på Jæren. Fra før har kommunene felles prosjekter i Aksjon Jærvassdrag regi på overvåking og frivillige tiltak i landbruket. Kommunene på sin side arbeider med sanering og oppgradering av avløpsløsninger i tråd med egne hovedplaner. En egen arbeidsgruppe på avløps-

sektoren var sentral for å oppnå felles forståelse av problemer, utarbeide strategi for oppgradering av renseløsninger i spredt bebyggelse, vedta felles retningslinjer og få signifikante reduksjoner av tilførsler til vassdragene.

Eikerenfondet

Et siste eksempel fra Norge er Eikeren Vannverk IKS (EVIKS) som har opprettet et [fond](#) for å gjennomføre miljøoptimaliserende tiltak i Eikerenvassdraget. Fondet er opprettet for å bidra til en bærekraftig og lokal styring av Eikerenvassdraget for å sikre alle brukerinteressene i vassdraget. EVIKS plikter hvert år og sette av midler til miljøoptimaliserende tiltak.

4.2. Erfaringer fra andre land

Kap. 4.1 gav en kort introduksjon til noen funn knyttet til nedbørsforvaltning med hovedtyngde i England. Vi har også vært i direkte kontakt med andre land for å få et lite innblikk i hvordan de forvalter sine nedbørsfelt.

4.2.1. Sverige

I Sverige fokuseres det på opprettelse av «vattenskyddsområden». Målsettingen med å opprette slike beskyttelsesområder er å gi vannforekomster som er viktige for drikkevannsforsyning tilstrekkelig beskyttelse slik at tilgangen til godt råvann sikres i et langsiktig perspektiv – et flergenerasjons-perspektiv. Her inngår soneinndeling med ulike restriksjonsnivå, ikke ulikt det som er normal praksis i Norge. Arbeidet bygger på EU's rammedirektiv for vann, nasjonale rammebetingelser og nasjonale miljømålsettinger. Til forskjell fra Norge så er det ikke primært den enkelte kommune som er ansvarlig for beskyttelse av drikkevannskildene, men det er hevet opp til [Vattenmyndigheterna](#), [länsstyrelsen](#) og [Havs- og vattenmyndigheten](#) som er ledende for å sørge for en enhetlig forvaltning av nedbørsfeltene. Disse tre myndighetene har utviklet databasen [VISS](#) (VattenInformationsSystem Sverige) som samler og presenterer all informasjon om vannforekomstene i Sverige. Delaktighet og samhandling er en viktig hjørnestein i svenskenes arbeid med forvaltning av vannkilder og nedbørsfelt, ofte blir det organisert «[vattenråd](#)» som koordinerer innsatsen til ulike aktører i samme nedbørsfelt.

Andre kunnskapskilder fra Sverige:

- [Introduktion till vattenförvaltning, Vattenmyndigheterna](#)
- [Handbok om vattenskyddsområde; Havs- och Vattenmyndigheten](#)

4.2.2. Skottland

Skottland følger også EU's rammedirektiv for vann, men her er det det Skotske miljødepartementet ([SEPA-Scottish Environment Protection Agency](#)) som leder an prosjekter knyttet til forvaltning av nedbørsfelt. De har utviklet [sektorplaner for vann- og avløp](#) (Scottish Environmental Protection Agency, 2019). Scottish Water forteller at Skotske vannverkseiere også har som grunnfilosofi at råvannet skal være så godt som mulig, men at de har tatt en mer ingeniørvitenskapelig tilnærming og bygger stort sett alt av barrierer inn i vannbehandlingen. Det har ofte vist seg vanskelig å få gjennomført gode tiltak i nedbørsfeltet grunnet innsigelser fra grunneiere. Det eksisterer gode rammebetingelser for å beskytte vannkildene, men vannverkseierne selv har ingen myndighet til å pålegge restriksjoner i nedbørsfeltet. Dette må i så fall gjøres via forhandlinger med de som har denne myndigheten.

Andre kunnskapskilder fra Skottland:

- [The river basin management plan for the Scotland river basin district: 2015-2027](#)
- [The river basin management plan for the Solway Tweed river basin district: 2015 update](#)
- [Helping farmers to reduce diffuse pollution risks and benefit their farming business, Farm Advisory Service](#)

- [The Agri-Environment Climate Scheme](#) promotes land management practices which protect and enhance Scotland's magnificent natural heritage, improve water quality, manage flood risk and mitigate and adapt to climate change.

4.2.3. Australia

Australia har grunnet begrenset tilgang på råvann i de mest tettbefolkede områdene vært langt fremme når det gjelder forvaltning av vannressurser. Overordnet så er det den Australske drikkevanns-forskriften (Water Services Association of Australia, 2015) som fremhever behovet for beskyttelse av drikkevannskilden som en første barriere mot forurensning. The Water Services Association of Australia har videre utarbeidet en rekke veiledere som hjelper vannverkseierne med forvaltningen, den mest sentrale er helsebaserte målsettinger (Water Services Association of Australia, 2015) som spesifiserer krav til vannbehandling avhengig av grad av beskyttelse i kilde og nedbørsfelt.

Mer spesifikt så blir kravene til - eller behov for - forvaltning av nedbørsfelt bestemt av rammebetingelser vedtatt i den enkelte delstat, og dette kan variere i stor grad. New South Wales (NSW) har fått på plass et vannkvalitetsregelverk som regulerer all aktivitet i hele nedbørsfeltet som forsyner Sydney. [Water NSW](#) har fått tildelt lederrollen i å implementere dette regelverket. I Queensland har ikke vannverkseierne et slikt spesifikt regelverk å benytte. De er derfor helt avhengig av frivillige mekanismer («partnership associations»), finansieringsmekanismer, kursvirksomhet og beslut-

ningspåvirkning. En interessant forskjell mellom Australia og Norge er at vannverkene «down under» er sterkt delaktige i å tilrettelegge for friluftsliv og rekreasjon i nedbørsfeltene i håp om å kunne styre og kontrollere virksomheten, og med det redusere forurensningspotensialet. Se som eksempel South East Queensland Water (SEQwater) sin webside: <https://www.seqwater.com.au/recreation/activity/search>

4.2.4. Finland

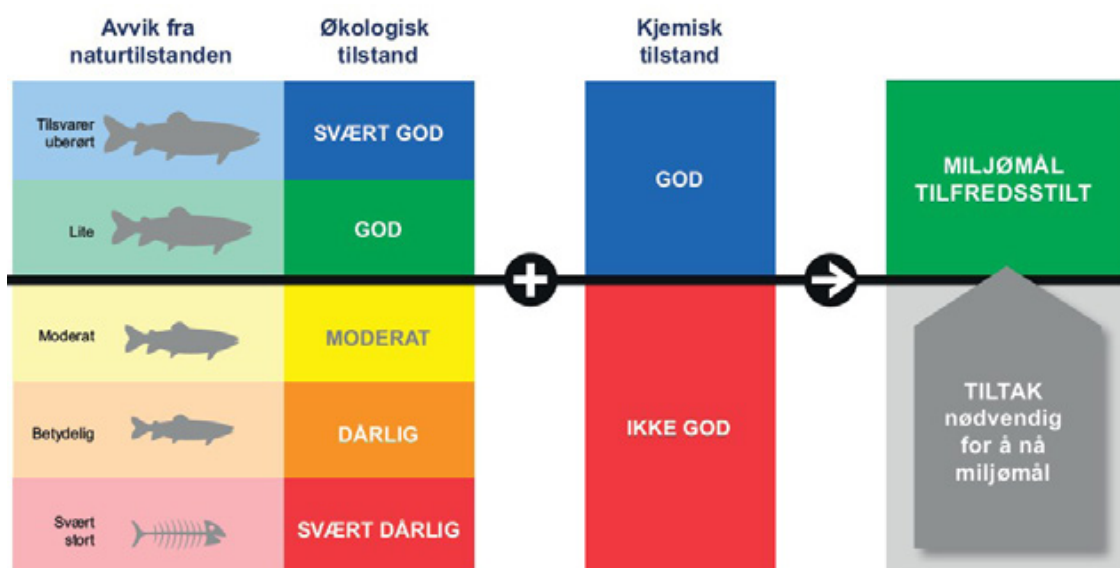
Finland følger også EUs vanndirektiv, og har sin egen drikkevannsforskrift der overvåking av drikkevann fra kilde til tappekran skal baseres på farekartlegging og risikoanalyser, nokså likt slik vi har det i Norge. Finland følger WHO sitt opplegg for Water Safety Plans og Sanitation Safety Plans, men kaller sine nasjonale planer for [Water Cycle Safety Plans](#). Finsk drikkevannsforsyning har stort fokus på godt råvann, og utfører gjerne store infrastrukturprosjekter for å få tilgang til gode kilder i stedet for å ta i bruk en dårligere, mer nærliggende, kilde som krever avansert vannbehandling. De mener at dette vil lønne seg på lang sikt jf. utbyggingen av [Päijänne råvannstunnel](#). Dette er verdens lengste kontinuerlige tunnel på 120 km som forsyner Helsinki med vann fra sentrale Finland. I Finland har «[vannbeskyttelse forbund](#)» en sentral rolle i forvaltningen av nedbørsfelt. De koordinerer samarbeidet mellom vannverkseiere, kommuner, næringslivet, lokalsamfunn etc. Den ansvarlige myndighet er Miljødepartementet.

- [Finske miljødepartementet - vannbeskyttelsesprogram og strategier](#)

4.3. Forvaltningstiltak knyttet til vannforskriften og EU's vanndirektiv

I henhold til [Nasjonale føringer for arbeidet med oppdatering av de regionale vannforvaltningsplanene](#), (Klima- og miljødepartementet, 2019) gjennomfører vannforskriften EUs vanndirektiv i norsk rett. Et viktig formål med vannforskriften er å sikre en mer helhetlig og økosystembasert vannforvaltning i Norge ved utarbeiding av helhetlige, sektorovergrepene, regionale vannforvaltningsplaner og tiltaksprogrammer i henhold til vanndirektivet. Vannforskriften legger opp til at det settes miljømål for vannforekomster. Miljømålene skal nås i løpet av 6 år, altså før utgangen av 2021. Første ordinære planfase for hele landet startet i 2010, og resulterte i heldekkende forvaltningsplaner fra fjell til fjord som ble vedtatt av fylkestingene i 2015, og godkjent av Klima- og miljødepartementet i juni 2016. Gjennomføring er fra 2016 til 2021, med krav om at alle

tiltak skal være igangsatt innen utgangen av 2018 og miljømålene skal være nådd innen utgangen av 2021. Forvaltningsplanene og tiltaksprogrammene skal oppdateres hvert 6. år, altså i 2021, 2027, 2033, osv. Vanndirektivet ble evaluert i 2019 (EU, 2019). Det generelle målet er at alle vannforekomster minst skal opprettholde eller oppnå "god tilstand" i tråd med nærmere angitte kriterier. Vannforskriften deler landet i vannregioner med én fylkeskommune som vannregionmyndighet i hver vannregion. Vannregionmyndigheten skal koordinere prosessen med å gjennomføre planarbeidet i tråd med vannforskriften. Dette skal skje i nært samarbeid med et vannregionutvalg bestående av berørte myndigheter på regionalt og lokalt nivå. I tilknytning til vannregionutvalget skal det opprettes en referansegruppe der rettighetshavere og private og allmenne brukerinteresser oppfordres til å delta.



Figur 8: Miljøtilstand- og miljømålklassifisering (Direktoratsgruppen Vanndirektivet, 2018)

4.3.1. Nasjonale føringer for avløp

Kommunene skal kartlegge og følge opp utslipp fra avløpsanlegg som de er myndighet for (alle avløpsanlegg etter kapittel 12 og 13 i forurensningsforskriften). Kommunen skal gi pålegg om tiltak for anlegg som ikke overholder rensekrav gitt i tillatelser etter 1.1.2007, samt sette i verk tiltak for å sørge for at utslipp etablert før 1.1.2007 blir renset i tråd med rensekravene i forurensningsforskriftens kapittel 12 og 13. Fylkesmannen skal påse at utslipp fra avløpsanlegg innenfor tettbebyggelse som faller inn under deres myndighetsområde blir renset i tråd med kravene i forurensningsforskriftens kapittel 14. Innsatsen bør først prioriteres i nedbørsfelt til vannforekomster som er påvirket av utslipp av avløpsvann og som har dårligere enn god tilstand og/eller har viktige brukerinteresser. Målsetningen skal være at alle anleggene i den enkelte kommune oppfyller forurensningsforskriftens rensekrav slik at miljømålene etter vannforskriften kan nås innen 2027, og senest innen 2033.

4.3.2. Nasjonale føringer for landbruk

Om lag en fjerdedel av vannet vårt er påvirket av jordbruk, og rundt halvparten av dette oppnår ikke miljømålet "god tilstand" etter vanndirektivets krav. Avrenning fra jordbruk påvirker de økologiske og kjemiske forholdene i vassdragene, og kan medføre endringer i algevekst, tilgroing og erosjon. Dette kan ha negativ effekt på vannkvalitet, drikkevann, fisk og andre arter. For å redusere slike påvirkninger fra jordbruk brukes både miljøkrav, tilskudd og rådgivning. Samlet

ramme for krav og tilskudd blir fastsatt sentralt gjennom lovgivning, budsjettbehandling og jordbruksforhandlinger. Føringerne her handler derfor om prioriteringer og myndighetsoppfølging innenfor disse sentrale rammene.

Skogen er en fornybar ressurs. Skogen og skogsjorda bidrar blant annet til å fange opp langtransportert forurensning som tilføres med nedbør og til å rense vann. Lov om skogbruk (skogbrukslova) med forskrift om bærekraftig skogbruk § 5, og Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven) § 11 gir regler for skogbruksaktivitet for å blant annet hensynta vannressursene. Ifølge [bærekraftforskriften](#) skal hogst i kantsoner mot vann og vassdrag skje slik at kantsonens økologiske funksjon blir ivaretatt. Kommunen skal føre tilsyn med at reglene i bærekraftforskriften blir fulgt. Landbruksdirektoratet fører også stikkprøvekontroll med at bestemmelsene i bærekraftforskriften blir fulgt. Regelverk og vannmiljøtiltak i jordbruket har i noen grad bidratt til å forbedre eller opprettholde status i mange jordbrukspåvirkede områder. I kornområdene har ulike jordarbeidingstiltak, grasdekte arealer m.m. redusert erosjonsrisikoen på de dyrkede arealene, men faktisk effekt på avrenning og miljøpåvirkning er ikke like tydelig. I husdyrområdene er det utfordringer med store gjødselmengder, mens enkelte har for lite lager eller spredeareal til å utnytte gjødselen godt. Planprosess og virkemiddeprioriteringer må skille mellom punktutslipp og arealavrenning, og mellom kornområdene og husdyrproduksjon.

Punktutslipp er utslipp fra blant annet fjøs, gjødsellager og siloanlegg, og er mest aktuelt i husdyrproduksjon. Slike utslipp har man stort sett forebygget gjennom krav og regelverk, på samme måte som blant annet avløp. Slike regler gjelder stort sett likt for alle, uten noe videre grunnlag for differensiering og prioritering lokalt. En oppgave i planprosess og gjennomføring av planer kan likevel være å kartlegge punktutslipp og sikre etterlevelse av eksisterende krav. Videre gis det støtte gjennom investeringsvirkemidler slik som SMIL og IBU.

Arealavrenning av næringsstoffer og jordpartikler kan typisk være en følge av gjødsling og jordarbeiding. Slik avrenning kan vanskelig forebygges med tekniske engangstiltak, men krever mer kontinuerlig innsats. Utslippene er også vanskeligere å frikoble fra produksjonen, dvs. at det kan være målkonflikter mellom produksjons- og miljømål. Restriksjoner mot gjødsling eller jordarbeiding kan f.eks. gå ut over avlinger og lønnsomhet, eller det kan gi lagelighetsutfordringer blant annet ved å presse mer arbeid inn i en allerede presset vårronn. Virkemiddelbruk må balansere mellom produksjonshensyn og miljømessige hensyn. Samtidig er gjennomføring av tiltak i samsvar med forurenser-betaler-prinsippet, men kompenseres til dels ved tilskudd over jordbrukets miljøprogram. I tillegg til å nå miljømålene etter vanddirektivet, som vil innebære stor samfunnsmessig nytteverdi, kan tiltakene bidra til bedre klimatilpassing, ta vare på jordsmonn og næringsstoffer og med dette bygge opp om målet om bærekraftig landbruk.

Gjødselregelverket stiller generelle krav til spredemengde og spredetidspunkt mv., og skal sørge for at gjødselen blir utnyttet til plantevekst. For jordarbeiding er det krav i forskrift om produksjonstilskudd om å etterlate en vegetasjonssone mellom jordbruksareal og vassdrag for å motvirke avrenning. Tilskuddsordninger er organisert i regionale miljøprogram, og eksempler på tiltak som kan motta tilskudd er å la være å pløye om høsten, etablere grasdekte buffersoner langs vassdrag og i vannførende dråg og endret gjødslingspraksis.

I regelverket finnes det hjemler som gir kommunen og fylkesmannen mulighet til å stille strengere krav til miljøtiltak i særlig utsatte områder, men som i liten grad er tatt i bruk. Lokale forskrifter kan omfatte restriksjoner rundt jordarbeiding på høsten, krav om buffersoner for dyrket mark nærliggende åpent vann mv. Slik forskrift er imidlertid kun gitt i Akershus og Østfold. Etter forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav har kommunen adgang til å stille mer restriktive eller lempelige krav til spredetidspunkt ut fra situasjonen lokalt. Tilsvarende kan man stille mer restriktive krav til spredemengde. Lokale forskrifter som gir utvidet tidsfrist for

spredning uten nedmolding om høsten, er fastsatt i en rekke kommuner. Adgangen til å sette strammere frist for høstspredning eller spredemengde er derimot i liten grad tatt i bruk.

Jordbruk som tema for kunnskapsgrunnlag og planprosess

En sentral føring for vannforvaltningsplanene er en kunnskapsbasert tilnærming. Økt innsats forutsetter et godt felles kunnskapsgrunnlag for å avklare blant annet tilstand, påvirkninger, kost/nytte og egnete tiltak og virkemidler for å dekke et eventuelt gap mellom dagens tilstand og vannforskriftens miljømål. Det er viktig med omforent forståelse mellom fylkeskommunen som står for planene, og sektormyndighetene og ikke minst næringsutøverne som står for iverksettelsen. Vann-Nett er et viktig verktøy i oppdatering og formidling av slik kunnskap. Det eksisterende kunnskapsgrunnlaget viser at man ikke har oppnådd tilstrekkelig fremgang med gjeldende virkemidler knyttet til påvirkningen fra landbruk. Samtidig gjenstår mye usikkerhet og det er behov for å styrke kunnskapsgrunnlaget. NIBIO viser til at mer nedbør og ustabile vintre har gitt økt avrenning som kamuflerer effekten av iverksatte tiltak. Effektene nedstrøms er også påvirket av andre forhold, som spredt avløp og værforhold. For å sikre bedre oppfyllelse av vanddirektivets miljømål, vil departementene utforme ny hjemmel for fylkesmannens adgang til å stille miljøkrav i særlig utsatte områder. I forbindelse med fastsettelse av oppdatert delegasjon vil departementet be fylkesmannen om å bruke hjemlene der landbrukspåvirkningen er for stor til at vanddirektivets miljømål «god tilstand» nås med dagens innsats.

Kunnskap og prosess som hjelp til å målrette virkemidler

Kunnskapskilder som kan brukes til å målrette virkemidler varierer mellom områder med åkerbruk og husdyrproduksjon. For problemet med avrenning i åkerbruk foreligger blant annet NIBIOs erosjonsrisikokart som består i en forhåndskartlegging av avrenningsnivåer som kan forventes med og uten avbøtende tiltak. Slikt kartgrunnlag brukes allerede til å differensiere tilskudd etter hvor de monner mest. De kan også brukes til å identifisere områder der det må iverksettes mer restriktive tiltak. Videre finnes overvåking gjennom blant annet Jord- og vannovervåkningsprogrammet (JOVA-programmet) som gir data om hvordan avrenning påvirkes av driftspraksis, værforhold og andre forhold oppstrøms. Videre finnes mye erfaring fra avrenningstiltak innen RMP og SMIL som bør ligge til grunn for videre prioriteringer. Dersom man allerede har oppnådd god oppslutning og virkning slik at vannforskriftens miljømål er oppnådd i utsatte områder

gjennom en slik "frivillighetslinje", vil det tale for å bygge videre på en slik linje.

For problemstillinger med gjødsling er avrenningsmønsteret i mindre grad naturgitt. I enkelte områder har en del foretak for mye gjødsel og lite spredeareal eller lagerkapasitet. Ved bruk av virkemidler må man være oppmerksom på såkalt problemforskyving ved at f.eks. strammere tidsfrist for spredning kan framtvinge spredning under mindre lagelige forhold eller behov for å øke lagerkapasitet. Forbedringer kan derfor kreve en helhetlig tilnærming.

Føringer for gjennomføring av planer og iverksettelse av tiltak

Det er behov for forsterket innsats mot forurensning fra jordbruk for å oppnå målet om god tilstand i alle landbrukspåvirkede vannforekomster. I områder hvor iverksatte tiltak ikke er tilstrekkelige til at miljømålet «god tilstand» nås, innføres mer forpliktende krav. Herunder skal fylkesmennenes og kommunenes hjemler til å stille krav til gjennomføring av miljøtiltak tas i bruk der det er nødvendig for at miljømålene etter vannforskriften nås innen 2027, og senest innen 2033.

4.3.3. Nasjonale føringer for drikkevann og badevann

Vannforskriften og drikkevannsforskriften gjenspeiler de nasjonale føringene for drikkevann, når disse forskriftene sees på samlet. Badevann ligger innunder miljørettet helsevern (<https://www.fhi.no/ml/badevann/badevann--forurensning-og-regler/>). Formålet med vannforskriften (§ 1) om å «sikre en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene» er i tråd med de behov som gjelder for drikkevann og badevann. Det er derfor viktig at vannforekomstene beskyttes mot forringelse og eventuelt forbedres, slik det kommer frem av § 4 i vannforskriften.

I drikkevannsforskriften § 4 er dette tydeliggjort ved at det er innført et forbud mot forurensning av drikkevannet. Begge disse forskriftene har derfor samme mål, men noe ulikt arbeidsfokus.

Det er imidlertid et tydelig krav også knyttet til folkehelse i § 17 i vannforskriften ved at «vannforekomster identifisert som drikkevannskilder etter denne bestemmelsen skal beskyttes mot forringelse av kvaliteten, slik at omfanget av rensing ved produksjon av drikkevann reduseres». Det gjelder både for eksisterende vannforekomster og for planlagte drikkevannskilder. Videre forutsetter § 16 i vannforskriften at det opprettes et register over beskyttede områder.

Helse- og omsorgsdepartementet har i tildelingsbrevet til Mattilsynet bedt om at Mattilsynet innenfor sitt ansvarsområde følger opp vannforskriften og arbeidet med de regionale vannforvaltningsplanene.

Vannforskriften krever at hensynet til, og tiltak for å beskytte slike vannforekomster, skal avklares gjennom de regionale vannforvaltningsplanene. Tilsvarende krever drikkevannsforskriften i § 26 og § 27 at kommuner og fylkeskommuner ivaretar drikkevannshensyn når de hhv. utarbeider arealdelen til kommuneplaner og i regionale planer. Forvaltningsplanene med tilhørende tiltaksprogram etter vannforskriften må derfor også forholde seg til kravene i drikkevannsforskriften. Der drikkevannsforskriften har fastsatt strengere krav enn vannforskriften kan vannforskriftens § 13 komme til anvendelse. Dette innebærer at den strengeste bestemmelsen legges til grunn. Dette vil også gjelde tilleggskrav knyttet til hygienisk kvalitet.

4.3.4. Forholdet mellom Nasjonale mål for vann og helse og vannforskriften

Med utgangspunkt i Protokoll om vann og helse, som Norge ratifiserte 6. januar 2004, har Regjeringen vedtatt flere nasjonale mål. Disse målene skal mange sektormyndigheter forholde seg til og bidra til at blir ivarettatt blant annet gjennom vannforvaltningsplanene. Henvisning til disse nasjonale målene finnes blant annet på vannportalen.no. Flere av målene som er viktige mht. drikkevann og badevann tilligger det andre departementsområder og andre myndigheter å følge opp, som f.eks. forurensningsmyndighetene. Det er derfor viktig at også disse nasjonale målene vurderes når vannforvaltningsplanene utarbeides.

4.3.5. Nasjonale mål som er viktige i et folkehelseperspektiv

Vi gjengir her noen mål som er relevante å fokusere på i forbindelse med arbeid etter vannforskriften og ved oppdatering av gjeldende vannforvaltningsplaner:

- Utbrudd og endemisk sykdom forårsaket av vannbåren smitte skal ha lav sannsynlighet og konsekvens.
- Drikkevannskilder skal gjennom prosesser etter relevant regelverk beskyttes mot forurensninger slik at behovet for vannbehandling til drikkevann blir minst mulig.
- Direkte utslipp av urensset sanitært avløpsvann skal saneres.
- Riktig bruk av organisk gjødsel i forhold til plantebehov og værforhold for å redusere avrenningen fra jordbruksarealer.

Ut over det grunnleggende som er beskrevet over har Helse- og omsorgsdepartementet forventninger om at

vannregionmyndigheten, fylkesmannen, andre sektorer og kommuner i forbindelse med arbeid med forvaltningsplanene for 2022-2027 ivaretar følgende nasjonale føringer:

- Direkte utslipp av urensset sanitært avløpsvann til vannforekomster avsatt til uttak av drikkevann, skal være sanert, jf. drikkevannsforskriften § 4.
- Det stilles krav til analyser av koliforme bakterier, *E. coli* og intestinale enterokokker i alle overvåkingsprogram for vannforekomster avsatt til drikkevann, jf. § 20 i drikkevannsforskriften og § 18 tredje ledd i vannforskriften. Gjelder vannforsynings-systemer med minst 10 m³ produsert vann per døgn.
- Alle overflate- og grunnvannsforekomster som benyttes til uttak av drikkevann for flere enn 500 fastboende (ref. [Miljødirektoratet](#)), bør ha fått avsatt hensynssoner med tilhørende planbestemmelser etter §§ 11-7 og 11-8 i plan og bygningsloven, jf. drikkevannsforskriften § 26.
- Ny aktivitet eller nye inngrep i en vannforekomst som medfører at miljømålene i §§ 4 – 6 ikke nås eller at tilstanden forringes, skal ikke tillates når vannforekomsten benyttes til uttak av drikkevann dersom dette kan medføre økt behov for rensing av drikkevannet, jf. §§ 12 og 13 i vannforskriften og § 4 i drikkevannsforskriften.

Red. anm. Det stilles krav til prøvetaking av råvann, men det er ikke satt kvalitetskrav. I Sverige har man utarbeidet retningslinjer på råvannskvalitet for både mikrobiologiske og fysisk/kjemiske parametere (Svenskt Vatten, 2008). Svenskt Vatten ville med disse retningslinjene for produsenter av drikkevann, bl.a. skape et underlag som kunne anvendes for å bedømme behovet for krav til virksomhetsutøvere i nedbørsfeltet.

4.3.6. Nasjonale føringer for samferdsel

Gjeldende Nasjonal Transportplan (Samferdselsdepartementet, 2017) presenterer regjeringens føringer for vannforvaltningsarbeidet i transportsektoren. Denne nasjonale føringen har til hensikt å synliggjøre virkemidler og prioriteringer i arbeidet med å oppnå miljømålene i vannforskriften innenfor samferdselssektoren, og er utarbeidet på grunnlag av nevnte melding. Vannforskriften skal blant annet følges opp ved at transportetatene og underliggende virksomheter gjennomfører miljøforbedrende tiltak i alle vannforekomster der det er nødvendig for å nå forskriftens miljømål innen fristene.

Etatene og underliggende virksomheter skal minimere de negative effektene på naturmangfold og vannmiljø, blant annet ved å unngå forurensning, minimere

arealbruk og ha stort fokus på disse temaene i planleggingen og i daglig drift. Avrenning av vegsalt, metaller og organiske miljøgifter kan ha negativ effekt på vannkvaliteten i innsjøer. Gjennom skånsomme driftsmetoder vil transportetatene bidra til minst mulig negativ påvirkning av vannkvaliteten i sårbare områder. Etatene og underliggende virksomheter skal ha oversikt over bruken av miljøskadelige og potensielt miljøskadelige kjemikalier innen sektoren. Miljøskadelige kjemikalier skal fases ut og erstattes med mindre miljøskadelige kjemikalier og/eller metoder i henhold til føre-var-prinsippet. Gjennom oppfølging, tiltak og utvikling av skånsomme driftsmetoder skal etatene og underliggende virksomheter bidra til minst mulig negativ påvirkning av vannkvaliteten.

Avrenning av miljøskadelige kjemikalier og partikler fra infrastruktur, aktivitet og latente kilder må begrenses og helst forhindres. Der det ikke er mulig å unngå skadelige kjemikalier, bør man prioritere opprydningstiltak, rensesystemer eller tiltak for å begrense spredningen. Avrenning av vegsalt, metaller og andre miljøskadelige kjemikalier kan gi effekter som saltsjiktning i innsjøer og endret artssammensetning i vannmiljø, jordsmonn og vegetasjon.

Statens vegvesen har gjennomført FoU-prosjektene [NORWAT](#) og [Salt SMART](#) (se også kap. 3.1.2), og anbefalingene derfra følges opp. Saltforbruket skal reduseres. De standardkrav som Statens vegvesen setter til vinterdriften og den oppfølging byggherren har av disse er avgjørende for saltforbruket. Ved krav om høyere veistandard vil det være økt behov for salting. Endringer i driftsklasser og kravene for disse vurderes, men uten at det går på bekostning av trafiksikkerheten og miljømålsoppnåelse. Overvåkingen av veinære innsjøer skal fortsette og bør utvides dersom flere veger blir saltet.

Mikroplast er et økende miljøproblem. Transportsektoren bidrar til utslippene gjennom blant annet slitasje på bildekk og rester fra vedlikehold av skip og fritidsbåter. Andre mulige kilder til mikroplast er slitasje av vegoppmerking og bitumen i asfalt og forsøpling. Etatene og underliggende virksomheter skal arbeide for å unngå at mikroplast fra sektoren spres til vannforekomster. Dette skal gjøres ved økt fokus på kilder til mikroplast og utredning og iverksetting av tiltak for å forhindre videre spredning og nye kilder.

For å øke kunnskapen om konsekvenser for naturmangfold som følge av aktivitet i samferdselssektoren, skal etatene satse på forskning, blant annet knyttet til vannkvalitet, naturverdier og miljøpåvirkning. I vannforekomster der det finnes fysiske inngrep i form av blant annet vandringshindre for fisk og andre vannlevende

organismer skal disse utbedres, og det skal legges stor vekt på kostnadsestimatet for å vurdere om det er nødvendig å bruke tilpassede miljømål ([SMVF](#)) eller mindre strenge miljømål. I praksis vil det også være en viktig del av vurderingen hvor sannsynlig det er at fisken tar i bruk nytt habitat og vandrer der et vandringshinder er fjernet, og eventuelt hvilke avbøtende tiltak som kan settes inn.

I planprosesser er det viktig at hensyn til naturmangfold og vannmiljø og andre konsekvenser blir utredet tidlig

og at etatene tenker helhetlig vannforvaltning og tar aktivt del i arbeidet med vannforvaltningsplanene både lokalt og regionalt. Samferdselssektoren er i sine sektorvedtak forpliktet til å vurdere alle nye inngrep som berører vannforekomster etter vannforskriften § 12. Der nye inngrep er gjennomført i henhold til vannforskriftens § 12 i planperioden, skal begrunnelsen for dette gjengis i oppdatert vannforvaltningsplan.



Figur 9: Forsiden til heftet: [Tiltak for godt vannmiljø](#).

Andre tiltak:

- Overvåke vannkvalitet i bekker/elver og selve drikkevannet i egen kommunal regi, sjekke om vannkilde er del av eller kan komme inn i nasjonale overvåkingsprogram for vegnære innsjøer.
- Være en tydelig bestiller overfor Statens vegvesen, slik at løsninger for oppsamling/rensing av vegvann etableres hvis behov.
- Risikobildet ved akutt forurensing forårsaket av ulykker er ikke tilstrekkelig kartlagt hverken på lokalt eller nasjonalt nivå. Det anbefales å lage retningslinjer for transport av farlig gods langs veg i den enkelte kommune.

4.4. Vannmiljø i arealplanleggingen

I henhold til [Veileder – Vannmiljø i arealplanleggingen](#) er vannmiljø en samlebetegnelse for økologiske og kjemiske forhold i en vannforekomst. En vannforekomst er en avgrenset og betydelig mengde av overflatevann, som for eksempel en innsjø, magasin, elv, bekk, kanal, fjord eller kyststrekning, eller et avgrenset volum grunnvann i et eller flere grunnvannsmagasin. Hensyn til miljøet i vann og vassdrag er relevant i de fleste kommuneplaner og i mange reguleringsplaner. De fleste arealplaner berører ett eller flere vassdrag, grunnvannsforekomster eller sjøområder direkte eller indirekte. Det er kommunen som må vurdere hvilke virkemidler og kombinasjoner av virkemidler som er best egnet i hver enkelt plansak. Kommunen bør foreta konkrete vurderinger i hver enkelt arealplan, og de juridiske kravene for de enkelte arealene bør fremgå klart og entydig. Drikkevannsforskriften § 26 og § 27 stiller krav til at kommuner og fylkeskommuner ivaretar drikkevannshensyn når de hhv. utarbeider arealdelen til kommuneplaner og i regionale planer.

4.4.1. Kommuneplanens arealdel

Arealformål

Vann og vassdrag kan ligge innenfor alle typer arealformål angitt i plan- og bygningsloven § 11-7. For fjordområder, større innsjøer og vassdrag er det ofte hensiktsmessig å bruke arealformålet «Bruk og vern av sjø og vassdrag med tilhørende strandsone», ifølge plan- og bygningsloven § 11-7 nummer 6. Det kan da brukes underformål som gir føringer for arealbruken. Dette er også ivare tatt i Mattilsynets temaveileder om drikkevannshensyn i kommunalt, regionalt og statlig planarbeid, se kapittel 2.10.4.

Byggegrense

Langs sjøen er det et generelt forbud mot tiltak i 100-metersbeltet. Langs vassdrag kan kommunen fastsette en grense på inntil 100 meter der bestemte tiltak ikke skal være tillatt. Kommunen har plikt til å vurdere en slik byggegrense langs elvebredden hvis vassdraget har betydning for naturmiljø og friluftsliv. Det følger av plan- og bygningsloven § 1-8 femte ledd.

Planbestemmelser

Kommunen kan fastsette generelle planbestemmelser til kommuneplanen for å ta vare på vannmiljøet, etter plan- og bygningsloven § 11-9. Generelle planbestemmelser kan gjelde for hele planområdet, eller de kan knyttes separat til de enkelte hovedformålene. Kommunen kan for eksempel fastsette et generelt forbud mot å lukke bekker etter plan- og bygningsloven § 11-9 nr. 6. Generelle planbestemmelser kan også brukes til å stille krav til avløpsløsninger, ifølge plan- og bygningsloven § 11-9 nr. 3. Kommunen kan fastsette planbestemmelser etter plan- og bygningsloven § 11-11, hvis arealene er avsatt enten til Bruk og vern av sjø og vassdrag, med tilhørende strandsone, eller LNFR.

I sjø, vassdrag og strandsone kan det f.eks. være aktuelt å gi planbestemmelser om:

- bruk og vern av vannflate, vannsøyle og bunn
- sikring av kantvegetasjon
- hvilke artsgrupper og arter av akvakultur som kan etableres, enkeltvis eller i kombinasjon
- plassering og omfang av anlegg i vannforekomster der det er risiko for at miljømålene ikke nås

For å ta hensyn til vannmiljøet, kan det være aktuelt å fastsette planbestemmelse i LNFR-områder om:

- omfang, lokalisering og utforming av bygninger og anlegg til landbruk
- at det i områder inntil 100 meter langs vassdrag skal være forbudt å sette i verk bestemte bygge- og anleggstiltak
- sikring av kantvegetasjon

I forbindelse med utbygging kan kommunen gi bestemmelser for å ivareta vannmiljøet. Bestemmelsene knyttes til de aktuelle utbyggingsformålene som ligger utenfor vannforekomsten, for eksempel «Bebyggelse og anlegg eller samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur». Hensikten er å påby eller forby tiltak utenfor vannforekomsten som kan virke negativt på miljøtilstanden. Kommunen kan bruke plan- og bygningsloven § 11-9 eller § 11-10.

Kommunen kan for eksempel gi bestemmelser om:

- fysisk utforming av anlegg
- å opprettholde naturlige vannforekomster
- krav til plassering av anlegg for å begrense påvirkningen på vann og vassdrag
- krav som begrenser avrenning til vann og vassdrag, for eksempel krav til oppsamling av forurenset vann fra anleggsområder

Hensynssoner

Kommunen kan bruke hensynssone naturmiljø for å fastsette at det skal tas hensyn til vannforekomstene. Se plan- og bygningsloven § 11-8 bokstav c. Det kan knyttes generelle bestemmelser til sonen for å sikre vannmiljøet, etter plan- og bygningsloven § 11-9 nr. 3 og 4. Fastsettelse av hensynssone drikkevann og planbestemmelser for dette er et viktig tiltak for å beskytte drikkevannskildene. Detaljeringsgraden varierer. Mange kommuner tar også inn bestemmelse om at i hensynssone drikkevann skal drikkevannshensynet være overordnet andre samfunnshensyn, og flere av disse kommunene (for eksempel Trondheim, se kap. 4.9.2) erfarer at dette er nyttig for å unngå «politiske omkamper» ved behandling av reguleringsplaner og eventuelle dispensasjonssaker i tilknytning til drikkevannskilder.

Reguleringsplan

Reguleringsplaner skal være i tråd med føringer om arealbruken gitt i kommuneplanen. Kommunen kan velge andre virkemidler eller kombinasjoner av virkemidler i en reguleringsplan enn det som er brukt i kommuneplanens arealdel. På dette plannivået har man flere virkemidler og flere mulige kombinasjoner. Et LNFR-område kan deles inn i underformål, som det også går an å kombinere. Kommunen kan også knytte planbestemmelser til hensynssoner som opprettes for å ta vare på miljøverdier, slik at disse blir et sterkere virkemiddel. Kommunen kan gi bestemmelser i reguleringsplanen for å ivareta hensynet til vannmiljøet, ifølge plan- og bygningsloven § 12-7.

Eksempler på miljøtiltak kan være:

- vilkår for bruk av arealer, bygninger og anlegg for å avveie interesser og ivareta ulike hensyn
- grenseverdier for tillatt forurensning og andre krav til miljøkvalitet, samt tiltak og krav til ny eller pågående virksomhet.
- funksjons- og kvalitetskrav til bygninger og anlegg for å sikre hensynet til blant annet miljø
- krav om rekkefølge for gjennomføring av tiltak
- krav til nærmere undersøkelser, herunder overvåking, for å klargjøre virkning for miljø

Vannmiljø i planprogram

Påvirkning på miljøkvaliteter i vann er et viktig tema i mange plansaker. På grunn av forventet avrenning kan en planlagt utbygging komme til å påvirke en vannforekomst selv om avstanden er betydelig. Det er ofte naturlig å se temaet vannmiljø i sammenheng med andre fagutredninger. For eksempel kan det være hensiktsmessig at påvirkning på naturmangfold i vann og vassdrag inngår i en større fagutredning om naturmangfold for plansaken. Kommunen stiller krav om hva som skal være med i planprogrammet. Omfanget og metoden må konkretiseres så godt som mulig.

Planprogrammet bør få fram at disse forholdene skal belyses:

- avrenning og direkte utslipp, og hvordan dette kan komme til å påvirke fysiske forhold, vanntemperatur eller kjemiske forhold i vannforekomsten
- fysisk påvirkning, for eksempel om planen medfører at elvebredden må rettes ut eller at kantvegetasjon må fjernes
- avbøtende tiltak for å redusere utslipp og annen påvirkning
- hvilke virkninger endringene forventes å få på naturmangfold og økologisk tilstand i vannforekomsten

Det er viktig at konsekvensene av arealplanen vurderes opp mot miljømålene som er fastsatt i den regionale vannforvaltningsplanen. Dette bør framkomme av planprogrammet. Hvis et tiltak forventes å forringe miljøtilstanden i vannforekomsten, eller gjøre det vanskelig å nå miljømålet, så skal planen vurderes etter vannforskriften § 12. Kommunen kan vedta tiltak i en vannforekomst gjennom arealplan, selv om dette forringer tilstanden i vannforekomsten eller medfører at miljømålene ikke nås.

Vilkårene for å gjøre unntak fra miljømålet er at:

- samfunnsnyten av de nye inngrepene eller aktivitetene er større enn tapet av miljøkvalitet,
- det ikke fins alternative løsninger som er vesentlig bedre for miljøet, og
- alle avbøtende tiltak som er praktisk gjennomførbare, skal settes inn for å begrense skadeomfanget.

4.5. Eksempler på detaljerte tiltak – skogbruk

Kravpunkt 24 i Norsk PEFC Skogstandard (PEFC, 2016) har konkrete bestemmelser om skogtiltak inntil vann og vassdrag. PEFC (red. anm. *Programme for the Endorsement of Forest Certification*) er verdens største system for sertifisering av bærekraftig skogbruk og produkter fra bærekraftig skogbruk. I Norge er praktisk talt alt skogbruk PEFC-sertifisert. Kravpunkt 24 gir standarder for vannbeskyttelse med krav til blant annet markberedning, bredde på kantsoner og gjødsling for å unngå næringstap og avrenning. Kravpunktene i norsk PEFC skogstandard er ikke en konkretisering av lovverket, det er en frivillig ordning.

4.5.1. Krav/tiltak for å sikre vannressurser og naturmiljø

Det skal bevares eller utvikles et vegetasjonsbelte mot vann, elver og bekker med årssikker vannføring. Ved vann og langs elver og bekker bredere enn to meter, er det viktig å skape stabile flersjiktete kantsoner. Langs bekker smalere enn to meter skal buskvegetasjon og mindre trær spares for å sikre et vegetasjonsbelte langs bekken. Bredden på kantsonene må tilpasses forholdene på stedet og kan variere innen én og samme kantson. Bare unntaksvis vil det være behov for kantsoner med bredde på mer enn en trehøyde. Vegetasjonstypene og terrengformen skal være retningsgivende for kantsonenes bredde. Med utgangspunkt i en kantsonbredde på 10-15 meter bør det justeres for følgende:

- Edellauv-, høgstaude-, storbregne- og sumpskog – vesentlig bredere (25-30 meter)
- Sumpskog mot vassdraget - bredere kantsoner.
- Tørr vegetasjon og tørt terreng mot vassdraget - smalere kantsoner.
- Énsjiktet furuskog - smalere kantsoner.
- Tett sjiktet lauvskog mot vassdraget - smalere kantsoner.

For å fange opp de spesielle forholdene som oppstår i periodevis oversvømte arealer, skal alt oversvømmings-

areal inngå i kantsonen. Hogst og pleie i kantsonen skal skje med sikte på å skape et stabilt, vekstkraftig og flersjiktet vegetasjonsbelte langs vann og vassdrag. Lauvtrær skal prioriteres i kantsonen. Énsjiktet ustabil eldre granddominert skog kan hogges for å etablere en sjiktet kantson. Eventuelle lauvtrær og mindre trær spares. Slik hogst skal dokumenteres. I annen énsjiktet skog bør det ved tynning legges vekt på å etablere en fullverdig kantson. Av hensyn til friluftsliv, kulturlandskap og trafikksikkerhet kan kantsonene stedvis åpnes.

Følgende krav skal ivareta hensynet til vannressursene:

- Ved planlegging i skogbruket skal det legges vekt på å ivareta hensynet til vannressursene, jf. kravpunkt 3 «Planlegging i skogbruket».
- Det skal legges vekt på å unngå forurensning av vann og vassdrag, jf. kravpunkt 11 «Avfall og forurensning». Drivstoff skal f.eks. ikke lagres nærmere 50 meter fra vannkilde.
- Ved gjødsling i skog skal det legges vekt på å unngå avrenning mot vassdrag bl.a. ved å sette igjen en gjødslingsfri sone på 25 meter mot vann, elver og bekker, jf. kravpunkt 18 «Gjødsling og næringsbalanse».
- Markberedning skal skje skånsomt måte og ikke nærmere enn 5 meter fra bekk med årssikker vannføring, jf. kravpunkt 15 «Markberedning»
- Ved grøfterensking og suppleringsgrøfting skal vannet ikke ledes rett ut i bekker, elver og vann, jf. kravpunkt 25 «Myr og sumpskog»
- Det skal legges vekt på å unngå og eventuelt utbedre hjulspor som forårsaker vannavrenning og erosjon. Ved kryssing av elver og bekker med skogsmaskiner skal det legges vekt på å unngå kjørespor som fører til erosjon ut i elva/bekken, jf. kravpunkt 13 «Terrengtransport».
- Hogstavfall skal ryddes bort fra bekker, elver og vann, jf. kravpunkt 10 «Hogst»

4.6. Eksempler på detaljerte tiltak – jordbruk

Innen jordbruket har NIBIO utviklet en veileder for miljø- og klimatiltak i landbruket, vannmiljøtiltak er sentralt i dette. Veiledning finnes [her](#).

Tiltak mot vannforurensning fra landbruket kan omfatte

- Tiltak for å hindre avrenning fra åker eller eng, som redusert jordarbeiding, eller gjødsling etter norm;
- Tiltak i vannstrengen, som bufferzoner eller fangdammer;
- Utbedring av hydrotekniske installasjoner.

Tiltak som fordrøyer vannet og reduserer vannstrøm inn på åker eller eng i nedbør- eller flomepisoder (f.eks. fordrøyningsbasseng eller avskjæringsgrøfter) er gitt under [Klimatilpasningstiltak](#).

Temaartikler for ulike vannmiljøtiltak med tilhørende publikasjoner:

4.6.1. Bekkeåpning og restaurering

I landbrukslandskapet er mange bekker lukket i rør, mens andre er rettet ut eller senket. Våtmarker og dammer er drenert for å vinne land. Dette har gitt et fattigere kulturlandskap, mindre biologisk mangfold, forurensning og større flomtopper. Mange steder er det ønskelig å reversere denne utviklingen, og et av tiltakene kan være å gjenåpne lukkede bekker.

Andre tiltak kan være remeandring av kanaliserte strekninger, fjerning av uheldig utformede sikringstiltak, samt reetablering av kantvegetasjon. For mer informasjon, se følgende:

- [Veileder for bekkeåpning](#)
- [Faktaark bekkeåpning](#)

4.6.2. Kantsoner

Sonen langs kanten av elver, bekker og innsjøer kan ha mange funksjoner. For landbruket kan dette være svært produktiv jord, siden det ofte avsettes finkornede jordpartikler her under flom. Men hvis arealet dekkes av gras og trær kan det fungere som et rensefilter for næringsstoffer og plantevernmidler, eller bidra til å hindre erosjon og flomskader. Kantsonene er også viktige biotoper både for vannlevende og terrestriske organismer. I mer urbane områder kan sonene være viktige for friluftsliv. Ulike varianter av tiltaket:

- Grasproduksjon mellom åker og vannforekomst.
- Ugjødsla randsone mellom eng og vannforekomst.
- Naturlig vegetasjon (busker og trær) mellom jordbruksareal og vannforekomst.

For mer informasjon, se følgende:

- [Effekt av buffersoner - på vannmiljø og andre økosystemtjenester](#)
- [Kantsoner: Renseeffekt av plantedekke mellom jordbruksjord og vassdrag](#)
- [Trær langs jordbruksvassdrag: Fordeler og ulemper](#)

4.6.3. Fangdammer og renseparker

Fangdammer/renseparker er konstruerte våtmarker hvor naturlige selvrensingsprosesser er forsøkt optimalisert. Fangdammer anlegges ved å utvide eller demme opp

bekkeløpet. Fangdammer består ofte av flere komponenter:

- først renner bekken inn i et sedimentasjonskammer, hvor partikler og partikkelbundne stoffer kan sedimentere
- deretter følger gjerne ett eller flere våtmarksfiltre, som bremser vannet slik at mer finkornete sedimenter kan holdes tilbake, og næringsstoffer kan tas opp av vegetasjonen
- De ulike delene av fangdammen skilles ofte med lave terskler eller permeable demninger. Overrislingssoner mellom de ulike kamrene kan bidra til å tilføre oksygen
- Dam før utløpet kan sørge for ytterligere sedimentasjon, noe som er særlig viktig ved flom.

En fangdam bør utgjøre mellom 0,1 – 1 % av nedbørsfeltet, og bør fortrinnsvis legges så nær forurensningskilden som mulig. I tillegg til å bedre vannkvaliteten, kan slike dammer også bidra til flomdemping og økt biologisk mangfold. De kan også utgjøre en estetisk kvalitet i kulturlandskapet. For mer informasjon, se:

- [Faktaark om fangdammer](#)

4.6.4. Fangvekster

Fangvekster er ett av de tiltakene som det blir gitt tilskudd til i områder med åpen åker gjennom de regionale miljøprogrammene (RMP). Fangvekster er her definert som vekster som såes for å ta opp næringsstoffer og beskytte jorda mot erosjon og avrenning av næringsstoffer etter at hovedveksten er høstet. Fangvekstene såes enten om våren på om lag samme tid som hovedveksten eller rett etter høsting av tidligvekster. I utgangspunktet brukes fangvekster på kornarealer for å redusere nitrogenavrenningen, men fangvekstene har synergier med flere andre økosystemtjenester. Fangvekster har effekt på matproduksjon og vannkvalitet, klimagassutslipp, karbonbinding, redusert erosjon, jordkvalitet, biomangfold og ugraskontroll. For mer informasjon, se:

- [Fangveksters økosystemtjenester – kunnskapsstatus om effekten av fangvekster.](#)
- [Miljø- og klimaeffekter av fangvekster.](#)

4.6.5. Gjødslingsplanlegging

Gjødslingsplanlegging er en systematisk tallfesting av behovet for næring til den enkelte jordbruksvekst på hvert enkelt skifte av en gård. Behovet beregnes ut fra en rekke faktorer, først og fremst ut fra jordas nærings-tilstand og vekstens produksjonspotensial det enkelte sted.

[Gjødslingshåndboken](#) er en tjeneste fra NIBIO som skal stimulere til riktig gjødsling. Målet er en gjødslingspraksis som er miljøvennlig samtidig som den sikrer best mulig lønnsomhet for dyrkerne. For mer informasjon, se:

- [Konsekvensvurderinger av utkast til revidert forskrift om lagring og bruk av gjødsel til landbruksformål](#)
- [Utredning av forslag til forskriftskrav om tillatt spredemengde av fosfor i jordbruket.](#)
- [Fosforgjødsling og vannkvalitet.](#)
- [Husdyrgjødsel og lagerkapasitet.](#)

4.6.6. Grasdekte vannveier

Smale felt dekket av gras kan beskytte mot erosjon på åkeren. Det vanligste er at graset legges i fosenknin-gene av åkeren (i drågene). En annen variant er tverrgående striper med gras for å bremse vannet i lange åkerskråninger. Alternativ til å anlegge gras er å sette igjen striper av stubb på disse arealene; dette er noe mindre effektivt, men beskytter bedre mot erosjon enn bar mark.

Europeiske undersøkelser har dokumentert at 77-97 % av tilførte jordpartikler holdes tilbake i slike grasdekte vannveier. I Norge er det kun utført en undersøkelse av dette tiltaket i et lite nedbørsfelt (26,8 daa). Her ble det målt 55 % reduksjon i tap av jordpartikler i overflateavrenning (gjennomsnitt over 8 år) ved bruk av grasdekt vannvei i kombinasjon med inntakskum (Holt, Romania). Grasdekke kan også anbefales i forbindelse med hydrotekniske tiltak, siden gras rundt inntakskummer vil kunne redusere erosjonsskader.

Det kan sås med en vanlig grasfrøblanding med kløver eller rent grasfrø. Dette vil være avhengig av om graset skal høstes til fôr eller ikke. I noen fylker gis det gjennom Regionalt miljøprogram tilskudd til vegetasjonsdekke i åker (korn, potet og grønnsak).

4.6.7. Hydrotekniske tiltak

Hydrotekniske tiltak omfatter rørgrøfting og annen drenering, lukningsanlegg og kummer. Dreneringsgrøfter og bortledningsanlegg i form av samlegrøfter eller åpne grøfter er avgjørende for å skape gode forhold for plantevekst, og ikke minst for å gi tilfredsstillende bæreevne for landbruks-maskiner.

Dimensjoneringen av grøftesystemer blir bestemt av lokale nedbørforhold, veksttype og jordart, både når det gjelder avstanden mellom grøftene og dimensjonene på sugegrøfter og bortlednings-systemer.

Hydrologien i et landbruksområde endres når vannet drenerer gjennom grøfter og drensør til nærmeste større vannforekomst. Dermed går det normalt mindre

vann i grunnvanns-, markvanns- og overflateavrenning. For mer informasjon, se:

- [Faktaark. Grøftesystemer i et endret klima.](#)
- [Faktaark. Lønnsomhet ved grøfting.](#)
- [Planering og jordflytting – utførelse og vedlikehold.](#)

4.6.8. Miljøtilpasset jordarbeiding

Miljøtilpasset jordarbeiding vil si at pløying utelates og at det utføres lettere eller minimal jordarbeiding før såing, som f.eks. harving eller direktesåing. Høstpløying og harving har vært den tradisjonelle metoden for jordarbeiding ved kornproduksjon her i landet. Forskning viser imidlertid at det tapes mindre jord og næringsstoffer hvis bonden legger om til redusert/miljøtilpasset jordarbeiding, som kan omfatte direktesåing, høstharving eller jordarbeiding om våren. Overvintring i stubb gir den beste beskyttelsen mot erosjon og fosfortap, men det er store variasjoner i hvor stor effekt dette tiltaket har, avhengig av helling, jordart og værforhold.

Metode og tidspunkt for jordarbeiding påvirker ikke bare vannkvaliteten, men også utvikling av ugras, plantesykdommer og mykotoksiner, avlingsmengde, kornkvalitet og økonomi for bonden, samt klimagass-utslipp. Det er utarbeidet et faktaark som oppsummerer de ulike aspektene ved dette tiltaket. Faktaarket er myntet på både jordbruksnæring og myndigheter, og påpeker at målet bør være en jordarbeiding som opprettholder eller øker avlingen, gir god avlingskvalitet, ivaretar lønnsomheten og utsetter miljøet for minimal risiko. For mer informasjon, se:

- [Faktaark. Fosfortap ved jordarbeiding.](#)
- [Faktaark. Effekter av ulik jordbearbeiding i korn](#)

4.6.9. Punktkilder

Punktkilder er - i motsetning til såkalt diffuse kilder - konsentrerte tilførsler av forurensing til vassdrag. Punktutslipp av næringsstoffer og forurensing kan bl.a. omfatte lekkasjer fra silo, drivhus, gjødsellager, avfalls-hauger, driftsbygninger og vaskeplasser. Silopressaft skal samles opp, lagres og disponeres slik at den ikke fører til forurensing. Etter en stor opprydding på 80-tallet er dette problemet nå adskillig redusert, men uhell kan oppstå. Safta er rik på næringsstoffer og er en ressurs som gjødsel eller fôr. Avrenning fra drivhus kan ha innhold av både næringsstoffer og plantevernmidler. Lager for husdyrgjødsel skal sikres mot avrenning og tap av næringsstoffer. Det kan også være aktuelt å gjøre tiltak mot gasstap og lukt. Vaskevann fra husdyrrom kan være en betydelig forurensningskilde. Eksempelvis er vannforbruket

opptil 6000 l per ku i året, og avløpet inneholder melkerester, vaskemidler og rester av fôr og gjødsel. Avløpsvann fra husdyrrom kan samles i gjødselkjelleren eller gå til et godkjent avløp. Det kan også samles i kum og spres på jordet i vekstsesongen.

For avløp fra bolighus og driftsbygninger (kloakk og gråvannsavløp) gjelder kommunale regler. Ofte kan det være aktuelt med et eget minirensesanlegg eller en naturbasert løsning for spredt avløp (se kapittel 4.7). Ved vask av maskiner blir det rester av jord, olje, gjødsel og plantevernmidler. Vaskeplassen bør legges slik at det ikke blir avrenning direkte til vassdrag eller til grunnvann, herunder drikkevannsbrønner. Dersom vaskeplassen har fast dekke med sluk for avløpet, bør det legges en slamavskiller. Fra et gårdsverksted kan det være nødvendig å oppfylle strenge krav til utslipp.

Punkterosjon kan oppstå i bekkeskrenter og fra planeringsfelt. Forurensningsloven og vannressursloven har regler for vedlikehold av planeringsfelt og for tiltak i vassdrag.

Punktutslipp skal være vurdert i forbindelse med miljøplanen på hver enkelt gård. Mangler og feil skal rettes. Dersom det er behov for større utbedringstiltak, skal det legges fram en plan for dette. Miljøplanen skal kunne framvises for kontroll av kommunen. For mer informasjon, se:

- [Siloslått, lagringsmåter og håndtering av pressaft.](#)
- [Husdyrgjødsel og lagerkapasitet.](#)
- [Avrenning av plantevernmidler fra veksthus.](#)
- [Valg av vegetasjon i buffersoner for best mulig renseseffekt og redusert erosjon](#)

4.6.10. Tiltak og kost/nytte effekt

Av naturlige grunner som stort arealbeslag, og risiko for både mikrobiell og kjemisk forurensning i nedbørsfelt, er det ofte fokus på landbruksnæringen når man snakker om tiltak for å bedre råvannskvalitet i en overflatevannkilde. Det er da også innen denne næringen at mest innsats på beregning av kost/nytte verdi av tiltak har blitt utført.

En rapport fra NIBIO sammenstiller informasjon om effekter og kostnader ved vannmiljøtiltak i jordbruket, spesielt dem som inngår i Regionale miljøprogram (RMP) og Spesielle miljøtiltak i landbruket (SMIL). I tillegg er det gitt en vurdering og beskrivelse av muligheter for å gjøre en samfunnsøkonomisk analyse

av nytten av vannmiljøtiltak og deres effekt på andre miljøtema (NIBIO, 2018). NIBIO har vurdert kostnader til de ulike tiltakene og oppdatert kostnadsberegningene av tiltak som inngår i kalkulatoren for beregning av kostnadseffektivitet: [NIBIO Kost-effektberegning](#).

Vannmiljøtiltak i jordbruk kan påvirke en rekke økosystemtjenester som vanligvis ikke inkluderes i kostnadseffektivitetsanalyser, slike tjenester er naturens bidrag til økt velferd for oss mennesker.

NIBIO foreslår at økosystemanalyser brukes som et utgangspunkt for å identifisere og vurdere både prissatte og ikke prissatte konsekvenser for vannmiljøtiltakene som gjennomføres. Dette for å kunne se om et tiltak har positive eller negative konsekvenser på andre områder enn det som umiddelbart er kjent eller tilsiktet, som for eksempel næringsaktiviteter tilknyttet vannforekomster som nyter godt av forbedret vannkvalitet, turisme, flomdemping og lignende.

Også på dette området vil det være nødvendig med stedsspesifikke analyser, blant annet vil befolkningsmengden som sokner til vannforekomsten ha mye å si for den samfunnsøkonomiske verdien. NIBIO påpeker at det for flere tiltak mangler tilstrekkelig dokumentasjon for hvor stor effekt tiltak har, og hvor store kostnader som knytter seg til dem. Det er behov for å gjøre en helhetlig gjennomgang av den samfunnsøkonomiske nytteverdien av tiltak i jordbruket.

Forfatterne av foreliggende veiledning kan ikke se at det foreligger særlig med informasjon knyttet til kost/nytte vurderinger av effekt på tiltak i nedbørsfelt. Snarere er det slik at vi har fått inntrykk av at effekten av tiltak i nedbørsfelt er vanskelig å måle enkeltvis, da spesielt reduksjon av mikrobiologisk forurensning fra diffuse kilder.

Andre kunnskapskilder:

- [BIOWATER](#) (2017-2022) – NIBIO ledet NordForsk program
- [NOU 2013:10](#) Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester
- [Svensk Vatten Utveckling](#), 2018 - beslutsmodell för mikrobiella drickvattenrisker. Inneholder noe kost/nytte teori.

4.7. Eksempler på detaljerte tiltak – avløp i spredt bebyggelse

Der hvor tilknytning til sentralisert avløpsløsning ikke er mulig, finnes ulike varianter av spredte avløpsløsninger. Det antas at 25 % av befolkningen i Norge bor i spredt bebyggelse, dvs. ikke tilknyttet sentrale, felles VA verk (Ødegård, Hallvard, 2012).

Løsninger for oppsamling, behandling og disponering av avløpsvann i spredt bebyggelse er basert på desentraliserte, mindre avløpsanlegg (< 50 pe) hvor avløpsvannet renses på stedet og sendes videre til nærmeste resipient. I henhold til tall fra SSB fra 2018 (figur 10) baserer de fleste spredte avløpsløsninger seg på slamavskiller alene, eller i kombinasjon med infiltrasjonsanlegg eller sandfilter. Minirensanlegg (kjemisk og/eller biologisk, er nedskalerte varianter av store konvensjonelle avløpsrensanlegg) er også mye brukt, spesielt der hvor man ikke kan infiltrere avløpsvann eller hvor plassen er begrenset. Minirensanlegg anbefales likevel ikke for hytter og fritidsboliger med varierende belastning, dette fordi man ikke vet hvordan det biologiske trinnet fungerer etter lengre hvileperioder. Minirensanlegg krever jevnlig vedlikehold og hyppige slamtømminger for å sikre at de fungerer som de skal. -

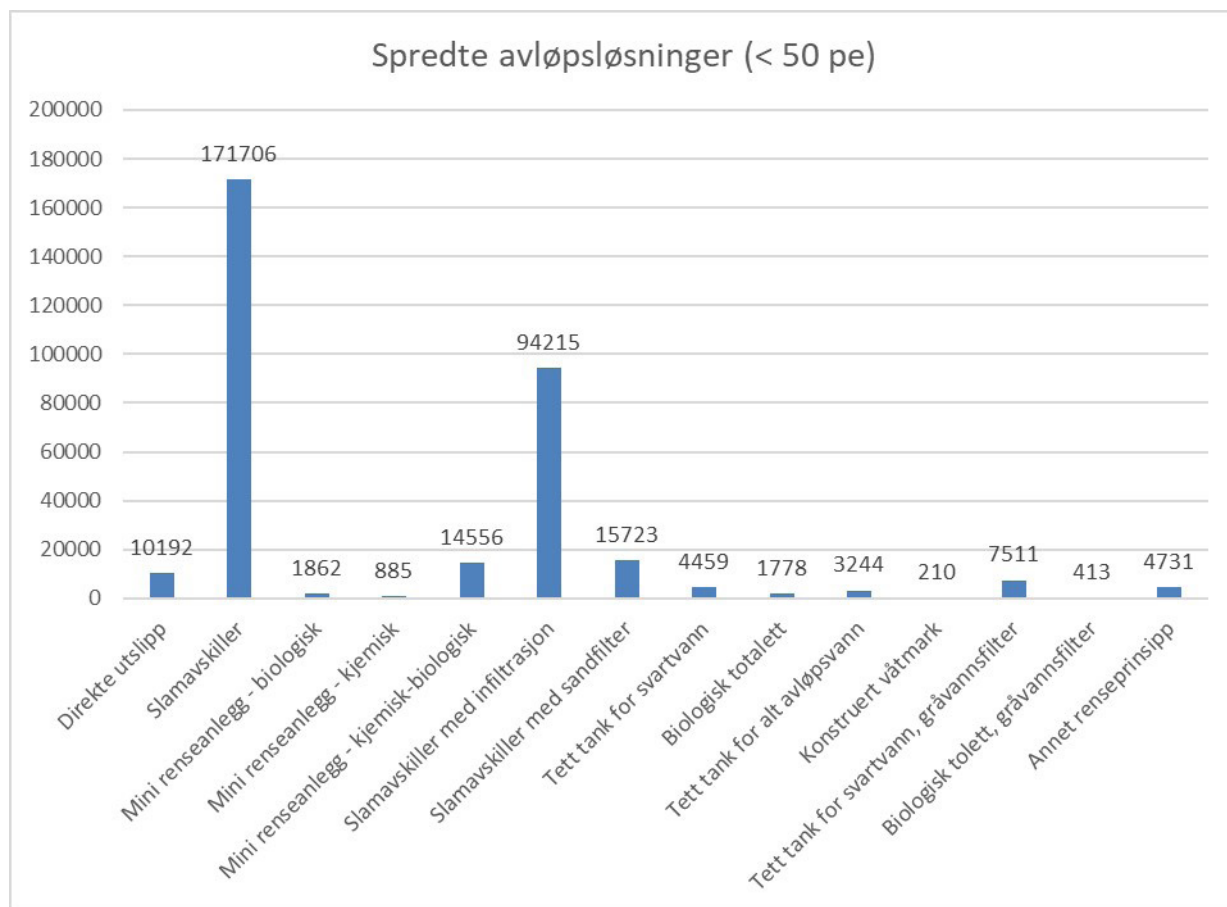
En annen vanlig variant av spredt avløp er tett tank som samler alt avløpsvann, eller tett tank for svartvann (kloakk) med gråvannsfiler (kildesepareringssystem). I et slikt system vil svartvannet samles i tette tanker og kjøres bort, mens gråvannet ledes ut i grunnen eller direkte til resipient. Gråvannet inneholder vanligvis lave konsentrasjoner av E. coli, men kan i noen tilfeller ha like høye verdier som svartvannet. Hvis gråvann ledes direkte ut i kilden kan også gråvannet representere en forurensningskilde. Gråvann bør derfor ledes ut i grunnen (infiltrasjonsanlegg). Generelt gir et kildesepareringssystem en god renseseffekt og reduserer faren for forurensning betydelig, siden alt avløpsvannet (kloakk) som inneholder de høyeste konsentrasjonene av næringssalter og mikroorganismer, er fjernet. Kildeseparering vil derfor være en god løsning, spesielt nær drikkevannskilder, hvor forurensningsfaren kan være kritisk. Dette forutsetter imidlertid at tankene med svartvann er helt tette, tømmes når de skal og ikke har overløp. Rensegrad for ulike typer spredte avløpsløsninger er vist i tabell 4.

Generelt er hovedutfordringene med spredte avløpsløsninger redusert kontroll på utslipp, vedlikehold og tilstand. Det er også stor fare for brukerfeil eller utilstrekkelig oppfølging.

Gode tiltak for avløp i spredt bebyggelse vil være avgjørende for tilstanden til mange resipienter, herunder drikkevannskilder. Valg og dimensjonering av avløpsløsning skal alltid baseres på undersøkelser av de lokale forholdene på lokaliteten; grunnforhold, vannforsyning (eksisterende og planlagte brønner), brukerinteresser i nærområdet, resipienttilstand, terrengforhold og tetthet på aktuell bebyggelse. I tillegg er nasjonale og kommunale utslippskrav, samt foreliggende kommunale planer og bestemmelser forhold som har betydning for valg av renseløsning. Fremgangsmåte for valg av løsning for spredte avløpssystemer er godt beskrevet i VA- miljøblad nr. 100-2018.

I en studie om bedre forvaltning av separate avløpsanlegg (minirensanlegg) (COWI, 2014) vises det til at de vanligste årsakene til at separate avløpsanlegg ikke fungerer er manglende vedlikehold og drift, feil ved installasjon, manglende eller ikke tilfredsstillende regelverk samt mangel på kompetanse hos berørte parter. Rapporten konkluderte med at hvis en kommune skal ha et godt verktøy for å utøve sin myndighet innen utslipp fra spredte avløpsanlegg, er det vesentlig å utarbeide lokale forskrifter som:

- Tydeliggjør kommunens ansvar som tilsynsmyndighet
- Angir detaljerte bestemmelser angående service
- Bestemmelser om tilsynsordning



Figur 10: Oversikt over antall tilknyttede personer til spredte avløpsløsninger i Norge. Tall fra SSB fra 2018.

Tabell 4: Rensegrad for ulike typer spredte avløpssystemer (tall hentet fra VA Miljøblad nr 48, nr 59, (Ødegård, Hallvard, 2012) og <https://nibio.no/tema/miljo/mindre-avlop/rense-losninger/minirensesanlegg>)

Type anlegg	Rensegrad TP og TN	Rensegrad bakterier	Kommentar
Slamavskiller alene	Ca 5-15 %	Lav (40-50%)	Lav renseeffekt, krever gode resipienter
Slamavskiller med infiltrasjon	> 90 %	Krever gode filtermasser og lang oppholdstid, vanskelig å kontrollere. Fjerningsmekanismer: Tilbakeholdelse (filtrering) utdøing, beiting	Slamavskiller som forbehandling, infiltrasjonsgrøfter krever store areal
Minirensesanlegg (biologisk/kjemisk)	TP 90%, TN 20%	99%	Ikke egnet ved varierende belastning
Kildeseparering (tett tank for svartvann, gråvann i infiltrasjonsanlegg)	TP > 80%, TN > 90 %	100 %, hvis alt svartvann samles opp, og det er ingenting/svært lite i gråvann	Gråvann må infiltreres, avstandskrav fra vannkant, tett tank for svartvann uten overløp

Basert på innhentet informasjon fra noen kommuner i Norge er følgende løsninger for spredte avløpssystemer i nedbørsfelt for drikkevann vanlig:

- Trondheim/Melhus med vannkilde Benna:
 - Svartvann i tett tank i tett rom, egen løsning for gråvann, avstandskrav til vassdrag > 50 m
 - Overvåkning i tank (nivåmåler med signal til vannverket)
 - Fritidsboliger har ikke lov å ha innlagt vann eller avløp, toalett med tett bunn og godkjent levering utenfor nedbørsfeltet
- Oslo med vannkilde Maridalsvannet:
 - Svartvann i tett tank i tett rom (fortrinnsvis i kjeller), gråvannsanlegg med etterpolering (infiltrasjon eller filterbed)
 - Overvåkning med alarm med varselampe
 - Minirenseanlegg aksepteres ikke i nedbørsfeltet
 - Alle utvendige avløpsrør legges i varerør
- Haugesund med vannkilde Stakkastadvatnet:
 - Kun avløpsfrie toaletter i nedbørsfeltet
 - Gråvann i infiltrasjonsgrøft eller sandfilter, avstandskrav fra vassdrag >80 m fra vannkilde, > 40 m fra vassdrag med > 60 døgn oppholdstid

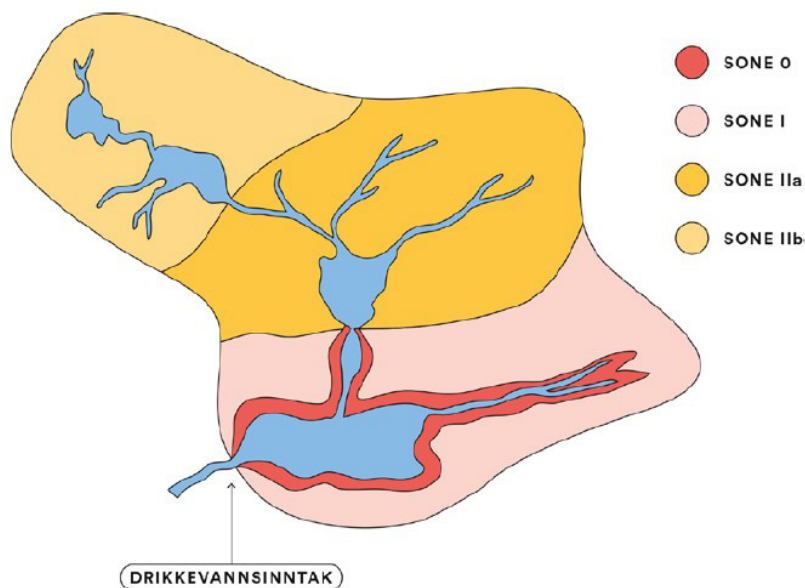
Informasjon for å beregne renseeffekt, utslipp og påvirkning på egen vannkilde i eget nedbørsfelt kan skaffes via avløpsmodellen [Webgis](#). NIBIO har utviklet dette programmet som brukes til å registrere renseanlegg, utslipp, resipient, punktforurensning og drikkevannskilde for å beregne renseeffekt, utslipp og påvirkning. Systemet beregner renseeffekt og utslipp fra renseanlegg, utslipp til resipienter og påvirkningen på miljøet. Det kan tas i bruk som et sentralt hjelpemiddel i kommunens arbeid med Vannforskriften, herunder prioritering av tiltak og planlegging av nye anlegg. Modellen fokuserer på næringssalter og ikke på mikrobiologi (tarmbakterier). Når man vet tilførsel av næringssalter gir dette likevel en viss indikasjon på mikrobiell forurensning, som vi vet følger med utslipp av avløpsvann.

- www.avlop.no er en informasjonsside for mindre avløpsanlegg, primært omfattet av kapittel 12 (< 50 pe) i forurensningsforskriften. Informasjonen på nettsiden retter seg både mot saksbehandlere for mindre avløpsanlegg i kommunene, prosjekterende og utførende aktører i fht. mindre avløpsanlegg, samt privatpersoner som skal etablere eget avløpsrenseanlegg.
- [Spredt avløp i jordbrukslandskapet. Bioforsk TEMA 9 \(12\) 2014](#)

4.8. Eksempler på detaljerte tiltak – Beskyttelse av vannkilder ved soneinndeling med restriksjoner

Man beskytter en overflatekilde ved å begrense aktivitetene i nedbørsfeltet og i selve vannkilden. Helst bør overflatekilden og hele det tilhørende nedbørsfeltet beskyttes mot forurensning, men dette er i praksis ofte vanskelig å få til. Man kan imidlertid variere beskyttelsestiltakene i forhold til den betydningen området har for vannkvaliteten ved uttaket. Dette gjøres som oftest etter en vurdering av vannkildetypen, størrelsen på vannkilden og nedbørsfeltet. Naturgrunnlaget i nedbørsfeltet spiller også en rolle for beskyttelsestiltakene. Det vil være lettere å akseptere begrenset bebyggelse eller aktivitet i et nedbørsfelt som er preget av løsavsetninger og rikelig vegetasjon, enn i et nedbørsfelt som er preget av bart fjell med avrenning direkte til tilløpselv eller vannkilde. For nedbørsfelt av begrenset størrelse gis det ofte ett sett beskyttelsesbestemmelser for hele området.

Dette gjelder spesielt ved bekker eller små elver eller innsjøer der vannet har kort oppholdstid. For større overflatekilder er det derimot vanlig å inndele nedbørsfeltet i soner. Et eksempel på soneinndeling er vist i figur 11. Sone I omfatter vannkilden der inntaket ligger, samt det lokale nedbørsfeltet som strekker seg opp til første innsjø som ligger oppstrøms vannkilden. Sone II er delt i to undersoner, og omfatter resten av nedbørsfeltet. Beskyttelsestiltakene for sone II a og b kan være mindre strenge enn for sone I. Å dele inn vannkilden og nedbørsfeltet i soner på denne måten kan være hensiktsmessig og faglig forsvarlig der hvor selvrensingen i vassdraget er god. Det er vanlig å innføre særlige restriksjoner for området som ligger nærmest vannkilden (Sone 0).



Figur 11: Eksempel på soneinndeling av nedbørsfelt til innsjø (Folkehelseinstituttet, 2016).

For vannkilder med store og uoversiktlige nedbørsfelt, som de store innsjøene vi har i Norge, er det ikke mulig å pålegge restriksjoner i hele nedbørsfeltet. I slike tilfeller bør man sikre et visst område rundt inntaket mot forurensende eller potensielt forurensende aktivitet, samt aktiviteter som kan skade inntaket fysisk. Forurensningene fra andre deler av nedbørsfeltet må søkes begrenset gjennom fylkes- og kommuneplaner, og for enkeltsaker ved regulering etter forurensningslovens bestemmelser. Bassenger for inntak av råvann i bekker og elver må beskyttes spesielt, ettersom disse er svært sårbare for lokale forurensninger. Området rundt bassengene bør gjerdes inn for å holde uvedkommende borte. I enkelte tilfeller vil det også være aktuelt å innføre beskyttelsestiltak i områder som grenser til nedbørsfeltet til vannkilden. Et eksempel på dette er å redusere atkomsten til kilden. Særlig gjelder dette for vannkilder og inntaksbassenger som er sårbare for forurensninger. Det er vanlig å stenge veier til inntaket med bom for å hindre motorisert atkomst for allmennheten. Det finnes også eksempler på at man ikke har akseptert etableringer som hotell, kafé og annen turistvirksomhet like utenfor nedbørsfelt der det er lett atkomst til drikkevannskilden, og der slike aktiviteter vil øke ferdselen i området.

Beskyttelse av nedbørsfelt og vannkilde kan vedtas som klausuler for nedbørsfeltet. Klausulerings-bestemmel-

sene retter seg mot grunneiere og særlig bruksberettigede. Rettslig sett er klausuleringene negative servitutter, hefte, som påhviler eiendommen(e). Mer informasjon og detaljer om lovverket knyttet til sikring av områder i nedbørsfelt til drikkevannskilder, med eksempel på klausulerings-bestemmelser og eksempel på skjønnsavgjørelser om erstatning for tap ved klausuleringer finnes f.eks. i læreboka [Vann- og avløpsrett](#), 2010.

Rådighetsinnskrenkninger eller ekspropriasjon omtales på s. 121-148, i kap. 2. Denne kan lastes ned her: <https://va-jus.no/etablering-av-vann-og-avlopsverk>. I Norsk Vann rapport om vannkilden som hygienisk barriere (Norsk Vann, 2008), inneholder vedlegg 2 flere eksempler på klausuleringsbestemmelser.

Overnevnte eksempler er ment veiledende. Det er kommunen selv som må finne restriksjoner for de enkelte sonene basert på lokale naturgitte og samfunnsmessige forhold. Husk i den forbindelse på arbeidet med Vannforvaltningsplanene for 2022-2027 der bl.a. følgende nasjonal føring skal ivaretas: Alle overflate- og grunnvannsforekomster som benyttes til uttak av drikkevann for flere enn 500 fastboende, bør ha fått avsatt hensynssoner med tilhørende planbestemmelser etter §§ 11-7 og 11-8 i plan og bygningsloven, jf. drikkevannsforskriften § 26.

4.9. Eksempel fra en norsk kommune – Trondheim

For å konkretisere ytterligere omkring temaet tiltak beskriver dette kapittelet et «case studie» av en norsk kommune. Trondheim ble valgt fordi det her utføres mange forskjellige tiltak i nedbørsfeltet for å sikre god råvannskvalitet i drikkevannskildene. Kommunen er

blant de største i Norge, men tiltakene kan være like interessante for små- og mellomstore kommuner. Det følgende er hentet fra [Kommunedelplan vannforsyning 2017 - 2028](#), og pers. med. H. Bellingmo (Kommunalt-eknikk, Trondheim kommune).



Figur 12: Vannforsyningssystemet tilhørende Trondheim vannverk.

Trondheim vannverk har to vannkilder. Disse er Jonsvatnet i Trondheim kommune, og Benna i Melhus kommune. Jonsvatnet forsyner i dag Trondheim kommune og Malvik kommune. Benna forsyner store deler av Melhus kommune og en del av Trondheim kommune. For å begrense omfang av dette caset er det her hovedsakelig beskrevet forhold rundt Jonsvatnet.

For å oppfylle krav i gjeldende lover og forskrifter, og for å sikre at Trondheim kommune jobber

effektivt og målrettet i virksomheten knyttet til vannforsyning, har kommunen definert en rekke mål. Det benyttes et målhierarki hvor man først har definert overordnede mål. De overordnede målene er videre inndelt i delmål (DM) innenfor områdene vannkilder, vannbehandling, vandistribusjon, kunde og driftsorganisasjon. Videre defineres det operative mål (OM) som beskriver målbare indikatorer som benyttes for å vurdere måloppnåelse.

Overordnede mål/strategiske mål er:

- Nok vann
- Godt vann
- Sikkert vann
- Effektiv tjenesteyting

Tabell 5: Delmål og operative mål for vannkilder.

Delmål	
DM 1.1	Trondheim kommune skal til enhver tid ha nok råvann av god kvalitet.
DM 1.2	Trondheim kommune skal sikre eksisterende og potensielle drikkevannsforekomster, både for fremtidig økt behov og for sikring ved akutte hendelser.
DM 1.3	Nedbørfeltene til kildene skal sikres på best mulig måte mot forurensing.
Operative mål	
OM 1.1	Vannforsyningen skal ha minimum 2 uavhengige vannkilder som hver for seg kan levere nok vann til Trondheim vannverk i inntil 3 mnd. Indikator utarbeides med strategi for regulering ved langvarig tørke.
OM 1.2	Beskyttelsestiltakene for Jonsvatnet og Benna skal utformes og håndheves slik at nedbørfelt og kilde som hygienisk barriere opprettholdes. Indikator er påvisning av mindre enn 10 % positive prøver for E.coli i råvannet (sporadisk, maks konsentrasjon 3 E.coli/ 100 ml).
OM 1.3	Det skal føres jevnlig tilsyn av sertifisert tilsynspersonell med nedbørfeltene for å hindre forurensing. Dette skal også gjennomføres som risikobasert tilsyn. Indikator er utarbeidelse av plan for tilsyn og oppfølging av denne, samt utarbeidelse av sertifiseringsordning.
OM 1.4	Det skal kontinuerlig vurderes behov for tiltak i vannbehandling og nedbørfelt ved fare for nedsatt råvannskvalitet. Indikator er endringer i råvannskvalitet og arts mangfold.
OM 1.5	Potensielle vannkilder for Trondheim og Trøndelagsregionen skal sikres igjennom regionalt samarbeid. Indikator er arbeid med problemstillingen i fora for regional planlegging og implementering i aktuelle kommuners arealplaner.

4.9.1. Arealbruk og aktivitet i nedbørsfeltet til Jonsvatnet

Jonsvatnet ligger øst i Trondheim kommune, på grensa mot Malvik og Selbu. Det er en innsjø som består av 3 vann; Kilvatnet, Storvatnet og Litlvatnet. Disse henger sammen ved 2 grunne og trange passasjer. Inntaket til vannverket er plassert i Storvatnet og utløpet er fra Litlvatnet og til Vikelva.

Litlvatnet med nedbørsfelt ligger nærmest Trondheim sentrum, og er således utsatt for størst press når det gjelder aktiviteter og utbygging av eksisterende og nye boligeiendommer. Det er også her det er flest boligeien-

dommer som ikke er landbrukseiendommer. Det er i tillegg en del hytter som tidvis brukes som helårsboliger. Det ligger flere skytebaner i Litlvatnets nedbørsfelt. Bebyggelsen i områdene rundt Storvatnet er store landbrukseiendommer, enkelte boligeiendommer og en del hytter. Kilvatnet ligger lengst unna inntaket, som ligger nord i Storvatnet, og bebyggelsen i arealene rundt er spredte boligeiendommer, landbrukseiendommer og noen hytter.

Det er 55 landbrukseiendommer rundt Jonsvatnet, hvorav 30 med husdyrhold. Det er flere eiendommer som driver med hestehold. Det er 3,1 km² fulldyrka jord

rundt Jonsvatnet. Dette utgjør 4 % av nedbørsfeltet. Rundt hele Jonsvatnet går det en vei. Veien fører til eiendommer, i tillegg til at det er forbindelse både til Bratsberg og Malvik.

Av andre aktiviteter i nedbørsfeltet, er skiløype mot Malvik, som kan medføre utfordringer med parkering, forsamlingshus for Jonsvatnet idrettslag, roklubb ved Litlvatnet og enkelte gårdsbruk med «inn på tunet»-virksomhet.

Det er etablert kommunale vann- og avløpsanlegg med avskjærende pumpeledninger og pumpestasjoner langs vannet i områdene nærmest Trondheim. Dette gjelder i hovedsak områdene rundt Litlvatnet. Det er igangsatt et prosjekt for å se på nødvendige tiltak for å oppgradere pumpestasjonene ved Jonsvatnet, der det bl.a. ses på sikkerhet mot strømbrydd og evt. oversvømmelse.

De andre eiendommene som ligger litt mer spredt har private avløpsanlegg. Dette er i hovedsak tette tanker for svartvann og slamavskiller med påfølgende biofilter for rensing av gråvann. De tette tankene blir tømt regelmessig av Trondheim Bydrift. Det er nå startet opp et arbeid for å sette inn nivåmåler i tette tanker med direkte varsling til Bydrift. Dette vil redusere sjansen for at de tette tankene renner over og forurensar drikkevannet.

Sanitærreglementet gjelder for private anlegg, og er utarbeidet for å ivareta det gjensidige ansvarsforholdet mellom kommunen, den enkelte abonnent og prosjekterende-, utførende- og/eller kontrollerende foretak i forbindelse med tilknytning til kommunalt vann og avløpsanlegg. Reglementet skal sikre at sanitæranlegg blir utført på en betryggende måte med hensyn til ansvar, funksjonssikkerhet og anleggs- og materialkvalitet. Reglementet består av:

- Del 1: Administrative bestemmelser, som tar for seg de forvaltningsmessige forhold når det gjelder tjenestekjøp/tjenesteyting.
- Del 2: Administrative og tekniske normer, som beskriver spesielle prosedyrer og krav som gjelder for prosjektering, utførelse, drift og vedlikehold av sanitæranlegg i Trondheim kommune.
- Del 3: Tekniske bestemmelser fastlegger krav til prosjektering og utførelse av sanitæranlegg generelt. Tekniske bestemmelser ivaretar kravene i plan- og bygningslovens bestemmelser som framgår av forskrift om tekniske krav til byggverk (byggteknisk forskrift). Tekniske normer gitt i del 2 gjelder foran bestemmelser gitt i del 3.

4.9.2. Juridisk status og klausulering

Dette er to hovedstrategier en vannverkseier kan bruke for å sikre vannkilden juridisk:

- Etablere regler som generelt legger begrensninger på uønsket virksomhet i nedbørsfeltet. Dette er lokale forskrifter og lignende som gjelder likt for alle innenfor nedbørsfeltet. Disse rådighetsbegrensningene utløser i utgangspunktet ikke erstatningsplikt.
- Klausulere spesifikke eiendommer og virksomheter. Disse rådighetsbegrensningene knyttes til konkrete eiendommer i nedbørsfeltet. Slike spesifikke rådighetsbegrensninger kan utløse en erstatningsplikt. En slik erstatningsplikt må vurderes for hver enkelt eiendom.

Hovedstrategien på Jonsvatnet har vært å bruke muligheten i tilgjengelig lovverk for å styre aktivitet i nedbørsfeltet med egne lokale bestemmelser, jf. nr. 1 ovenfor. Disse bestemmelsene gjelder ovenfor grunneiere og allmennheten og utløser i utgangspunktet ikke noen erstatningsplikt for kommunen. I kommuneplanens arealdel er det etablert en hensynssone i og rundt drikkevannskilden. Kommunens forskrifter om motorferdsel og hundehold har også bestemmelser som gjelder i nedbørsfeltet til Jonsvatnet. I tillegg er det ved Jonsvatnet etablert noen spesifikke klausuleringer:

Det «gamle» Jonsvannsskjønnet fra 1960-tallet legger restriksjoner på eiendommer rundt Storvatnet og Kilvatnet for å hindre forurensning av drikkevannet. Tapping til Ranheim papirfabrikk medførte den gang at vannstrømmen kun gikk fra Storvatnet til Litlvatnet, og Litlvatnet ble derfor ikke med i skjønnet. For disse restriksjonene må Trondheim kommune yte årlige erstatningsutbetalinger. I ettertid har deler av den alminnelige lovgivningen, som forurensningslov, drikkevannsforskrifter mv. blitt strengere enn restriksjonene i Jonsvannsskjønnet.

Landbruksskjønnet eller «Det nye Jonsvannsskjønnet» ble vedtatt i 2009 og innebærer klausuleringer ovenfor 49 aktive landbrukseiendommer. Tiltakene er rettet mot forurensning fra husdyrhold og innebærer forbud mot bruk av husdyrgjødsel og beiting på sensitive areal. Overskuddsgjødsel blir kjørt bort fra nedbørsfeltet for kommunal regning og bøndene får støtte til innkjøp av kunstgjødsel.

[Kommuneplanens arealdel 2012-2024](#) har i punkt 38 bestemmelser for hensynssone drikkevann. Det er der listet opp restriksjoner for enhver som ferdes eller

oppholder seg ved drikkevannskilden Jonsvatnet og i nedbørsfeltet for Jonsvatnet. Formålet med hensynssonen er å hindre forurensning av drikkevannskilden. Bestemmelser tilknyttet hensynssonen gir bindende føringer for kommunal saksbehandling og det er presisert at «ved utøvelse av kommunal myndighet og eierskap skal drikkevannsinteressen være overordnet alle andre interesser innenfor hensynssonen.» I tillegg gis det konkrete bestemmelser som griper inn i virksomheter og tiltak i nedbørsfeltet, som riding, bading, idrettsarrangement og krav til toalettløsninger:

Bestemmelser for hensynssone drikkevann.

§ 38.1 Drikkevannet i Trondheim skal ha høy kvalitet.

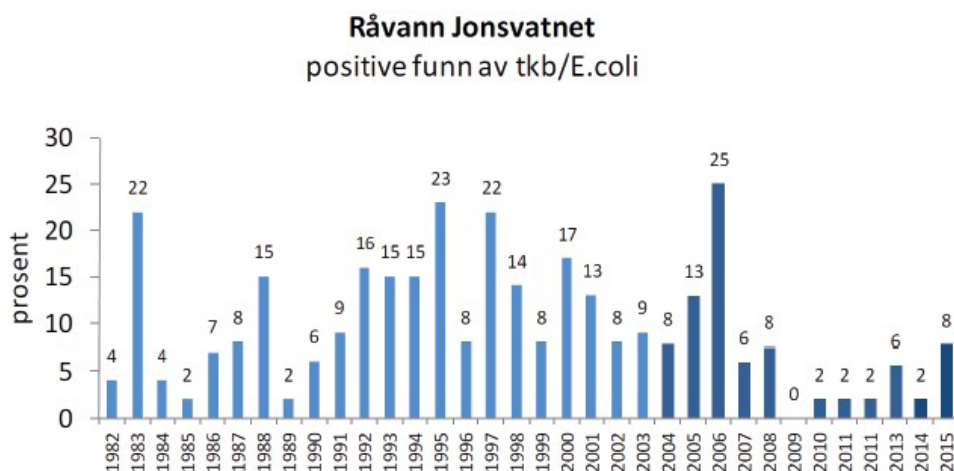
§ 38.2 Ved utøvelse av kommunal myndighet og eierskap skal drikkevannsinteressen være overordnet alle andre interesser innenfor hensynssonen. I tillegg gjelder følgende bestemmelser ovenfor enhver som ferdes eller oppholder seg ved drikkevannskilden Jonsvatnet, samt nedbørsfeltet:

- Bading (både for mennesker og dyr), brettseiling, dykking og lignende aktiviteter er forbudt.
- Det er forbudt å sette opp telt, bobil eller på annen måte slå leir innenfor en sone på 100 meter fra Jonsvatnet. Forbudet mot telting og leirslagning gjelder også på øyene i Jonsvatnet.
- Det er forbudt å arrangere sportsstevner eller andre arrangementer ute på Jonsvatnet. I en sone på 100 m fra vannkanten er arrangementer forbudt uten tillatelse fra kommunen.
- Hund skal holdes i bånd nærmere vannkanten enn 50 meter. Avføring fra hund skal innenfor sonen på 50 meter samles opp og bringes ut av virkeområdet. De samme regler gjelder også for ferdsel på Jonsvatnet når dette er islagt.

- Riding er forbudt i en sone på 50 meter fra Jonsvatnet. Offentlig vei, adkomstveier samt god kjent/sikret beiteareal er unntatt fra forbudssonen. Når Jonsvatnet er islagt, er det forbudt å ta hest med ut på isen.
- Transport og lagring av oljeprodukter og andre kjemikalier skal foregå på en slik måte at det ikke utgjør noen fare for forurensning av Jonsvatnet. Forbudet omfatter også håndtering av maskiner eller andre kjøretøy ved vask, reparasjoner, oljeskift og lignende aktiviteter som medfører fare for forurensning.
- I nedbørsfeltet er det et forbud mot all installasjon og bruk av nedgravde oljetanker. Dette forbudet gjelder også for oljetanker som er mindre enn 3200 liter.
- I nedbørsfeltet er det forbudt å ta med levende organismer som ved å etablere levedyktige bestander kan innvirke negativt på vannkvaliteten i Jonsvatnet.
- Fritidsboliger skal ikke ha innlagt vann. Fritidsboliger skal ha godkjent biologisk toalett, forbrenningstoalett eller annen løsning godkjent av Trondheim kommune.
- Uten særskilt tillatelse er det forbudt å bruke motorfartøy på Jonsvatnet. Forbudet gjelder alle typer motorer.

4.9.3. Resultat og veien videre

Resultater for råvannsprøver på bakteriologi viser at konsentrasjonen av tarmbakterier i råvannet avtar i tidsperioden som vist i figur 13. Dette antyder at tiltak som er innført for å redusere bakteriologisk forurensning virker. Resultatene skiller ikke på hvilke enkelttiltak som har hatt effekt, men må leses som at summen av tiltak har betydning. For bedre å skille på effekt av enkelttiltak kan man benytte analyseteknikker som skiller på kilde til den bakteriologiske forurensningen (mikrobiell kildeporing (kap. 5.2.3)). Disse teknikkene kan finne spesifikke kilder til forurensningen, og med det si noe om det var tiltakene knyttet til opprydding i avløpssystem, eller beiterestriksjoner (inkl. gjerding og strategisk utplasserte vannposter for beitedyr), gjødselspredningsreguleringer eller annet som har hatt størst effekt.



Figur 13: Andel prøver (i prosent) med påvist TKB/E. coli av totalt antall årlige prøver av råvannet i perioden 1982 – 2015 (målt på innhold av termotolerante koliforme bakterier (TKB) t.o.m. 2003, E. coli f.o.m. 2004).

Trondheim kommune vil videreføre en restriktiv håndtering av tiltak i nedbørsfeltet, og sørge for et minimum av aktiviteter som potensielt kan forurense drikkevannskildene. Landbruksvirksomheten, og særlig dyrehold, må drives på en måte som ikke kan føre til forurensning av drikkevannet.

Trondheim kommune har ved noen enkelttilfeller kjøpt ut husdyrdrift og arealer rundt Jonsvatnet. Dette er i tråd med vedtak i Formannskapet, hvor rådmannen gis fullmakt til å fremforhandle frivillige avtaler om utkjøp av areal eller husdyrdrift på eiendommer som er forurensningsmessig eksponert i forhold til drikkevannsinntaket. Denne praksisen vil bli videreført. Det kan også være aktuelt å klausulere eiendommer dersom virksomheten ved eiendommen utgjør en gjentakende fare for drikkevannet. I nedbørsfeltene er det i klausuleringsbestemmelsene ikke tillatt med innlagt vann i hytter. Det er behov for en systematisk gjennomgang av avløpsløsning for hytter slik at en sikrer at kravene i hensynssonebestemmelsene overholdes.

Det er ønskelig å etablere en god praksis for forvaltning rundt Jonsvatnet i samarbeid med alle avdelinger i Trondheim kommune, og det er også ønskelig å etablere et godt og stabilt samarbeid med Melhus kommune ved forvaltning av de restriksjonene som gjelder rundt Benna. I tillegg ønsker Trondheim kommune å styrke bevisstheten hos innbyggere, politikere og grunneiere om viktigheten av å bevare vannkildene som en sårbar og uerstattelig ressurs som må beskyttes på best mulig måte.

Kommunale og private avløpsanlegg:

Regler for de private avløpsanleggene ved Benna i Melhus er nedfelt gjennom klausuleringsreglene, og blir forvaltet av Melhus kommune gjennom plan- og bygningsloven. Gjennom arbeidet med utbygging av vannverket og sikring av kilden Benna, er det bestemt at avløpsanleggene som har mangler skal rehabiliteres og ombygges etter de nye klausuleringsreglene. Det er ønskelig at det for Jonsvatnets nedbørsfelt etableres tilsvarende standard som i Melhus rundt Benna. Det er laget en [veileder til forvaltning av klausuleringene ved Benna](#) og det er planlagt å bruke en tilpasning av denne for Jonsvatnet.

Det er nødvendig å utføre nye tilstandsvurderinger for private avløpsanlegg rundt Jonsvatnet, og ved den nye tilstandsvurderingen skal det vurderes om det er nødvendig å trekke tilbake utslippstillatelser for å kunne bygge nye godkjente avløpsanlegg etter samme mal som rundt Benna. Nye utslippssøknader for boliger i Jonsvatnets nedbørsfelt blir behandlet etter de samme reglene for avløpsanlegg som det som nå blir innført ved Benna. Målet vil derfor være at i løpet av planperioden skal alle ha private avløpsanlegg etter de nye reglene som gjelder ved Benna.

Tilsyn i nedbørsfeltet:

I dag har personell ved Trondheim Bydrift ansvar for tilsyn i nedbørsfeltet rundt Jonsvatnet og Benna. Tilsynspersonellet har til nå ikke hatt anledning til å gi bøter ved overtredelse av reglene i nedbørsfeltet. Det jobbes nå med å få kurset tilsynspersonellet spesielt til denne oppgaven, og det er et ønske at det deretter skal søkes om begrenset politimyndighet for personellet (mer om begrenset politimyndighet i kapittel 7.1.3).

5. METODER FOR BEDØMMELSE AV RISIKO

Jf. § 6 i drikkevannsforskriften er det helt grunnleggende å avdekke hvilke farer som kan hindre produksjon av nok trygt drikkevann som er klart og uten fremtredende lukt, smak og farge. For å ha kontroll må du kjenne ditt nedbørsfelt og hvordan forholdene her påvirker råvannet.

Det kan være mange ulike årsaker til samme fare, og én årsak kan gi mange ulike farer. Flom er et eksempel på en årsak til fare. Tilførsel av kjemikalier fra virksomheter i vanttilsigsområdet kan være et annet eksempel på årsak til fare. Dette betyr at man må vurdere hvilke deler av vannforsyningssystemet som kan bli påvirket ved forskjellige årsaker til farer, og at man skal ha klart for seg hvilke farer som kan være utfordrende.

Selv om denne veiledningen fokuserer på nedbørsfeltet skal hele vannforsyningssystemet, fra nedbørsfelt til tappekran, vurderes for å identifisere farene (farekartlegging). Det anbefales å innhente informasjon fra flere kommunale sektorer for å kartlegge mulige årsaker til

farer, og innspill til løsninger. I noen tilfeller kan det være aktuelt å kontakte statlige etater, eller andre fagmiljø.

For hver fare man identifiserer/kartlegger, skal tiltak iverksettes som enten hindrer disse eller reduserer sannsynligheten for at de oppstår. Om tiltaket svikter, skal man alltid gjennomføre nye grep slik at faren reduseres til et akseptabelt nivå. Det må så vurderes om det tiltaket som opprinnelig sviktet må forsterkes.

Kommunen må selv velge hvilken metode man skal bruke for farekartleggingen, men i kravene til beredskap i drikkevannsforskriftens § 11 er det blant annet et krav om å utarbeide beredskapsplaner i samsvar med forskrift om krav til beredskapsplanlegging, hvor vannverkseier er pålagt å benytte metoden risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS).

I det følgende omtales de metoder det er krav til og de mest vanlige verktøyene vi har for å bedømme risiko for forurensning av nedbørsfelt og vannkilde.

5.1. Risiko og sårbarhetsanalyse (ROS)

Mattilsynets veileder «Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen» (Mattilsynet, 2017) gir en beskrivelse av farekartlegging og farehåndtering etter ROS-metoden, som også er i samsvar med fremgangsmåten beskrevet i standarden [NS-EN 15975-2](#). Ved å følge metoden som er beskrevet i denne veiledning kan vannverkseier tilfredsstille kravene til farekartlegging og farehåndtering i § 6, til ROS-analyse i § 11 og til risikovurderingen etter NS-EN 15975-2 i § 21. 2017-utgaven er oppdatert med hensyn på endringer i regelverk og nye kilder til informasjon om farer.

Kort om begrepsbruk.

Risiko: Uttrykk for den fare som uønskede hendelser/tilstander representerer for mennesker, miljø eller materielle verdier. Risikoen uttrykkes ved sannsynligheten for- og konsekvensene av de uønskede hendelsene (Norsk Standard 5814:2008). Hendelsene kan være

utilsiktet eller tilsiktet. Mens skade som følge av uvær, eller et trafikkuhell med utslipp av forurensende stoff regnes som utilsiktet, vil et innbrudd, hærverk eller sabotasje være en tilsiktet hendelse.

«Fare» som begrep er tatt i bruk i oppdatert drikkevannsforskrift for å ha samme ordbruk som næringsmiddellovverket.

Sårbarhet er i NS5814 definert på følgende måte: Manglende evne hos et analyseobjekt til å motstå virkninger av en uønsket hendelse og til å gjenopprette sin opprinnelige tilstand eller funksjon etter hendelse. Sårbarhet benyttes ofte når vi er mer opptatt av konsekvensdelen enn det totale risikobilde med vurdering av sannsynlighet og konsekvens.

Tabell 6: Eksempel på kategorisering av sårbarhet.

Sårbarhetskategori	Beskrivelse
Svært sårbart	Et vidt spekter av uønskede hendelser kan inntreffe der sikkerheten og områdets funksjonalitet rammes slik at akutt fare oppstår
Moderat sårbart	Et vidt spekter av uønskede hendelser kan inntreffe der sikkerheten og områdets funksjonalitet rammes slik at ulempe eller fare oppstår
Lite sårbart	Et vidt spekter av uønskede hendelser kan inntreffe der sikkerheten og områdets funksjonalitet rammes ubetydelig
Ikke sårbart	Et vidt spekter av uønskede hendelser kan inntreffe uten at sikkerheten og områdets funksjonalitet rammes

Grunnlaget for en god ROS-analyse blir lagt i farekartleggingen (jf. § 6 i drikkevannsforskriften). Etter innsamling av dokumentasjon, dialog med sårbare abonnenter og gjennomført befaringsarbeid kan fareidentifikasjonsarbeidet starte opp. Dette arbeidet består av følgende trinn:

- Inndeling i analyseobjekt
- Bearbeide basislisten i veilednings [vedlegg 2](#) (s. 19) til å gjelde det aktuelle vannverk
- Videreutvikle listen til å stedfeste uønskede hendelser for vannverket

Analyseobjekt er den delen av vannforsyningssystemet som det skal etableres en beredskap for. Tradisjonelt består analyseobjektet av følgende fire delobjekter:

- **Vannkilden (vannressursen), inkludert nedbørsfelt/vanntilsigsområder**
- Vanninntak og transportsystemet for råvann
- Vannbehandlingsanlegget
- Distribusjonssystem for rentvann, inkludert overføringsledning, hovedledningsnett, tunneler, høydebasseng, pumpestasjoner, rørbruddventiler og selve drikkevannet

En klar forskjell i disse fire kulepunktene er at VA-etaten vil håndtere de tre sistnevnte i stor grad på egenhånd, mens førstnevnte kan kreve en mye større tverrfaglig og

sektorinngripende tilnærming. Spesielt om det viser seg å være farer tilknyttet vannkilden og nedbørsfeltet.

For å redusere risiko for hendelser i nedbørsfeltet og vannkilden vil det være nødvendig å spille på kunnskap fra andre etater, myndigheter, grunneiere og andre brukerinteresser. Landbruksetater kan ha på gang egne prosjekter for å redusere avrenning av næringsstoff og pesticider. Kommunen er forpliktet til å ta hensyn til farekartleggingen i planarbeidet, dette vil spesielt involvere Plan- og Beredskapssetater. Drikkevannsforskriften § 26 og § 27 stiller krav til at kommuner og fylkeskommuner ivaretar drikkevannshensyn når de hhv. utarbeider arealdelen til kommuneplaner og i regionale planer. Dette åpner for større innflytelse av VA-etaten i arealplansaker innen nedbørsfeltet til råvannskilden. Kapittel 6 i denne veiledningen omtaler nødvendigheten av samhandling mellom ulike kommunale etater og andre myndigheter.

Andre kunnskapskilder:

- [Veileder til forskrift om kommunal beredskapsplikt, DSB 2018](#)
- [Veileder til samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging. Metoder for risiko- og sårbarhetsanalyse i planleggingen, DSB 2017.](#)

5.2. Prøvetaking og analyse

Veileder til drikkevannsforskriften forklarer hvordan en prøvetakingsplan skal utarbeides (for alle vannprøver, jf. § 19), og minstekrav til råvannsprøver er beskrevet under § 20.

5.2.1. Råvannsprøver

Minstekravet til råvannsprøver kommer fra vannforskriften. Vannforskriften § 18 krever at områder avsatt til uttak av drikkevann overvåkes basert på behovet for beskyttelse. Dette minstekravet er overført til drikkevannsforskriften § 20.

Kvaliteten på råvannet ligger til grunn for valg av vannbehandling, og er den mest sentrale datakilde for å si noe om risiko- og sårbarhet i vannkilden og nedbørsfeltet. Som vannverkseiere må man først vurdere hvor mange prøver som skal tas ut fra farekartleggingen i § 6 og andre behov. Dette antallet settes inn i prøvetakings-

planen etter § 19. Som oftest må det tas flere prøver enn minstekravet. En enkelt prøve gir et øyeblikksbilde av vannkvaliteten på det tidspunktet den er tatt. Jo flere råvannsprøver i løpet av et år, dess bedre bilde får man av vannkvaliteten i råvannskilden. Vannforsyningssystemets størrelse, type vannbehandling og variasjonen i vannkvaliteten er viktige faktorer når dere skal vurdere hva som er nødvendig. Det kan for eksempel være viktig å ta prøver i perioder hvor det er forventet kraftig regnvær, flom eller andre hendelser som kan føre til uventet variasjon i råvannskvaliteten. Hvis råvannskilden skal få kredit (jf. MBA metodikken) som en hygienisk barriere, må tilstrekkelig antall råvannsprøver tas for å dokumentere at den er en slik barriere. Råvannsprøver er viktige for å vise at vannbehandlingen har den nødvendige effekten for akkurat den råvannskvaliteten.

Tabell 7: Sammenhengen mellom produsert vann og krav til antall prøver.

Ny forskrift	
Produsert mengde vann per døgn (m ³)	Minimum antall råvannsprøver per år
≤ 10	1
10 – 2.000	4
2.000 – 6.000	8
6.000	12

Hvor skal råvannsprøvene tas?

Råvannsprøvene kan tas på inntaket i behandlingsanlegget, og de skal tas før noen form for behandling. Dersom vannkilden er en innsjø, og det er lenge siden innsjøen ble kartlagt, kan farekartleggingen avdekke at det i tillegg er nødvendig å ta råvannsprøver i selve kilden eller i viktige tilførselsbekker. For eksempel kan klimændringer forandre en innsjø som ble etablert som råvannkilde for mange år siden. Kraftige regnskyl kan endre råvannskvaliteten, og milde vintre kan hindre eller forsinke at det dannes temperatursjikt. Risikobasert prøvetaking bør gjennomføres hvis man forventer dårlig vannkvalitet. I visse tilfeller kan historiske tilførsler gjøre det nødvendig å ta sedimentprøver i tillegg til råvannsprøver. Dette er f.eks. tilfellet der en ser økende grad av algeoppblomstringer selv om tiltak på land har redusert næringstilførsel i nyere tid (jf. [Jordalsvatnet i Bergen](#)).

Alle skal analysere for *E. coli*.

Det skal uansett analyseres for *E. coli* i råvannsprøvene, også selv om det bare produseres vann for to boliger eller fritidsboliger. Hvis man produserer minst 10 m³ vann per døgn skal det analyseres for flere parametere, og minimum for de parameterne som er listet opp i forskriften. Farekartleggingen kan avdekke andre parametere (for eksempel cyanobakterier) en bør være oppmerksomme på, og disse må inkluderes i prøvetakingsplanen.

Det er andre krav til råvannsprøver når det etableres nye råvannskilder.

Minstekravet til råvannsprøver gjelder den ordinære driften ved vannforsyningssystemet. Når man tar i bruk en ny råvannskilde som skal inngå i et eksisterende eller nytt vannforsyningssystem, stilles det andre krav til råvannsprøver. I slike tilfeller skal det settes opp et mer omfattende prøvetakings-program. Standard analyser av råvannsprøver (og drikkevannsprøver) utføres av

godkjente og akkrediterte laboratorium i Norge, og etter «Standardmetoder for undersøkelser av vann og avløp.

5.2.2. Mikrobiell kildesporing

Bruk av fekale indikatorbakterier danner grunnlaget for vurdering av mikrobiell vannkvalitet, og krav til hvilke indikatorer det skal analyseres for er beskrevet i Drikkevannsforskriften. I flere sammenhenger er det imidlertid stilt kritiske spørsmål til i hvilken grad analyser av fekale indikatorbakterier er egnet til å avdekke fare for tilstedeværelse av aktuelle patogener i vannet

Det er derfor vesentlig å kjenne opphavet til den fekale forurensingen. En lovende metode i tilnærmingen til denne problemstillingen er mikrobiell kildesporing (Microbial source tracking; MST). MST teknikkene kan finne spesifikke kilder til forurensingen, dvs om de er fra mennesker, husdyr og/eller ville dyr.

NIBIO har videreutviklet og tatt i bruk denne analysemetoden og anvendt den på ulike typer nedbørsfelt som omfatter naturområder, landbruk, bebyggelse og urban aktivitet og på et utvalg dyr som typisk ferdes i slike nedbørsfelt. Metoden omfatter standard tester for påvisning av fekal indikatorbakterie (*E. coli*) i første trinn. Videre benyttes molekylærbiologiske DNA tester av vertsspesifikke genetiske markører (16S rRNA) fra bakteriegruppen *Bacteroidales* for sporing av fekale forurensinger i prøver der *E. coli* har blitt påvist. Ved hjelp av bioinformatikk utformes bidragsprofiler fra hvilke dyregrupper som bidrar prosentvis i vannprøven. Det kan nå skilles mellom bidrag fra mennesker, drøvtyggere (storfe, sau, geit), hest og gruppen «andre dyr» (NIBIO, 2017). Undersøkelsen fra NIBIO ble utført i tidsrommet 2013 – 2016 med bidrag fra Bergen (Jordalsvatnet, Svartediket), Oslo (tilløpsbekker til Mari-dalsvannet) og Trondheim (tilløpsbekker til Jonsvannet). Generelt viser resultatene at den dominerende kilden til fekal forurensing kommer fra dyr i den varme perioden av året og fra mennesker i kalde perioder (inkl. forsommer og høst). I den varme perioden var drøvtyggere, andre dyrearter og sporadisk hester den dominerende kilden til fekal forurensing.

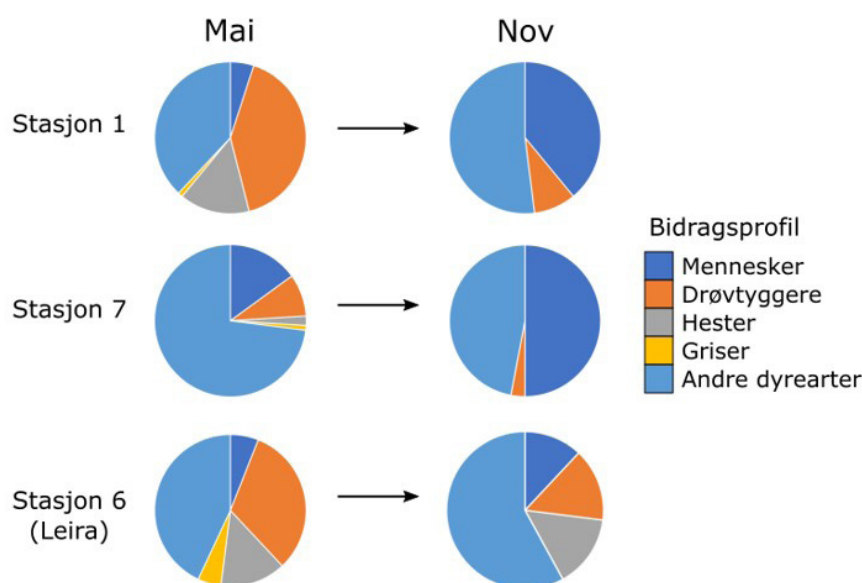
NIBIO har også inkludert kildesporing i EØS prosjektet [AQUARIUS](#) («Assessing water quality improvement options concerning nutrient and pharmaceutical contaminants in rural watersheds»), hvor det har blitt foretatt undersøkelser av vannforurensing i tilløpsbekkene til Gjersjøen som er drikkevannskilde for Oppegård og Ås kommuner, og i landbruksavrenning fra jordbruksområder med spredt avløp innen nedbørsfelt til Gryte-landsbekken i Ås. I disse prosjektene ble mikro- og molekylærbiologiske tester av fekale bakterier og

DNA-markører kombinert med kjemiske analyser av legemidler og personlige pleieprodukter (PPCPs) med deres metabolitter. Resultatene av prosjektet viste sterke positive korrelasjoner mellom forekomsten av disse kjemikalier og bidraget fra mennesker til fekal vannforurensning.

For å finne riktige tiltak mot fekal forurensning i nedbørsfelt er det vesentlig å vite hvor forurensningen kommer fra og hva som er den dominerende kilden. Mikrobiell kildeprosporing er et nyttig verktøy som er egnet for å bli implementert i standard tester i overvåkning av, og tiltak mot, fekal vannforurensning.

Metoden ble i 2019 tatt i bruk som en del av overvåkningen av vannkvalitet i Nitelva (vannområde Leira-Nitelva). Resultater fra prøvetaking og analyse i 2019 viste eksempelvis at fugler er en betydelig kilde til fekal bakterieforurensning i Nitelva (Figur 14) (Norconsult, 2020). Prøvene i denne overvåkningen ble analysert av NIBIO, men det finnes nå andre kommersielle aktører på markedet som tilbyr tilsvarende analyser:

- AquaBiota (www.aquabiota.se/en/services/edna), Stockholm
- eDNA solutions AB (www.ednasolutions.se), Göteborg
- NINA, Oslo



Figur 14: Bidragsprofil av fem mulige kilder til fekal bakterier for vannprøver tatt i mai og november, langs tre prøvepunkter i Nitelva og Leira. Andre dyrearter = fugler. Figuren er hentet fra (Norconsult, 2020).

5.3. Forurensningsanalyse og modellering

Forurensningsanalyser er detaljerte studier hvor man kartlegger og vurderer forurensende aktiviteter og -kilder i nedbørsfeltet, og dekker både mikrobiologiske og kjemiske forurensninger. Forurensningsanalysene har typisk mest karakter av å være en ren sårbarhetsanalyse (se definisjon lenger opp) med fokus på konsekvensene for drikkevannskvaliteten. Ettersom en viktig del av en forurensningsanalyse er kartlegging av nedbørsfelt med

identifisering av alle forurensningsfarer og -aktiviteter som kan forekomme, vil denne, jf. standard fremgangsmåte i en ROS analyse, typisk representere en detaljert del av første fase, dvs. farekartlegging.

Vannkvalitetsanalyser (både kjemiske og mikrobiologiske data) er viktige parametere inn i analysen. Der hvor det er lite historikk eller tynt datamateriale, må det gjerne

suppleres med mer og intensivt feltarbeid. En forurensningsanalyse av et nedbørsfelt kan ha både kvalitativ og kvantitativ tilnærming. For sistnevnte er modellering et nyttig verktøy for å kunne si noe konkret om fare for spredning av sykdomsfremkallende organismer og om disse kan nå råvannsinntak i drikkevannskilder i konsentrasjoner som kan utgjøre en helserisiko.

Forurensningsanalyser med modellering er utført for flere nedbørsfelt og drikkevannskilder i Norge, og har gitt viktige innspill til eksisterende og fremtidig beskyttelsesregime for nedbørsfeltet. Noen eksempler på slike analyser er:

- [ROS Maridalsvannet](#) (NIVA, 2011). Detaljert studie med fokus på forurensningsanalyse av Maridalsvannet med nedbørsfelt, vurdering av hygieniske barrierer i Oset vannbehandlingsanlegg og beskyttelsestiltak i nedbørsfeltet. Strøm- og spredningsmodellering benyttet for å vurdere fare for spredning av bakterier og patogener til råvannsinntak. En forenklet kvantitativ mikrobiell risikovurdering (QMRA) er benyttet for å illustrere mulig omfang av vannbårent utbrudd ved tenkte forurensningshendelser i nedbørsfeltet, kombinert med bortfall av hygieniske barrierer i vannbehandlingen (om QMRA, se kap. 5.5).
- [Analyse av Rore og nedbørsfelt](#) (NIVA, 2014). Rorevann er drikkevannskilde for Arendal og Grimstad kommuner. Detaljert forurensningsanalyse med fokus på Rore med nedbørsfelt, ROS analyse av vannbehandlingsanlegg, forurensningsanalyse som grunnlag for revisjon av dagens beskyttelsesregime. For å modellere spredning av *E. coli* og patogener i Rorevannet er den 3-dimensjonale modellen GEMSS benyttet, i kombinasjon med forenklet QMRA.
- [Forurensningsanalyse – Farrisvannet](#) (NIVA, 2016) Farrisvannet er drikkevannskilde for Vestfold Vann IKS, Larvik kommune (Gopledal VBA) og Valleråsen VBA i Porsgrunn kommune. Detaljert analyse av forurensningsaktiviteter- og kilder og påvirkning på vannkvalitet (fysisk og kjemisk vannkvalitet (farge, TOC), næringssalter (fosforbudsjett,) økologi (alger, begroing), mikrobiologi). Nåværende og fremtidige utfordringer på vannkvalitet (klimaendringer). Modellering av forurensningsspredning (*E. coli* og patogener) med modellen GEMSS. En forenklet QMRA er benyttet for å illustrere mulig omfang av vannbårent utbrudd ved tenkte forurensningshendelser i nedbørsfeltet, kombinert med bortfall av hygieniske barrierer i vannbehandlingen. Forslag til tiltak for fremtidig beskyttelsesregime.
- [Forurensningsanalyse av Mjøvann](#) (NIVA, 2017), Porsgrunn kommune. Mjøvann er en innsjø som ligger i Larvik kommune og er drikkevannskilde for deler av Porsgrunn kommune. Detaljert forurensningsanalyse med fokus på fysisk og kjemisk vannkvalitet, fosforbudsjett, økologi og mikrobiologi. Risiko for at sykdomsfremkallende organismer kan nå råvannsinntak er vurdert ved en forenklet QMRA.
- [Forurensningsanalyse av drikkevannskilden Jordalsvatnet](#) med vanntilsigsområde (NIBIO, 2018). Detaljert forurensningsanalyse med fokus på næringsstofftilførsel, algesammensetning, sykdomsfremkallende organismer, gjeldende restriksjoner og hygieniske barrierer. Kvantifisering av mikrobiell forurensningsbelastning ved hjelp av sporingsverktøy (se eget kapittel om MST) og kvantifisering av helserisiko ved hjelp av QMRA.
- [Simulering av mikrobeforurensing i Brusdalsvatnet](#) (Longva, Relling, Stranden, & Gausdal, 2016). Brusdalsvatnet er drikkevannskilde for Ålesund og Sula kommune. Studie som kartlegger og ser på effekt av ulike mikrobielle forurensningskilder i nedbørsfeltet. Simulering ved hjelp av spredningsmodellen GEMSS for å se om ulike typer forurensningsutslipp og patogener kan nå råvannsinntak og således representere en helserisiko.

Eksempelene som er nevnt ovenfor er detaljerte, og gir et godt faktagrunnlag for hva man kan forvente seg av forurensningskilder og mulig helserisiko. Ikke alle kommuner og vannverk har mulighet for denne type detaljerte analyser. Da kan denne tilgjengelige litteraturen anvendes som informasjon og kunnskapsgrunnlag, og være til god hjelp slik at man likevel kan foreta kvalifiserte vurderinger for eget nedbørsfelt og drikkevannskilde. Forurensningsanalysene viser generelt at endringer/økninger i råvannets farge og TOC er vanskelig å påvirke med tiltak i kilde og nedbørsfelt, dette må hovedsakelig håndteres på vannbehandlingsanlegget. Uønsket algevekst (eutrofieringsproblematikk) og kjemisk forurensning av råvannet kan derimot i langt større grad forebygges med tilstrekkelige tiltak i nedbørsfeltet, der god beskyttelse kan medføre at man (mange steder) kan slippe å måtte inkludere rensetrinn for fjerning av algetoksiner, miljøgifter og lukt og smaksstoffer i vannbehandlingen (merk at cyanobakterier og cyanotoksiner også kan forekomme i oligotrofe miljø, for mer om dette, se kapittel 3.2.3). Modelleringen har visualisert hvordan parasitter og virus med lang overlevelse kan transporteres til råvannsinntak i store innsjøer, selv når *E. coli* ikke lenger kan påvises. Når vi samtidig vet at smittede mennesker innimellom kan

skille ut store mengder patogener, så krever det oppmerksomhet rundt mulig forurensning av råvannet med patogener fra avløpsanlegg i nedbørsfeltet. Fjerning av patogener på selve vannbehandlingsanlegget er en prosentvis reduksjon der utgangspunktet bestemmer hva som blir igjen etter vannbehandling. Forverring av råvannskvaliteten utover hva anlegget er dimensjonert

for, vil gi behov og krav om ytterligere investeringer. I tillegg økes risikoen ved svikt eller feil i vannbehandlingsanlegget. Multiple barrierer, med betydelige hygieniske barrierer i både nedbørsfelt, kilde og på vannbehandlingsanlegget, reduserer sårbarheten.

5.4. Mikrobiell barriereanalyse (MBA)

I Norsk Vann sin rapport om mikrobiell barriereanalyse (Norsk Vann, 2014) anvises beregnings- og testmetoder som kan tas i bruk for å bestemme nødvendig hygienisk barriere på et vannverk, og forventet effekt av tiltak i vannkilde og vannbehandling. I MBA-beregningsmodellen skilles det mellom bakterier, virus og parasitter på et relativt grovt nivå. Gjennom modellen kan man matematisk vurdere hvorvidt vannbehandling og kildebeskyttelse gir *tilstrekkelige hygieniske barrierer, ref. drikkevannsforskriften § 13.*

5.4.1. MBA-metodikk

Prosedyren bygger på følgende:

Man tar utgangspunkt i risiko- og sårbarhetssituasjonen gitt ved:

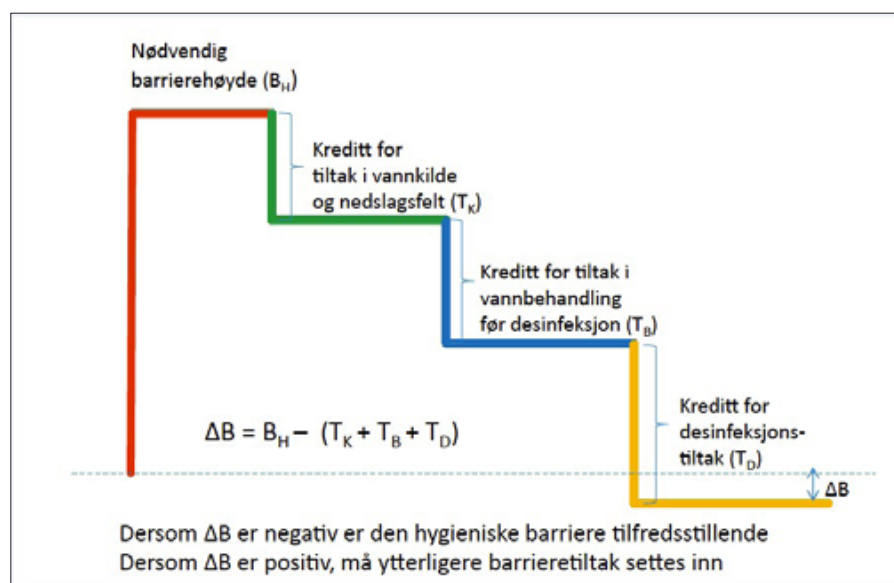
- Råvannets hygieniske kvalitet
- Vannverkets størrelse
- Type vannkilde

Ut fra dette bestemmes nødvendig barrierehøyde som må overkommes i vannverket for å sikre tilstrekkelig barrierevirkning. Med barrierehøyde menes den reduksjon (angitt som log-reduksjon) av de enkelte patogengrupper (bakterier, virus og parasitter) som totalt må oppnås i vannverket.

Det gis deretter log-kreditt (fradrag) for:

- Nye barrieretiltak som settes inn i nedbørsfelt og vannkilde
- Vannbehandlingstiltak utover sluttdeinfeksjon
- Overvåknings- og kontrolltiltak

Ved subtraksjon bestemmes deretter den inaktiveringsgrad (log-reduksjon) av de enkelte patogengrupper som sluttdeinfeksjon og eventuelt ny utvidet vannbehandling må sørge for (figur 15).



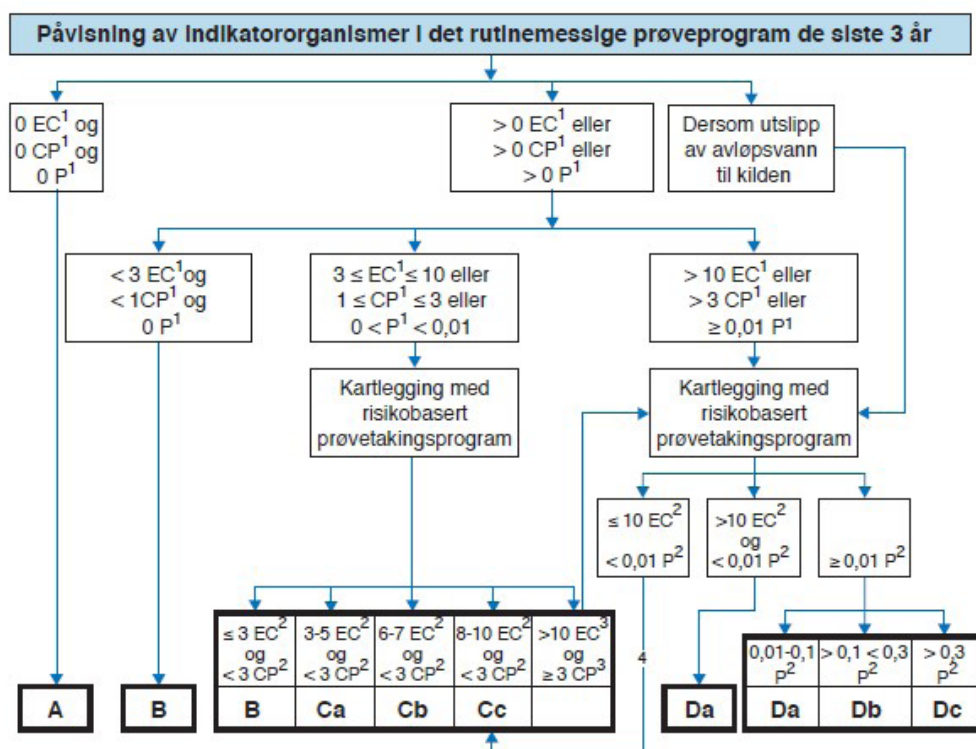
Figur 15: Prinsipp for MBA beregningsmodellen (Norsk Vann, 2014)

5.4.2. Råvannets kvalitet og kildekategori

I en MBA vurderes råvannets kvalitet ut fra historiske analysedata på *E. coli*, *Clostridium perfringens* og parasitter fra de siste tre år. Det må da først framlegges et ganske omfattende sett analyser gjennom disse årene, helst basert på et risikobasert prøvetakingsprogram der prøvetaking og analyser er gjort når råvannet er på sitt verste f.eks. i sirkulasjonsperioder, i flomperioder, etter styrtnefbør, etter lengre tørrværsperiode, etc. Man bestemmer ut fra dette kildens vannkvalitetsnivå. Registreres det parasitter er man straks i den kildekategori som krever mest tiltak (figur 16).

Nå har på langt nær alle vannverk et tilstrekkelig analyseomfang av *E. coli*, *Clostridium perfringens* og parasitter i råvannet sitt til at vurderingen over kan gjøres fullt ut. Man blir således ofte avhengig av å anslå kildetilstand, og gjerne velge kildekategori slik at man er på sikker side.

Dersom en overflatevannkilde mottar utslipp av avløpsvann (renset eller urenset) fra tettsted eller spredt bebyggelse, skal kilden settes i strengeste kategori uansett hva man har analysert av *E. coli* og *Clostridium perfringens*. Vurdering av parasittinnhold avgjør grad av utvidet fjerningsbehov for disse.



¹ Funn av angitt indikator [EC – *E. coli*, CP – *Clostridium Perfringens*, P – parasitter (dersom analyse av P foreligger)] over angitt verdi (antall/100 ml) én eller flere ganger i løpet av de siste 3 år.

² Middelkonsentrasjon (antall/100 ml) av angitt indikator over prøveperioden eller registrering av angitt nivå i mer enn 1/6 av prøvene (16,7 %) over perioden. For parasitter gjelder summen av *Giardia* og *Cryptosporidium*/100 ml.

³ Eller > 20 EC eller > 6 CP i enkeltprøver.

⁴ Kan bare benyttes dersom det ikke forekommer utslipp av avløpsvann til kiden og < 3 CP påvises.

Figur 16: Bestemmelse av vannkvalitetsnivå (Norsk Vann, 2014)

Nødvendig barriere høyde er angitt i en tabell i MBA-modellen ut fra vannkvalitetsnivå og vannverksstørrelse (tabell 8).

Tabell 8: Sammenheng mellom nødvendig barrierehøyde, vannverkstes størrelse og vannkvalitetsnivå (Norsk Vann, 2014)

Vannverkets størrelse	Vannkvalitetsnivå i kilde												
	A			B				C			D		
	b	v	p	b	v	p		b	v	p	b	v	p
< 1000	3.0	3.0	2.0	4,0	4,0	2,0	a	4,5	4,5	2,5	5,0	5,0	3,0
							b	4,5	4,5	2,75	5,0	5,0	3,5
							c	4,5	4,5	3,0	5,0	5,0	4,0
1000 - 10000	3.5	3.5	2.5	4,5	4.5	2,5	a	5,0	5,0	3,0	5,5	5,5	3,5
							b	5,0	5,0	3,3	5,5	5,5	
							c	5,0	5,0	3,5	5,5	5,5	4,5
> 10000	4.0	4.0	3.0	5,0	5,0	3,0	a	5,5	5,5	3,5	6,0	6,0	4,0
							b	5,5	5,5	3,8	6,0	6,0	4,5
							c	5,5	5,5	4,0	6,0	6,0	5,0

Eksempel: En innsjø som mottar avløp fra kloakkrenseanlegg, hvor det er målt lavt innhold av parasitter (*Giardia* og *Cryptosporidium*), er i kildekategori Da. Når vannverket som henter sitt råvann herfra, forsyner mer enn 10.000 personer, kreves en barrierehøyde i vannbehandling og eventuelt andre tiltak tilsvarende 6-log fjerning av bakterier og virus og 4-log fjerning av parasitter.

5.4.3. Effekt av tiltak i kilde og nedbørsfelt

I MBA-modellen gjøres en grov sjablonmessig vurdering av effekt (log-kreditt) av nye fysiske og restriktive tiltak i innsjøer og deres nedbørsfelt, herunder hvilken effekt man kan forvente når man innfører beskyttelsestiltak (tabell 9). Det bemerkes at det bare gis kreditt for nye tiltak, og ikke for eksisterende klausuleringer o.l.

Tabell 9: Log-kreditt for nye fysiske og restriktive tiltak i innsjøer med nedslagsfelt (Norsk Vann, 2014)

Kategori av barriere tiltak	Detaljer av tiltak	Log-kreditt
Reduksjon av forurensnings-tilførsel til kilden	Sanering av alle avløpsutslipp direkte til kilden og til bekker og elver som leder direkte til kilden	0,75b + 0,75v + 0,5p
	Innføring av lukkede avløpssystemer (lukket tank) for alle utslipp i nedslagsfeltet eller bortledning av avløpsvann fra nedslagsfeltet	0,5b + 0,5v + 0,25p
	Oppsetting av stengsel for å hindre at beitedyr og hunder kommer i direkte kontakt med kilden samt oppsetting av avfallskontainere (inkludert kontainere for hundeavføring) i nedslagsfeltet	0,25b + 0,25v + 0,15p
,es-, rir, sjoner på aktivitet i vannkilde og nedslagsfelt	Innføre forbud (evt. restriksjoner) mot beitedyr i nedslagsfeltet	0,75b + 0,75v + 0,5p
	Innføre forbud mot potensielt forurensende aktiviteter i nedslagsfeltet, f.eks. bolighus, hytter, motorferdsel etc.	0,25b + 0,25v + 0,15p
	Innføre forbud (evt. restriksjoner) mot bruk av vannkilden til båtsport, bading og annen aktivitet, f.eks. motorferdsel	0,25b + 0,25v + 0,15p
Tiltak knyttet til inntak	Senkning av råvannsinntak til et dyp som sikrer at sprangsjiktet ikke når ned til inntaket bortsett fra i sirkulasjonsperiodene	0,5b + 0,5v + 0,25p
	Flytting av råvannsinntak slik at det kan dokumenteres gjennom hydrauliske studier at tilførsler av avløpsvann og avføring fra beitedyr via elver og bekker påvirker inntaket i ubetydelig grad	0,25b + 0,25v + 0,15p
Absolutt maksimal summert log-kreditt for tiltak i vannkilde og nedslagsfelt		2,0b + 2,0v + 1,25p

Et viktig punkt i dette er at effektene av nye tiltak i kilde og nedbørsfelt må verifiseres i ettertid. Dersom råvannskvaliteten i de påfølgende år – vurdert etter gjennomføring av et risikobasert prøvetakingsprogram – viser at tiltakene man gjorde i nedbørsfeltet, faktisk ikke hadde noen effekt (f.eks. at det fortsatt måles høye *E. coli*-verdier), så må man gjøre en ny MBA-vurdering hvor man «trekker tilbake» den kreditt man tidligere ga sine restriksjonstiltak. Man er da – ut fra en mikro-

biologisk barriereanalyse – like langt, og utvidet vannbehandling som man trodde man kunne unngå, må innføres allikevel.

Man risikerer å innføre kostbare og personinngripende kilderestriksjoner som viser seg lite verdt i en MBA-sammenheng. Det er ikke dermed sagt at restriksjonene ikke har verdi ut fra generell risiko-vurdering.

5.4.4. Begrensninger i en MBA-vurdering

MBA-verktøyet hensyntar bare mikrobiologiske forhold, ikke kjemisk forurensing. Et vannforsyningssystem må også ha tilstrekkelig med kjemiske barrierer. Her har vi ennå ikke noe beregningsverktøy, og man må stole på farekartlegging og vannanalyser. Normalt har kjemisk forurensing en svært høy fortynningsgrad. Registreres forurensingshendelser i nedbørsfeltet, bør man følge opp med utvidet kjemisk råvannsanalyse, kanskje over en lengre periode.

MBA-verktøyet baserer seg på historiske analysedata, ikke på framskrivninger av risikoforhold og kommende kvalitetsendringer som f.eks. forventede klimaendringer kan forårsake. Man har likevel mulighet til å velge vannkvalitetsnivå ut fra et føre-var-prinsipp, en mulighet man absolutt bør ha i mente når man skal gjøre en mikrobiologisk barriereanalyse. Hvordan vil vannforsyningssystemet falle ut i MBA-vurderingen dersom det velges et vannkvalitetsnivå som er ett eller to hakk strengere enn det man får ut fra historiske data?

5.5. Kvantitativ mikrobiell risikovurdering (QMRA)

Kvantitativ mikrobiell risikovurdering (QMRA) er et verktøy for å kvantifisere risikoen for infeksjon/sykdom hos forbrukere av drikkevann forårsaket av vannbårne patogener. Metodikken er basert på fire trinn: Fareidentifikasjon, dose-responsammenheng (effektvurdering), eksponeringsvurdering og risikokarakterisering. Ved å utføre en QMRA undersøker man om vannforsyningssystemet oppfyller det helsebaserte målet. Denne typen analyse gir en vannverkseier muligheten til å undersøke effektiviteten av vannforsyningssystemet (råvannskvalitet og effektivitet av behandlingsbarrierer) under ulike omstendigheter og anslå potensiell infeksjonsrisiko. Eliminering av risiko kan gjøres ved å implementere risikoreducerende tiltak som optimalisering av behandlingsprosesser, og gjennomføre ytterligere kontrolltiltak, herunder også tiltak i nedbørsfelt for å redusere forurensing.

Bruk av QMRA krever kvantifiserte inngangsdata, eksempelvis patogenkonsentrasjon i råvannet (som igjen har sitt opphav fra forurensinger i nedbørsfeltet) og effekten av patogenfjerning i de forskjellige barriere-systemene fra kilde til behandlingsanlegget. Ved mangel på kvantitativ informasjon om konsentrasjoner av smittestoffer og variasjoner i disse gjennom vannets transportveier må analysen baseres på litteraturstudier.

Nedenfor er noen eksempler hvor QMRA har blitt benyttet i vurdering av mikrobiell risiko i vannforsyningssystemer:

- I forurensningsanalysene som NIVA gjennomførte for drikkevannskildene Maridalsvannet, Rore og Farris (NIVA, 2011, 2014, 2016) ble strøm- og spredningsmodellering benyttet for å undersøke hvordan råvannsinntakene ble påvirket av tilførsler av *E. coli* fra tilløpsbekkene (målte verdier). De simulerte verdiene i råvannet viste godt samsvar med målte

verdier. For patogener finnes lite målte verdier, og tilførslene av patogener vil også variere mye mer enn *E. coli*, blant annet avhengig av om det er smittede individer i nedbørsfeltet og i hvilken grad avføring fra akkurat disse individene tilføres vannkildene. Det ble derfor gjennomført modellering av «worst case» scenarier, deriblant for å simulere konsentrasjonen av parasitter i råvannsinntaket dersom avløpsvannet fra hus med en parasittsyk person gikk urensset ut i drikkevannskilden. Disse verdiene ble brukt som inngangsdata i en forenklet QMRA (basert på punktestimater og dose-responsverdier fra WHO, 2011), for å få et inntrykk av omfang av vannbårent utbrudd ved ulik log-reduksjon på vannbehandlingsanlegget, og/eller med ulik grad av barrierer i nedbørsfelt (for eksempel 99% rensing av avløpsvannet fra huset). Det er mye usikkerhet knyttet til slik modellering, men det illustrerer viktigheten av tilstrekkelige hygieniske barrierer i vannforsyningen, og viser hvorfor det (innimellom) kan bli store vannbårne utbrudd fra overflatevannkilder dersom vannbehandlingen ikke har aktive barrierer, som erfart i Bergen i 2004 (*Giardia*) og i Østersund i 2011 (*Cryptosporidium*), også omtalt i kapittel 3.2.

- Forurensingsanalyse av drikkevannskilden Jordalsvatnet med vanntilsigsområde (NIBIO, 2018). Infeksjonsrisiko for patogener ble basert på inngangsverdier som fysisk fjerning eller reduksjon av patogener i nedbørsfeltet (overflateavrenning, infiltrasjon i grunnen, inaktivering i bekker, fortynning/inaktivering i selve vannkilden og fjerning under selve drikkevannsbehandlingen. Resultatet fra denne analysen viste at den årlige infeksjonsrisikoen for alle patogener som ble vurdert (bakterier, virus og parasitter) ikke oversteg akseptabel risiko. Denne situasjonen stod seg, selv ved sammenfallende ugunstige forhold, for eksempel total svikt i vannbehandlingen (koagulering og UV). Merk at det i denne modelleringen er brukt

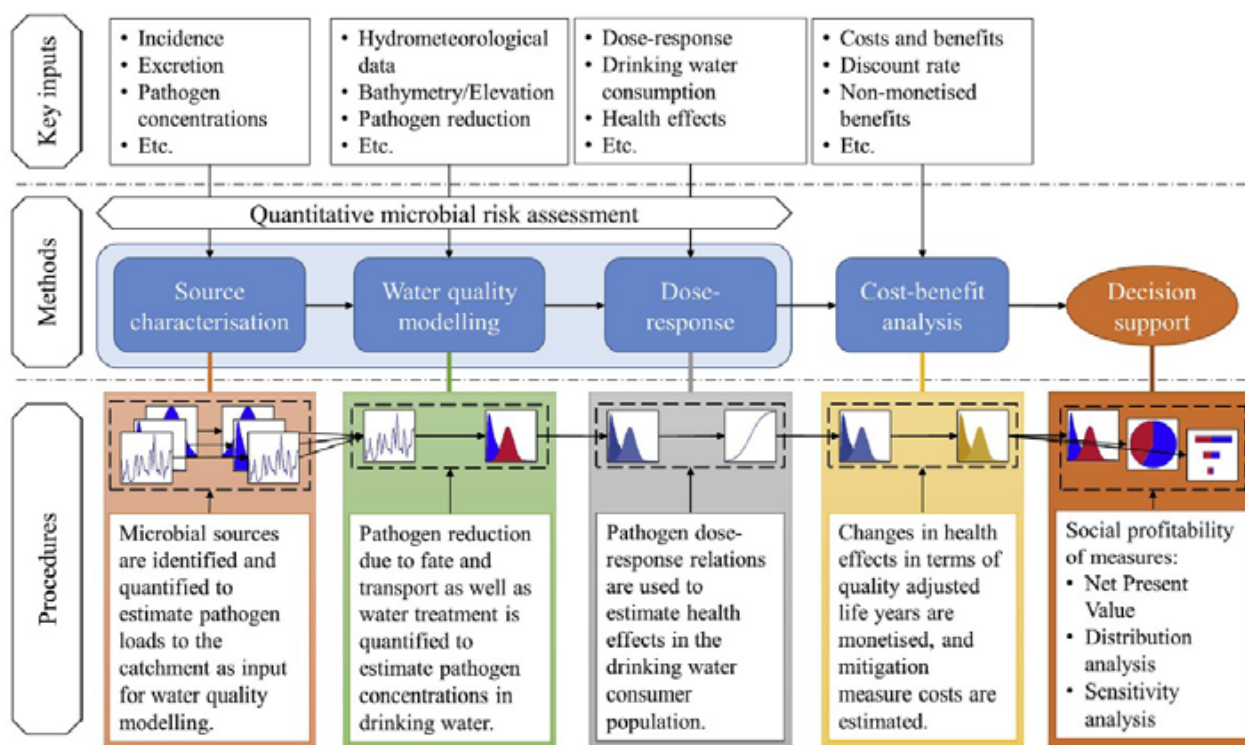
gjennomsnittsverdier for patogen-konsentrasjoner og ikke maks-verdier, og representerer således ikke et worst-case scenario.

- Doktorgradsavhandling ved NTNU (Hadi, 2019): Modelling the effects of climate projections on pathogen infection risks in selected water supply systems in Norway. Denne avhandlingen vurderte risiko for mikrobiell infeksjon som kan knyttes til endringer i værvARIABLE, og vurderte de potensielle endringene i risiko som kan oppstå i fremtiden basert på dagens klimaprognoser. QMRA ble bla benyttet for å undersøke effekter av mer nedbør på infeksjonsrisiko i tre store drikkevannsanlegg i Norge. Resultatene viste at risiko for infeksjon av Norovirus og *Cryp-*

tosporidium kan bli en utfordring i fremtiden.

Avhandlingen påpeker behov for optimalisering av renseprosesser i vannbehandlingen, samt implementering av strammere regelverk for å beskytte råvannskildene i Norge

- I Sverige benyttes QMRA som en del av en beslutningsmodell for å redusere mikrobiologiske risikoer i vannforsyningssystemet (Svenskt Vatten, 2018). QMRA er her kombinert med kost-nytte analyser, illustrert i figur 17 nedenfor. Den første «boksen» er sammenfallende med beskrivelse av nedbørsfelt og fareidentifisering, som beskrevet ovenfor (kap. 5.2.) under «vanlig» ROS analyse.



Figur 17: Illustrasjon av metodikken i en kvantitativ mikrobiell risikovurdering, i kombinasjon med kost-nytte analyser (Svenskt Vatten, 2018)

6. SAMHANDLING

Vannverkseier eller kommunen er ikke alene om det administrative ansvaret for å forvalte og ivareta drikkevannskilden med nedbørsfelt. I mange tilfeller strekker drikkevannskilden seg geografisk utenfor kommunegrensene, samt at andre regionale og statlige myndigheter regulerer aktiviteter som foregår i nedbørsfeltet. For å unngå unødige konflikter mellom brukerinteresser og drikkevannsinteresser, er det viktig at ulike myndig-

heter samhandler om retningslinjene for hvordan arealet rundt drikkevannskilden skal forvaltes. Et mål må være å sikre en enhetlig og konsistent håndtering og saksbehandling av alle forhold som påvirker drikkevannskilden og nedbørsfeltet med behov for samarbeid mellom lokale, regionale og sentrale myndigheter. Dette kapittelet gir en oversikt over hvilke aktører som bør samarbeide og forslag til hvordan dette kan gjøres.

6.1. Samhandling internt i kommunen

Alle virksomhetene i en kommune som berører drikkevannskilden og tilhørende nedbørsfelt må ivareta drikkevannsinteressene (jf § 26 i drikkevannsforskriften).

Drikkevannskilden skal ivaretas både på kort og lang sikt. Man ønsker å unngå bestemmelser som medfører store utfordringer og konsekvenser senere. Dette stiller store krav til kommunikasjonen og samhandling internt i kommunen. Følgende interne virksomheter i en kommune kan ha en sentral rolle i forvaltningen av drikkevannet og nedbørsfelt (virksomhetsnavnene kan variere mellom ulike kommuner):

6.1.1. Vann og avløp

Kommunens virksomhet for vann og avløp (VA) kan ha ansvar for planlegging, bygging, forvaltning, drift og vedlikehold av alle kommunale vann- og avløpsledninger og -anlegg. I noen kommuner er dette totalansvaret innenfor én og samme enhet, men ofte er forvaltning og drift adskilt i separate enheter/avdelinger. Virksomhetene har uansett som ansvar å sørge for tilstrekkelig og sikker vannforsyning, herunder forvaltning av drikkevannskilden og nedbørsfelt, samt at de har myndighetsutøvelse etter forurensningsregelverket. Kommunen er vannverkseier, og de er ansvarlige for en sikker og stabil leveranse av drikkevann som er helsemessig trygt, klart og uten fremtredende lukt, smak og farge. Drift og forvaltning av vannverket ligger under VA-virksomheten. Det er derfor VA-virksomheten som har den faglige innsikten og hovedansvaret angående forvaltning av drikkevannsforskriften. VA-virksomheten ivaretar vannverkseiers plikt til å bestemme den nødvendige beskyttelsen og kommunisere behov for tiltak til andre enheter i kommunen.

6.1.2. Plan og bygning

Plan og bygning har ansvar for utarbeidelse og behandling av kommuneplanens arealdel og reguleringsplaner, behandling og oppfølging av byggesaker og fradelingsaker. I noen kommuner håndteres imidlertid byggesaker i

en annen avdeling enn reguleringsplansaker. Drikkevannshensynet skal uansett tas inn i kommunens planarbeid, og her må det være et samarbeid mellom plan og bygning og VA. I plan- og bygningssaker som omhandler og berører nedbørsfeltet må det det formaliseres at VA-virksomheten alltid involveres. Det vil også være viktig å etablere et tettere samarbeid, enten gjennom faste møter, krav om høringsutkast eller felles tilsyn.

6.1.3. Landbruk

Landbrukskontoret sine oppgaver er forvaltning knyttet til særlovene i landbruk, som jordloven og konsesjonsloven. De har også ansvar innen områder som omfatter miljø, viltforvaltning og ulike tiltak innen skogbruk. Landbrukskontoret kan bidra med å fremskaffe informasjon og data om jordbruket og skogbruket, slik som husdyrhold, avvikling av skog og bygging av skogsveg. Videre må de samarbeide med kommunen om tiltak og fremme drikkevannshensynet i forvaltningen av lovverket tilknyttet landbruk/skogbruk. Landbrukskontoret må sikre at forskrifter som er relevante for å beskytte drikkevannskilden mot forurensning fra jordbruk og skogbruk følges.

6.1.4. Helse og velferd

Helse og velferd har fagansvar og oppfølgingsansvar for blant annet folkehelse, miljørettet helsevern, smittevern, kommuneoverlegetjenester, fastlegetjenestene og legevakt. I saker som omhandler drikkevannet må det være et samarbeid med VA-virksomheten, og jevnlig kommunikasjon eller faste møter bidrar til informasjonsflyt som er hensiktsmessig for begge etatene.

6.1.5. Beredskap

Beredskap har som ansvar å koordinere kommunens beredskapsarbeid. Kommunens oppgaver knyttet til beredskap er blant annet å informere om situasjonen i kommunen og gi retningslinjer, sikre helsemessige trygge næringsmidler og drikkevann, opprydning,

opprensning, avfallsdeponering og annen innsats som verner miljøet. I saker som omhandler drikkevannet må det være et samarbeid med VA-virksomheten, og jevnlig kommunikasjon eller faste møter bidrar til informasjonsflyt som er hensiktsmessig for begge etatene. I helhetlige ROS-analyser vil det være viktig å få inn scenario om forurensning av drikkevannskilde/nedbørsfelt. Kommunen er forpliktet til å ta hensyn til farekartleggingen i planarbeidet.

6.1.6. Formalisering av det interne samarbeidet

Det er også andre virksomheter og enheter i en kommune som må bidra til å forvalte drikkevannet, slik som blant annet veg, anlegg og park og kultur og oppvekst. Et virkemiddel for å bidra til tydeligere kommunikasjonslin-

jer er å etablere kontaktlister, som gir en oversikt over hvilke ressurser som skal kontaktes i hvilke saker. En formalisering av det kommunale samarbeidet bør raskt komme på plass, slik at virksomhetene og etatene sammen bidrar til en bærekraftig forvaltning på kort og lang sikt. En formalisering omfatter blant annet faste møter (årlig/halvårlig/kvartalsvis), sjekklister/veiledere/ informasjonsmateriell for saksbehandling, krav til høringsutsendelser for saker som vedrører drikkevann mfl. Økt internt samarbeid vil også bidra til en kunnskapsheving internt i kommunen angående vannforvaltning. Synergieffekten vil være en mer entydig håndtering og saksbehandling i saker som berører drikkevannet og nedbørsfeltet.

6.2. Samhandling på tvers av myndigheter

VA-virksomheten må ta ansvaret med å formalisere et samarbeid som bidrar til samhandling på tvers av regionale og sentrale myndigheter. Det er viktig å være tydelig om behov og forventninger til andre myndigheter slik at man sammen kan forvalte drikkevannskilden på en bærekraftig måte.

Følgende myndigheter har som regel en rolle i forvaltning av drikkevannskilder og nedbørsfelt:

6.2.1. Nabokommuner

Mange drikkevannskilder og nedbørsfelt ligger geografisk i flere kommuner. I egenskapen av å være en kommune har alle ansvar for å sikre drikkevannet (basert på folkehelseperspektivet), uavhengig av om man forsynes av den aktuelle vannkilden eller ei.

6.2.2. Mattilsynet

Mattilsynet er et statlig landsdekkende forvaltningsorgan som er med på å sikre forbrukerne trygg mat og trygt drikkevann, og fremme folkehelse. Deres rolle er å utarbeide fremlegg til, forvalte og veilede om regelverk, føre et risikobasert tilsyn, formidle informasjon og kunnskap og ha beredskap. Mattilsynet skal ha alle reguleringsplaner som berører drikkevannet til uttalelse, samt at de veileder kommunen i saker som omhandler drikkevann og folkehelse. For en kommune/vannverkseier er det viktig å involvere Mattilsynet i faste møter eller felles tilsyn, for å sikre informasjonsflyt og samarbeid mellom de to partene.

6.2.3. Statens vegvesen

Statens vegvesen har i oppgave å planlegge, bygge, drifte og vedlikeholde riks- og fylkesveger i Norge, og i oppgaven ligger det blant annet et ansvar om å redusere

miljøskadelig virkning av transport. Mange kommuner har store veger som går gjennom nedbørsfeltet, og Statens vegvesen er dermed en etat som må bidra inn i forvaltningen av drikkevannet.

6.2.4. Norges vassdrag- og energidirektorat (NVE)

NVE skal sikre en samlet og miljøvennlig forvaltning av vassdragene, fremme en effektiv kraftomsetning. NVE holder også samfunnsoppgavene knyttet til håndtering av flom- og skredfare, i tillegg til å være konsesjonsmyndighet innen kraft og regulering av vassdrag, herunder større uttak av drikkevann.

6.2.5. Fylkesmannen

Fylkesmannen er statens representant i fylket og har som ansvar å følge opp vedtak, mål og retningslinjer fra Stortinget og regjeringen. Dette innebærer blant annet å følge opp at kommunen ivaretar nasjonale føringer og retningslinjer i sitt planarbeid. Fylkesmannen er forurensningsmyndighet, med ansvar blant annet for forurensning av vann og grunn.

Fylkesmannen er også i rollen som regional planmyndighet pålagt å opprette regionalt planforum (jf. Plan- og bygningsloven § 5-3. Planforum arrangerer møter der reguleringsplaner drøftes. Berørte kommuner, Fylkeskommune, Fylkesmann og berørte statsetater deltar. Dette er nyttig forum for å bidra til tidlig og tydelig medvirkning fra berørte etater.

6.2.6. Fylkeskommunen

Fylkeskommunen har som hensikt å gjennomføre oppgaver som er for store for kommunene eller som går på tvers av kommunegrensene. Blant de viktigste

oppgavene er samferdsel: fylkesvegene, fylkesvegferjene, kollektivtrafikk i fylket mm. og folkehelse: pådriver for regionalt og lokalt folkehelsearbeid. Fylkeskommunen forvalter vannforskriften, og kommunene bør melde inn tiltak til vannregionmyndigheten, da disse pliktes å

gjennomføres etter vannforskriften. Fylkeskommunen skal i samsvar med folkehelseloven kapittel 4 ta drikkevannshensyn når den utarbeider regionale planer.

6.3. Vannforvaltningssamarbeidet - innspill fra KS

KS (kommunesektorens organisasjon) har i [høringssvar](#) til [KLD](#) og [OED](#), angående forslag til endringer i vannforskriften og naturmangfoldloven (2017), samlet og presentert en rekke evalueringsrapporter, gjennomført de senere år, om organiseringen av vannforvaltningen i Norge:

- [Norsk Institutt for By- og Regionalforskning \(NIBR\)s rapport 2016:22 «Sammen om vannet? Erfaringer fra vannforvaltningen etter EUs vanddirektiv»](#)
- [Riksrevisjonenes undersøkelse av KLDs arbeid med å sikre godt vannmiljø og bærekraftig bruk av vannressursene \(Administrativ rapport 1:2016\)](#)
- [Norsk Institutt for Naturforskning \(NINA\)s «Vannforvaltningsplaner i Norge opp som en løve ned som en skinnfell? Om planprosessen i regulert vassdrag som følge av regjeringens godkjenninger i 2016 \(NINA rapport 1351\)](#)
- [Norsk Institutt for Vannforskning \(NIVA\)/NIBR «Helhetlig planlegging i vannregion Glomma. Erfaringer fra planprosessen 2010-2016 og innspill til neste planperiode \(Rapport L.NR. 7197- 2017\)](#)
- [Menon Economics på oppdrag av KS «Kommunesektorens kostnader med vannforvaltningsarbeidet» \(Menon publikasjon nr. 58/2017\)](#)

I tillegg har også direktoratsgruppen for vannforskriften og vanddirektivet kommet med sine felles råd om deltaking i arbeidet med helhetlig vannforvaltning 2016-2021 og råd om prioriterte forbedringstiltak for vannforvaltningsarbeidet. I evalueringene pekes det blant annet på:

- Manglende deltaking i planarbeidet, særlig fra regionale statlige etater, men også fra kommunene
- Manglende nasjonale avklaringer mellom motstridende sektormål kompliserer det regionale arbeidet
- For dårlig kunnskapsgrunnlag
- Forsinkede nasjonale veiledere
- For svak nasjonal tilrettelegging
- Det er stor grad av enighet om at lokal og regional samhandlingen mellom statlige, kommunale, regionale og frivillige aktører har vært viktige for å skape eierskap og involvering i arbeidet og at statlige myndigheter ikke har nødvendig lokal eller regional kompetanse til å avveie samfunnets samlede behov.

Riksrevisjonen konkluderer med at organiseringen har gitt kommunale og regionale plan- og sektormyndigheter anledning til å samarbeide og til å ta viktige avgjørelser om hvordan vannressursene skal brukes. Riksrevisjonen sier likevel at:

- Beslutninger om miljømål og miljøforbedrende tiltak skjer på et svakt kunnskapsgrunnlag
- Mangelfull deltakelse fra flere viktige aktører (kommunene) har svekket arbeidet med vannforskriften
- Det er utfordringer med å samordne sektormyndighetenes virkemidler for å nå målene i Vannforskriften

I sin evaluering av arbeidet konkluderer NIBR med disse forbedringspunktene:

- Sektormyndighetene må få større forståelse for vannforvaltningen som et plan- og styringssystem
- Regionale planer må styrkes som koordinerende mekanismer
- Det regionale vannforvaltningsplanarbeidet må i større grad sees i sammenheng med samfunns- og arealplanleggingen regionalt og lokalt
- Behov for større satsing på arbeidet i vannområdene

Disse tilbakemeldingene viser at det er klart forbedringspotensial innen samhandling på tvers av myndigheter og mellom ulike etater internt i kommunen. Selv om man som vannverkseier har plikt til å oppfylle drikkevannsforskriften, bør man med tanke på best mulig forvaltning av nedbørsfeltene til sine råvannskilder, kjenne til og bruke de muligheter som følger av vannforskriften. Dette vil kreve at VA-etatene aktivt søker deltakelse og innflytelse hos andre etater og myndigheter som jobber nærmere etter vannforskriften, og vice versa.

Andre kunnskapskilder:

- [Temaveileder: Drikkevannshensyn i kommunalt, regionalt og statlig planarbeid.](#)
- [Kort om samhandling fra Vattenmyndigheterna i Sverige](#)

7. OPPSUMMERING OG ANBEFALINGER

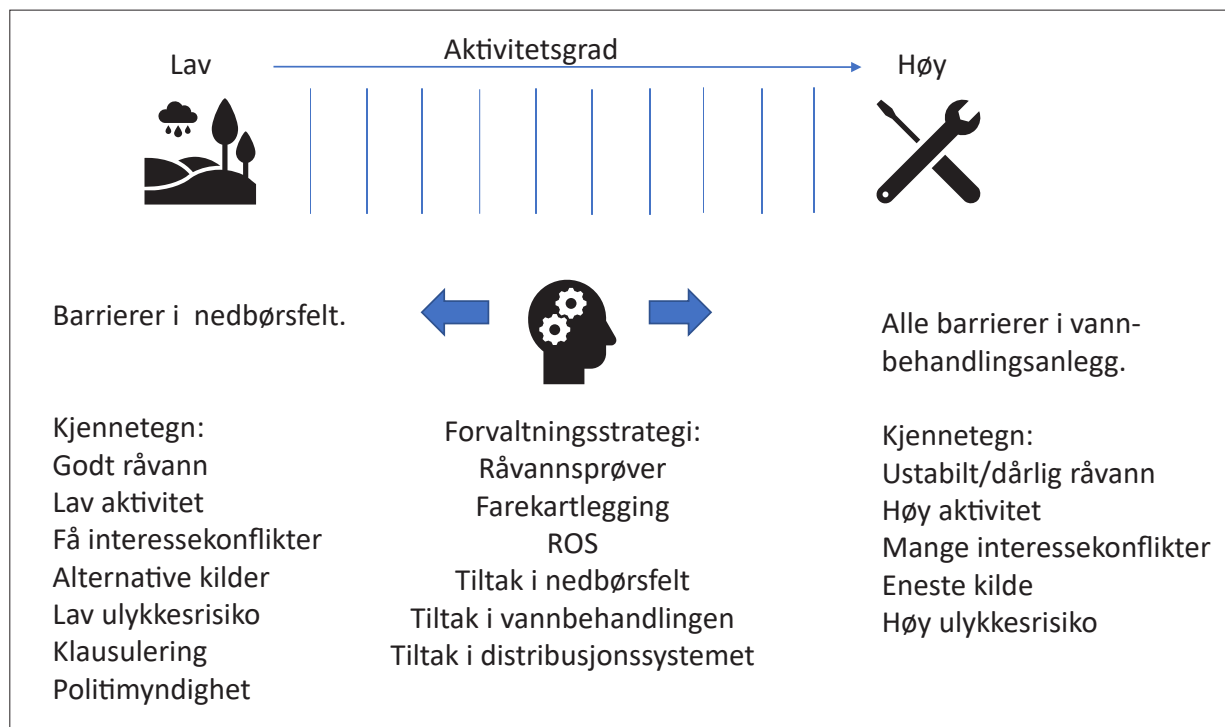
Nok drikkevann av god kvalitet og et godt vannmiljø i kilde og nedbørsfelt, er et lokalt og regionalt ansvarsområde med betydning for en rekke samfunns mål.

Vannressursene er vårt felles gode, og tilgang på vann ble vedtatt som en menneskerett av FN i 2010. Dette krever innsats og samordning på tvers av sektorer og myndighetsnivåer. God forvaltning av vannressursene er viktig for en bærekraftig utvikling, for folkehelse, næringsutvikling og håndtering av forventede klimændringer. God og helhetlig forvaltning av vannet krever lokal og regional kunnskap og engasjement, både i stat og kommunesektor, næringsliv, FoU-virksomheter, i frivillige organisasjoner og hos enkeltpersoner. For å få til god forankring er det viktig at aktørene lokalt og regionalt involveres i arbeidet, og at samhandlingen mellom aktørene fungerer godt.

Planarbeid på kommune-, fylkes- og statlig nivå må sikre og legge til rette for at drikkevannsressursene beskyttes og prioriteres for all framtid. Drikkevann må inn som et punkt i sjekklister ved oppstart av planarbeid og som et kontrollpunkt videre i prosessen. Plan- og bygningsloven

skal bl.a. gjennom planlegging og ved særskilte krav til det enkelte byggetiltak, legge til rette for at arealbruk og bebyggelse blir til størst mulig gagn for den enkelte og samfunnet. Det vil si at loven også skal ivareta behovet for vannforsyning, både gjennom overordnet planlegging og i de enkelte byggetiltakene. Videre skal forskjellige samfunnssektorer, gjennom eget regelverk og i sitt daglige virke, bidra til at drikkevannskildene og vannforsyningssystemet beskyttes mot forurensning og forhold som kan sette sikkerheten til vannforsyningen i fare. Eksempler på slike sektorer er energi, klima, miljø, forurensning, landbruk og veg (Mattilsynet, 2018).

Alle vannverk skal ha gjennomført en ROS-vurdering/ farekartlegging, og har med det kjennskap til egen drikkevannsforsyning og nedbørsfelt. Man bør allikevel stille seg spørsmålet om farekartleggingen er oppdatert og grundig nok. En farekartlegging av vannforsyningen fra kilde til tappekran kan avdekke sårbarheter og risikoforhold man tidligere ikke har vært klar over. For denne veiledningen er det utarbeidet en svært enkel innstegsmodell som kan sette i gang tankeprosessen (figur 18).



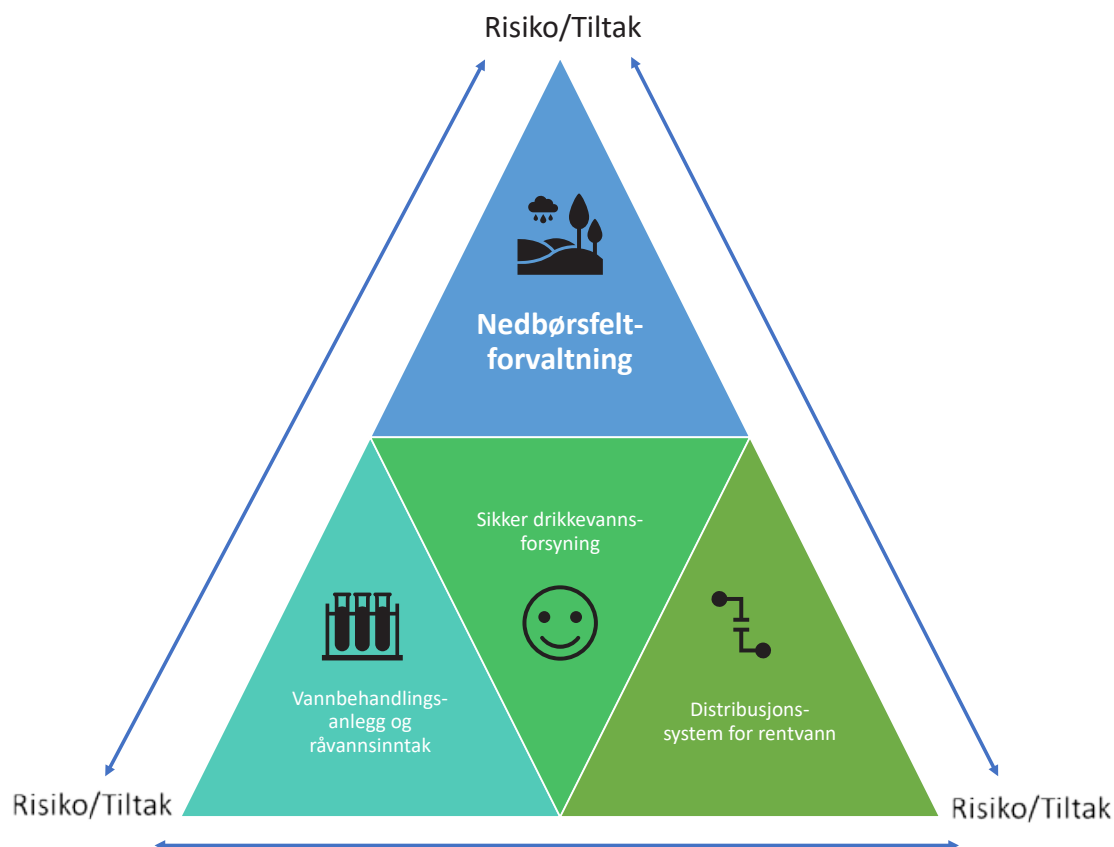
Figur 18: Innstegsmodell – aktivitetsgrad.

Når man plasserer sin kommune, sitt vannverk eller sitt nedbørsfelt på aktivitetsskalaen må man ha i bakhodet at det er en generell målsetting nasjonalt, og i stor grad internasjonalt, å sørge for best mulig råvann. I hver ende

av skalaen er det ramset opp noen kjennetegn på ytterlighetene. Det er sjeldent et vannverk vil ha en vannkilde som er lett plasserbart i helt lav eller svært høy aktivitetsgrad, de fleste vil antakelig ligge rundt

senter av skalaen. Selv om denne veiledningen omhandler nedbørsfelt, må vannverkseier selv vurdere alle forhold knyttet til vannforsyningen som en helhet (se figur 19 og kap. 5.1) for å kunne forutse dimensjonerende hendelser, og prioritere tiltak. Sentrale punkter i dette vil være vannbehandlingsanleggets kapasitet til å håndtere forurensninger, og sannsynligheten for at drikkevannet

kan bli forurenset i distribusjonssystemet. Som eksempel: Er distribusjonssystemet for drikkevann i dårlig forfatning, vil risikoen for forurensning her langt på vei overskygge forurensningsrisikoer i råvannskilden, gitt at vannbehandlingsanlegget har god rensekapasitet og barriereeffekt.



Figur 19: Helhetlig forvaltningsstrategi av alle analyseobjekt.

7.1. Anbefalinger

Som nevnt innledningsvis i kap. 4 om tiltak er det sjeldent to streker under svaret for hvordan man skal forvalte sitt nedbørsfelt. Lokale tilpasninger basert på lokal kunnskap må ligge til grunn for den beskyttelse som er nødvendig for å opprettholde best mulig vannkvalitet i dag og for fremtidige generasjoner. Hva som er mulig å gjennomføre i praksis vil også variere med nedbørsfeltenes ulike natur- og samfunnsgitte forhold.

Det er likevel mulig å anbefale en systematikk som tar utgangspunkt i de rammebetingelser (kap. 2) som en vannverkseier skal forholde seg til.

7.1.1. Karakterisering av nedbørsfeltet og råvannskilden

Helt grunnleggende i denne systematikken er å starte med det som er lovpålagt. Jf. drikkevannsforskriften, spesielt § 6 om farekartlegging og farehåndtering, og § 11 om beredskap (se kap. 5).

Arbeidsoppgaver knyttet til dette vil bl.a. være:

- Kartlegge de forskjellige aktivitetstyper.
- Vurdere de helsemessige farene som er knyttet til disse aktivitetene.
- Samle relevant informasjon fra kommunale etater, fylke, lokale/regionale/nasjonale kilder (eksempelvis kunnskapsbank, linker og referanser i denne veiledningen).
- Prøvetaking og analyse (kap. 5.2), og system for håndtering og vurdering av data fra prøvetaking.
- Befaringer i felt
- Analysere data.
- Identifisere datamangler – og skaffe tilveie disse hvis mulig.
- Identifisere årsaker og kilder til forurensning.
- Estimere forurensningsmengder.
- Lokalisere evt. punktutslipp.
- Estimere nødvendig reduksjon i evt. utslipp.
- Andre relevante lokale forhold.

Innholdsfortegnelsen i eksemplene gitt i kap. 5.3 vil gi en god oversikt på hva som kan inngå når man skal karakterisere nedbørsfelt og drikkevannskilde.

I de vannkilder der man finner betydelige mengder mikrobiologisk forurensning, f.eks. i tilførselsbekker til drikkevannskilder, kan man benytte mikrobiell kildeporing (kap. 5.2.3) for å tilegne seg kunnskap om opphavet til den fekale forurensningen, og med det lettere kunne prioritere målrettede tiltak. Hvis mennesker er opphav til den mikrobiologiske forurensningen, er det naturlig å starte med typiske forurensningskilder som sentralisert og spredt avløp, og rekreasjonsaktiviteter (kap. 3.1.2, 3.1.6 & 4.7). Hvis forurensningen utelukkende stammer fra husdyr og naturgjødning må man heller prioritere husdyrhold/landbruket (kap. 3.1.5 & 4.6).

Andre sentrale rammebetingelser en vannverkseier må bidra aktivt i er (kap. 2.10.2, 4.3.1 & 4.3.5):

- Direkte utslipp av urensset sanitært avløpsvann til vannforekomster avsatt til uttak av drikkevann, skal være sanert, jf. drikkevannsforskriften § 4.
- Kommunen skal kartlegge og følge opp utslipp fra avløpsanlegg som de er myndighet for (alle avløpsanlegg etter kap. 12 & 13 i forurensningsforskriften).

- Alle overflate- og grunnvannsforekomster som benyttes til uttak av drikkevann for flere enn 500 fastboende, bør ha fått avsatt hensynssoner med tilhørende planbestemmelser etter §§ 11-7 og 11-8 i plan og bygningsloven, jf. drikkevannsforskriften § 26.
- Ny aktivitet eller nye inngrep i en vannforekomst som medfører at miljømålene i §§ 4 – 6 ikke nås eller at tilstanden forringes, skal ikke tillates når vannforekomsten benyttes til uttak av drikkevann dersom dette kan medføre økt behov for rensing av drikkevannet, jf. §§ 12 og 13 i vannforskriften og § 4 i drikkevannsforskriften.

Drikkevannsforskriften § 26 og § 27 stiller krav til at kommuner og fylkeskommuner ivaretar drikkevannshensyn når de hhv. utarbeider arealdelen til kommuneplaner og i regionale planer (kap. 4.4). Her er det viktig at vannverkseier kommer tidlig inn i prosessen, er delaktig og en tydelig krav-stiller.

7.1.2. Etablere samarbeid

Selv om vannverkseier etter drikkevannsforskriften har et hovedansvar for å sikre sine drikkevannskilder, så er det mange andre interessenter i et nedbørsfelt (kap. 6). Det er viktig å identifisere disse og etablere et samarbeid slik at man sikrer seg informasjon og får tydeliggjort vannverkets ansvar og behov. Eksempler på interessenter er vannområdemyndigheten, landbrukskontor, planavdeling, frivillige organisasjoner, grunneiere, etc.

Ved hjelp av eksisterende kjennskap til nedbørsfeltet og innspill fra andre vil man lettere kunne identifisere problemområder og finne gode løsninger på disse.

En god organisering kjennetegnes ved at det i forkant av oppstart foreligger en avklaring med hensyn på:

- Mål og mandat
- Prosjektets aktiviteter
- Deltakernes roller og nødvendig kompetanse
- Tids- og ressursrammer
- Behov for interne og eksterne høringer
- Politisk forankring

I en prosjektorganisasjon er det enkelt å koordinere bidrag fra internt og eksternt fagpersonell som til daglig ikke jobber sammen (Mattilsynet, 2017).

7.1.3. Identifiser og evaluer mulige forvaltningsstrategier.

Feie for egen dør

Når karakterisering av nedbørsfelt og vannkilde er utført, og kravene til farekartlegging/ROS-analyse og beredskapsplan er oppfylt, vil man ha en god oversikt over eventuelle utfordringer man måtte stå ovenfor. Avhengig av hva man har funnet må man vurdere hvor tiltak skal settes inn. På generelt grunnlag anbefales det å «feie for egen dør» først. Med det menes at potensielle forurensningskilder som tilhører ansvarsområdet til kommunens vann-, avløp- og renovasjons- enhet/teknisk etat blir identifisert og evaluert. Eksempler på dette (kap. 3) kan være sentralisert og spredt avløp, lovlige og ulovlige fyllinger, farlig avfall, forurenset grunn, ballbinger, skytebaner etc. Etter en vurdering vil disse forurensningskildene enten bli friskmeldt eller forsøkt utbedret.

Hva skjer i vannregionen?

Parallelt med overnevnte kan det pågå arbeid med forvaltningsplaner og tiltaksprogram i nedbørsfeltet og vannkilden for å oppfylle vanddirektivets miljømål. Dette er ledet av Fylkeskommunen som er vannregionmyndighet og koordinerer prosessen med å gjennomføre planarbeidet i tråd med vannforskriften (kap. 4.3). Landbruket (kap. 4.3.2) er en svært sentral aktør i dette. Spesielt NIBIO har utviklet mange verktøy og beskrevet mange tiltak som kan benyttes for å oppnå bedre vannkvalitet i drikkevannskilder (kap. 4.6). Landbruket har også etablerte finansieringsmekanismer (SMIL, IBU & RMP – kap. 4.3.2) som kan benyttes for å redusere forurensningsrisikoen fra landbruket til drikkevannskilder. Også samferdselssektoren er underlagt krav for å bidra til å nå vanddirektivets miljømål (kap. 4.3.6). Som nevnt ovenfor i kap. 7.1.2 vil det være nyttig for vannverkseier å være kjent med hvilke planer andre sektorer har som kan bidra positivt inn i en forvaltningsstrategi for nedbørsfelt til drikkevannskilder.

Balansert bruk av restriksjoner ovenfor allmenheten

Hvilke restriksjoner eller forbud som skal pålegges allmenheten er en utfordrende balansegang innen nedbørsfeltforvaltningen. I Norge er det en sterk tradisjon og kultur for friluftsliv og utendørs rekreasjon, og i de fleste spredt bebygde områder utgjør denne aktiviteten svært liten risiko for forurensning av drikkevannskilden. Likevel er det ofte slik at allmenheten får betydelige restriksjoner på aktivitet i nedbørsfeltet, og nedbørsfeltene i seg selv legger ofte beslag på store areal. Fra et folkehelseperspektiv er det uomtvistelig at god drikkevannskvalitet er svært viktig, men friluftsliv og rekreasjon bidrar også sterkt inn til god fysisk og psykisk helse, kanskje mer i dag enn noen gang tidligere, gitt

samfunnsendringer som har ført til mindre fysisk aktivitet og mer stillesittende arbeid.

Føre-var-prinsippet (2.3.2) bør ikke brukes som en overordnet blankofullmakt for å forby allmenhetens mulighet til å benytte naturen i nedbørsfeltet til friluftsliv og rekreasjon, men heller være et grunnlag for enkeltvis godt begrunnede restriksjoner eller forbud. (Se også kap. 2.1.1 – forbudet gjelder ikke bare direkte forurensning, siste ledd). I tillegg må man vurdere hvor stor andel av det totale forurensningsstrykket som friluftsliv og rekreasjon bidrar med. Om den mikrobiologiske forurensningen like gjerne kan komme fra avløp, landbruk eller ville dyr og fugler, kan det være mer hensiktsmessig og mindre konfliktfylt å rydde opp i dette først. Der aktiviteten fra allmenheten er så stor at det utgjør en uakseptabel forurensningsrisiko i forhold til hva vannverket kan tolerere, kan det være nødvendig med et totalforbud på all aktivitet. Her spiller også vannbehandlingen og størrelsen på vannverket en rolle. Man må kreve lavere sannsynlighet for smittestoffer i drikkevannet fra større vannverk som forsyner mange mennesker, for å redusere risiko for store vannbårne utbrudd.

Det finnes mange tiltak for å redusere potensialet for forurensning fra allmenheten uten at det behøves å innføre totalforbud. Man kan forsøke å legge eksisterende badeplasser lengre vekk fra råvannsinntaket, man kan flytte eksisterende turstier lenger vekk fra vannkilden, man kan forby motorisert ferdsel på vannet, men tillate manuelt drevne farkoster på deler av vannkilden, man kan pålegge hesteeiere å samle opp avføring på samme måte som man gjør med hundeeiere, har man kapasitet til å vedlikeholde offentlige toalett der folk samles kan dette avhjelpe etc. Det anbefales å ta en kikk på siste del av kap. 4.2.3 for litt inspirasjon til nytenkning omkring dette temaet.

Begrenset politimyndighet

Ofte vil ikke kommunen ha eget tilsynspersonell for å følge opp restriksjoner og forbud gitt i et nedbørsfelt, og for de som har eget tilsynspersonell, har ikke disse anledning til å gi bøter ved overtredelse av reglene i nedbørsfeltet.

Politimyndighet kan i enkelte tilfeller utøves av personell med tildelt begrenset politimyndighet. Dette er personer som enten er ansatt i politiet og utfører oppgaver innenfor direkte polititjeneste, eller har en stilling eller oppdrag utenfor politiet som omfatter arbeidsoppgaver som verner offentlige interesser. Eksempler på sistnevnte er grenseoppsynspersonell, transportører i kriminalomsorgen, personell i Kystvakten, politireserve,

Forsvaret og personell i Statens naturoppsyn (SNO). Felles for personell med begrenset politimyndighet er at de ved utøvelse av politimyndighet underlegges politiets kommandomyndighet og regelverk. De blir en del av statens maktapparat og har fullmakter til å gjennomføre inngripende beføyelser og i visse tilfeller fysisk makt.

Det stilles krav om grunnopplæring, og flere høyskoler og universiteter tilbyr kurs som grunnlag for å søke begrenset politimyndighet. Eksempler på studiesteder er Politihøgskolen, Høgskolen i Innlandet og Nord Universitetet. For de to sistnevnte er det faglige fokuset rettet mot naturoppsyn (tilsyn i utmarksområder, miljø- og faunakriminalitet). Kursene skal gi tilstrekkelig teoretisk bakgrunn og forståelse for rollefordeling og arbeidsoppgaver, slik at man er kvalifisert og kan søke om begrenset politimyndighet (BP). Det må søkes til det lokale politidistrikt/politimester, med begrunnelse om hva myndigheten skal brukes til. BP er personlig med begrenset varighet (1-2 år). Det gis BP etter angitte lover/forskrifter og i et bestemt område/politidistrikt. Oppnevningen må spesifisere hvilke lover/forskrifter som er aktuelle i oppsynet og hvilke politidistrikt som skal inkluderes.

Hos Vann og avløpsetaten (VAV) i Oslo kommune benyttes ansatte i etaten som har begrenset politimyndighet, til tilsyn i nedbørsfeltene til drikkevanskildene.

Oppsynsmennene i VAV har som hovedoppgave å gripe inn i aktiviteter som truer drikkevannet. Slike aktiviteter er i hovedsak bading, fiske, camping, bålbrekking og forsøpling, altså allmennhetens bruk av marka. Med bruk av det lovverket oppsynsmannen har hjemmel etter (for eksempel friluftsløven), kan oppsynsmennene bortvise folk, skaffe tilveie identitet og anmelde forhold. De kan beslaglegge telt hvis dette er satt opp ulovlig, og holde tilbake personer til ordinært politi ankommer. Oppsynsmennene kan ikke bøtelegge. Oppsynsmenn i Oslo kommune driver også naturoppsyn i området på vegne av politiet.

Tydelig og vedvarende informasjon

Uansett hva man velger å vektlegge i sin forvaltningsstrategi bør det følges opp med informasjon til forbrukerne. Vannbransjen er for mange en relativt «usynlig» bransje i det daglige. Det positive med det er at drikkevannsforsyningen da stort sett fungerer som den skal, det negative er at det blir tatt for gitt at det skal fungere, at man ikke har forståelse for kostnader knyttet til VA-infrastruktur og drift, og heller ikke kjenner til hva man selv kan bidra med for å sikre en fortsatt trygg drikkevannsforsyning. God informasjon som gir innsikt i hva som inngår i å produsere rent drikkevann, og hvorfor man har innført tiltak i nedbørsfeltet for å sikre dette, kan gi en bevisstgjøring og mer velvilje hos forbrukerne.

8. REFERANSER

- Almuhtaram, H., Cui, Y., Zamyadi, A., & Hofmann, R.** (2018). *Cyanotoxins and cyanobacteria cell accumulations in drinking water treatment plants with low risk of bloom formation at the source*. *Toxins*, 10(430), 1-15.
- Bioforsk.** (2008). *Oversikt over påviste pesticider i perioden 1995-2006. Resultater fra JOVA: Jord- og vannovervåking i landbruket i Norge*. Bioforsk rapport nr. 3(14). Bioforsk.
- Bioforsk.** (2009). *Avrenning av plantevernmidler fra veksthus*. Bioforsk rapport nr 9. Bioforsk.
- Bioforsk.** (2010). *Plantevernmidler i avfall fra produksjon og import av blomster*. Bioforsk rapport nr 67. Bioforsk.
- Chorus, I., & Bartram, J.** (1999). *Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health*. London and New York: WHO publication. E & FN Spon.
- COWI.** (2012). *Innhold og spredning av miljøgifter fra produkter framstilt av gummigranulat*. Cowi rapport 77287-2.4. Klima- og forurensningsdirektoratet.
- COWI.** (2014). *Bedre forvaltning av separate avløpsanlegg. Eksempler fra vannområde Morsa*. Vannområdeutvalget Morsa.
- Direktoratsgruppen Vanndirektivet.** (2018). *Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann*. Direktoratsgruppen for gjennomføring av vannforskriften.
- EU.** (2019). *Fitness check of the water framework directive and the floods directive*. European Commision (EU).
- Folkehelseinstituttet.** (2010). *Cyanobakterier (blågrønnalger). Oppblomstring og toksinproduksjon. Rapport 2010:4*. Folkehelseinstituttet.
- Folkehelseinstituttet.** (2014). *Inntak av plantevernmidler gjennom drikkevann vurdert i forhold til vedtatte grenseverdier*. Folkehelseinstituttet.
- Folkehelseinstituttet.** (2016). *Vannrapport 127. Vannforsyning og helse - veiledning i drikkevannshygiene*. .
- Guillot, E., & Loret, J.** (2010). *Waterborne Pathogens: Review for the drinking water industry*. London, UK: Global Water Research Coalition. IWA Publishing.
- Hadi, M.** (2019). *Modelling the effects of climate projections on pathogen infection risks in selected water supply systems in Norway*. Doctoral thesis at NTNU.
- Ibelings, B., Backer, L., Kardinaal, W., & Chorus, I.** (2015). *Current approaches to cyanotoxin risk assessment and risk management around the globe*. *Harmful Algae*, 49, 63-74.
- Klima- og miljødepartementet.** (2019). *Nasjonale føringer for arbeidet med oppdatering av de regionale vannforvaltningsplanene*. Klima- og miljødepartementet.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet.** (2019). *Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2019-2023*. Regjeringen.
- Kulturdepartementet.** (2019). *Skytebaner. Veileder for planlegging av skytebaner*. Kulturdepartementet.
- Landbruks- og matdepartementet.** (2016). *Handlingsplan for bærekraftig bruk av plantevernmidler (2016 - 2020)*. Landbruks- og matdepartementet.
- Lindberg, A., Lusua, J., & Nevhage, B.** (2011). *Cryptosporidium i Østersund vinteren 2010/2011. Konsekvenser och kostnader av ett stort vattenburet sjukdomsutbrott*. Uppsala, Sverige: Livsmedelsverket.
- Livsmedelsverket.** (2018). *Handbok. Dricksvattenrisiker. Cyanotoksiner i dricksvatten*. Livsmedelsverket.
- Longva, A., Relling, A., Stranden, E., & Gausdal, J.** (2016). *Simulering av mikrobeforurensning i Brusdalsvatnet*. Bacheloroppgave. Ålesund: NTNU.
- Mattilsynet.** (2017). *Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen. Fra ROS til operativ beredskap. veiledning*. Mattilsynet.
- Mattilsynet.** (2018). *Temaveileder: Drikkevannshensyn i kommunalt, regionalt og statlig planarbeid*. Mattilsynet.
- Mattilsynet.** (2019, 01 24). *Mattilsynets innsigelsesrett etter plan- og bygningsloven*. Hentet fra Mattilsynets hjemmeside: https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/vann/vannforsyningssystem/mattilsynets_innsigelsesrett_etter_plan_og_bygningsloven.1922
- Mattilsynet.** (2019). *Status for drikkevannsområdet i landets kommuner*. Mattilsynet.
- Mattilsynet.** (2019). *Veileder til drikkevannsforskriften*. Mattilsynet.
- Meland, S., Rannekleiv, S., & Hertel-Aas, T.** (2016). *Forslag til nye retningslinjer for rensing av veiavrenning og tunnelvaskevann*. VANN 03, 263-273.
- Menon Economics.** (2017). *Kommunesektorens kostnader med vannforskriften. Menon rapport nr 58/2017*. Kommunesektorens organisasjon (KS).
- Miljødirektoratet.** (2015). *Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. NCCS report 2/2015*. Miljødirektoratet.

Miljøverndepartementet. (2008). *Ot.prp.nr.32 (2007-2008)*. Miljøverndepartementet.

National Water Quality Management Strategy. (2018). *Australian drinking water guidelines 6:2011. Version 3.5. Updatet August 2018.* . Australian Government. National Health and Medical Research Council.

NGI. (2019). *PFAS Tyrifjorden 2018. Environmental monitoring of PFAS in biotic and abiotic media*. Norges Geotekniske Institutt (NGI).

NIBIO. (2012). *Veksthus med produksjon av potteplanter - plantevernmidler i avrenning, avfall og grunnvann. Bioforsk rapport nr 26*. Bioforsk.

NIBIO. (2017). *Effekt av buffersoner på vannmiljø og andre økosystemtjenester. NIBIO rapport nr 14*. Norsk institutt for Bioøkonomi.

NIBIO. (2017). *Kildesporing av fekal vannforurensing med molekylærbiologiske metoder. Eksempler på undersøkelser i Norge. NIBIO rapport nr 66*. Norsk Institutt for Bioøkonomi.

NIBIO. (2018). *Forurensingsanalyse av drikkevannskilden Jordalsvatnet med vanntilsigsområde. NIBIO rapport nr 120*. Norsk institutt for bioøkonomi.

NIBIO. (2018). *Kostnader og effekter av vannmiljøtiltak i jordbruket. En statusrapport og metode for samfunnsøkonomisk analyse. NIBIO rapport nr 36*. Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO).

NIVA. (2003). *Vurdering av risiko for forurensing av vanninntaket i Brusdalsvatnet. Niva rapport nr. 4670-2003*. Norsk institutt for vannforskning.

NIVA. (2011). *ROS Maridalsvannet – Oset. NIVA rapport nr. 6221-2011*. Norsk institutt for vannforskning.

NIVA. (2011). *Vegsalt og tungmetaller i innsjøer langs veier i Sør-Norge 2010. Niva rapport 6220-2011*. Norsk institutt for vannforskning.

NIVA. (2014). *Analyse av Rore og nedbørsfelt. NIVA rapport nr. 6686-2014*. Norsk institutt for vannforskning.

NIVA. (2016). *Forurensningsanalyse - Farrisvannet. Niva rapport nr. 7051-2016*. Norsk institutt for vannforskning.

NIVA. (2017). *Forurensningsanalyse for Mjøvann. Porsgrunn kommune. NIVA rapport nr 7121-2017*. Norsk institutt for vannforskning.

NIVA. (2019). *The potential effects on water quality of intensified forest management for climate mitigation in Norway. Niva rapport nr. 7363-2019*. Norsk institutt for vannforskning.

Norconsult. (2019). *Forvaltningsstrategi for Brusdalsvatnet med nedbørsfelt. Hovedrapport med kunnskapsgrunnlag*. Norconsult .

Norconsult. (2020). *Vannprøvetaking i Nitelva. Sluttrapport og analyseresultater november 2019*. Norconsult.

Norsk Vann. (2008). *Vannkilden som hygienisk barriere. Norsk Vann rapport nr B10/2008*. Norsk Vann.

Norsk Vann. (2014). *Veiledning i mikrobiell barriereanalyse (MBA). Norsk Vann rapport 209/2014*. Norsk Vann.

Norsk Vann. (2018). *Mapping microplastic in Norwegian drinking water. Norsk Vann rapport 241/2018*. Norsk Vann.

Norsk Vann. (2018). *NOMiNOR. Naturlig organisk materiale i nordiske drikkevann. Norsk Vann rapport 230/2018*. Norsk Vann.

Nygård, K., Gondrosen, B., & Lund, V. (2003). *Sykdomsutbrudd forårsaket av drikkevann i Norge*. Tidsskrift for den Norske Lægeforening. nr 23, 3410-3413.

PEFC. (2016). *Norsk PEFC Skogstandard nr02*. PEFC Norge.

Samferdselsdepartementet. (2017). *Stortingsmelding 33. Nasjonal transportplan 2018 - 2029*. Samferdselsdepartementet.

Scottish Environmental Protection Agency. (2019). *Water supply and wastewater sector plan*. Scottish Environmental protection Agency (SEPA).

Sintef. (2017). *Microplastic in global and Norwegian marine environments: Distributions, degradation mechanisms and transport. Report M-918*. Sintef.

Statens vegvesen. (2016). *Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge. Vannkjemiske undersøkelser - 2015/2016*. Statens vegvesen.

Statens vegvesen. (2017). *Undersøkelse av vegnære inngjøer i Norge. Vannkjemiske og biologiske undersøkelser - 2016*. Statens vegvesen.

Statens vegvesen. (2018). *Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge. Vannkjemiske og biologiske undersøkelser - 2017*. Statens vegvesen.

Svenskt Vatten. (2008). *Råvattenkontroll - krav på råvattenkvalitet*. Swedish Water & Wastewater Association.

Svenskt Vatten. (2018). *Beslutsmodell for mikrobiella dricksvattenrisiker. Verktøy for åtgardsprioritering. Rapport nr 2018-2*. Svenskt Vatten.

UK Water Industry Research. (2019). *Catchment management for water quality and quantity*. UK Water Industry Research.

Veterinærinstituttet. (2008). *Survey of specific serogroups of E.coli in sheep in Norway. Annual report*. Veterinærinstituttet.

Veterinærinstituttet. (2018). *The Norwegian Zoonoses Report 2017*. Veterinærinstituttet.

VISK. (2013). *Handbok. Hur man arbetar för att minska samhällets sårbarhet för vattenburen virussmitta trots förändrat klima*. VISK. Virus i vatten - skandinavisk kunnskapsbank.

Water Research Australia. (2019). *Innovative approaches to understanding and limiting the public health risks of Cryptosporidium and Giardia in Australian catchments. Factsheet project 1068*. Water Research Australia.

Water Services Association of Australia. (2015). *Manual for the application of health-based targets for drinking water safety*. Water Services Association of Australia (WSAA).

WHO (2011). *Guidelines for drinking water treatment. Fourth edition. Chapter 7: Microbial aspects*. World Health Organisation.
ISBN: 978 92 4 154815 1. http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/

Ødegård, Hallvard. (2012). *Vann - og avløpsteknikk*. Norsk Vann.

TIDLIGERE UTGITTE RAPPORTER

2020	253	Mikroplast i avløpsvann, avløpsslam og jord – en litteraturgjennomgang
	B25	Forprosjekt Digital Vannstatistikk
	B24	Primærrens – Status og renseeffekter 10 år etter
	251	Klimagassutslipp, veiledning for vannbransjen
	250	Kommunens roller, rettigheter og fremgangsmåter i private utbyggingsområder
2019	249	Veiledning i nødvannforsyning
	B23	Evaluerer av Norsk Vanns prosjektsystem
	248	Organic Pollutants in Norwegian Wastewater Sludge
	247	Beste praksis for HMS-arbeid i vannbransjen
	246	Regulering og organisering av vann- og avløpssektoren i utvalgte europeiske land
2018	245	Veiledning for tilstandsvurdering av infiltrasjonssystemer
	244	Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsplan for drikkevann
	243	Verdiforvaltning av vann- og avløpsinfrastruktur
	242	Praktiske råd ved valg av ledningsmateriale
	241	Mapping microplastic in Norwegian drinking water
2017	240	UV-desinfeksjon av drikkevann
	B22	Vann og avløp i arealplanlegging og byggesaker
	239	Beregning av bærekraftig lekkasjenivå
	238	Informasjonssikkerhet og skybaserte tjenester
	237	Dataflyt for GIS-informasjon i VA-prosjekter
2016	236	Akseptkriterier - Vurdering av nye og nyrenoverte avløpsledninger ved rørispeksjon
	235	Dataflyt
	234	Rørispeksjon av hovedledninger for vann og avløp
	233	Veiledning for bruk av betongrør og kummer
	232	Plastrør for vannforsyning og avløp: Hvordan skal vi oppnå minst 100 års levetid?
2015	231	NOMINOR: Natural Organic Matter in drinking waters within the Nordic Region
	230	NOMINOR: Naturlig Organisk Materiale i Nordiske drikkevann
	229	Sikring av vannforsyning mot tilsiktede uønskede hendelser
	228	Tilførsel av industrielt avløpsvann
	227	Beregning av forurensningsutslipp fra avløpsanlegg
2014	226	Tømming av slam
	225	Trykkavløp i spredtbygde og urbane strøk
	224	Eierskap til stikkledninger
	223	Finansieringsbehov i vannbransjen 2016-2040
	222	Dokumentasjon av utslipp fra avløpsnett
2013	221	Smart ledningsfornyelse – bruk av NoDig-metoder
	B21	Utvikling av studietilbud i bachelor i vann- og miljøteknikk
	B20	Norske tall for vannforbruk med fokus på husholdningsforbruk
	220	Kritiske ledninger for vann og avløp – klassifisering og tiltaksvurdering
	219	Eksempler på implementering av bærekraft i vannbransjen
2012	218	Vann til brannsløkking og sprinkleranlegg
	217	Videreutvikling av beregningsmetodikk for gjenanskaffelsesverdi og investeringsbehov
	215	Tilbakestrømssikring – veiledning til vannverkseiere
	214	Forslag til ny sektorlov for vann tjenester
	213	Sikkerhetsstyring for vannbransjen
2011	212	Veiledning for dimensjonering av vannbehandlingsanlegg
	211	Erfaringer med ozon-biofiltrering for behandling av drikkevann
	210	Veiledning for praktisering av selvkost
	209	Veiledning i mikrobiell barriere analyse
	208	Sikring av kvalitet på ledningsanlegg
2010	207	Stikkledninger – ansvar og teknisk utforming
	206	Biostabilitet i drikkevannssystem
	205	Bærekraftig forvaltning av VA-tjenestene
	204	Åpne flomveier i bebygde områder
	203	Fra driftsassistanter til regionale vannassistanter
2009	202	Microbial barrier analysis (MBA) – a guideline
	201	Anskaffelser i vannbransjen
	200	Håndtering av overvann fra urbane veger
	199	Etablering av gode VA-løsninger i spredt bebyggelse
	198	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam – Resultater fra undersøkelsen i 2012/13
2008	197	Avløpsanlegg Vurdering av risiko for ytre miljø
	196	Veiledning i tilstandskartlegging og fornyelse av VA-transportsystemer
	195	Sikkerhet og sårbarhet i driftskontrollsystemer for VA-anlegg
	B19	Varmerpumper i drikkevannsforsyningssystem
	B18	Kranvannets kokebok for kommunikasjon
2007	B17	Investeringsbehov i vann- og avløpssektoren
	194	Energiriktig design og prosjektering av avløpsrenseanlegg
	193	Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem
	192	Veiledning for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken
	191	Rettigheter til uttak av vann til allmenn vannforsyning
2006	190	Klimatilpasningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer
	188	Veiledning for drift av koaguleringsanlegg
	C8	Omdømmeplattform og -strategi
	187	Kommunal overtakelse av vannverk organisert som andelslag eller samvirkeforetak
	186	Veiledning i omorganisering av andelsvannverk til samvirkeforetak
2005	185	Fett i avløpsnett. Kartlegging og tiltaksforslag
	184	Tilsyn med utslipp fra avløpsanlegg innen kommunens myndighetsområde
	183	Veiledning om regulering av VA-tjenester til næringsmiddelindustri
	182	Prøvetaking av avløpsvann og slam
	181	Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng
2004	180	Fjernavlesning av vannmålere
	179	Veiledning i utarbeidelse av kommunale gebyrforskrifter for vann og avløp
	B16	Veiledning for kartlegging av energibruk i VA-sektoren
	B15	Vannforskriftens økonomiske konsekvenser for kommunesektoren og avløpsanleggene
	C7	Forvaltningspraksis ved norsk damsikkerhet
2003	178	Grunnundersøkelser for infiltrasjon – mindre avløpsanlegg
	177	Drikkevannskvalitet og kommende utfordringer – problemoversikt og status
	176	Statlige gebyrer og avgifter på de kommunale VAR-tjenestene
	175	Vann og avløp for nye i bransjen – læreplan. E-læring og samlinger
	174	Hygienisering av avløpsslam. Langtidslagring og enkel rankekompostering. Resultater fra 3 års valideringstesting
2002	173	Veiledning for bruk av støpejernsrør
	B14	Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren – forprosjekt
	B13	Silslam – mengder, behandlingstilstander og bruksområder. Forprosjekt.
	172	Trykktap i avløpsnett
	171	Erfaringer med lekkasjekontroll
2001	170	Veileder til god desinfeksjonspraksis
	169	Optimal desinfeksjonspraksis fase 2
	168	Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg
	167	Veiledning for kjøp av VA-kjemikalier
	166	Tiltak for å bedre fosforfjerningen på kjemiske renseanlegg
2000	165	Innsamlingsverktøy for vedlikeholdsdata
	B12	Drikkevann i media
	164	Veiledning for UV-desinfeksjon av drikkevann
	163	Veiledning for innhenting og evaluering av tilbud på analyseoppdrag
	162	Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering
1999	161	Helsemessig sikkert vannledningsnett
	160	Driftserfaringer med membranfiltrering
	159	Håndbok i kildeprosporing i avløpssystemet
	158	Termoplastrør i Norge – før og nå
	B11	Økonomiske forhold i interkommunalt VA-samarbeid – praksis og kjøreregler
1998	B10	Vannkilden som hygienisk barriere
	B9	Utvikling av et system for spørreundersøkelser blant VA-kundene
	C6	I veien for hverandre – Samordning av rør og kabler i veigrunnen
	157	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam. Resultater fra undersøkelsen i 2006/07
	156	Veiledning for oljeutskilleranlegg
1997	155	Norm for merking og FDV-dokumentasjon i VA-sektoren
	154	Norm for tagkoding i VA-anlegg
1996	153	Norm for symboler i driftskontrollsystemer for VA-sektoren
	152	Veiledning for anskaffelse av driftskontrollsystemer i VA-sektoren
	151	Veiledning for vedlikeholdssystemer (FDV)
	150	Dataflyt – Klassifisering av avløpsledninger
	B8	Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren
1995	B7	Sandnesmodellen. Eksempel på system for kommunikasjon og virksomhetsstyring
	149	Tilførsel av industrielt avløpsvann til kommunalt nett. Veiledning
	148	Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsprogrammer for drikkevann
	147	Optimal desinfeksjonspraksis for drikkevann
	146	Bærekraftig vedlikehold. Betraktninger av utvalgte problemstillinger knyttet til langsiktig forvaltning av vannledningsnett
1994	B6	Kommunikasjonsstrategi for NORVAR og norske vann og avløpsverk
	B5	Utslipp fra bilvaskehaller
	B4	Vannkvalitet i ledningsnett – Problemoversikt og status. Forprosjekt.
	B3	Kvalitetsheving av nye VA-ledningsanlegg. Kartlegging og tiltaksforslag
	C5	Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen – veiledning
1993	C4	Effekter av bruk av matavfallskverner på ledningsnett, renseanlegg og avfallsbehandling
	145	Inspeksjonsmanual for avløpssystemer. Del 1 – Ledninger
	144	Veiledning i overvannshåndtering (Erstattet av 162/08)
	143	Kartlegging av mulig helserisiko for abonnenter berørt av trykkløst vannledning ved arbeid på ledningsnett
	142	NORVARs benchmarkingsprosjekt 2004 Presentasjon av målesystem og resultater for 2003 ed analyse av datamaterialet
1992	B2	PressurePuls for deteksjon av lekkasje på vannledninger.
	C3	Samarbeid om økt bruk av avløpsslam på grøntarealer
	141	Trenger Norge en VA-lov? Drøfting av behovet for en egen sektorlov for vann og avløp
	140	NORVARs videre arbeid med slam. Strategisk plan for prosjektvirksomhet, informasjon og kommunikasjon. Forprosjekt
	139	Erfaringer med klorering og UV-stråling av drikkevann
1991	138	Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk. Revidert utgave
	137	Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng (Erstattet av 181/2011)
	136	Hygienisk barrierer og kritiske punkter i vannforsyningen: Hva har gått galt?
	135	Vannledningsrør i Norge. Historisk utvikling. 26 dimensjonstabeller
	134	VA-JUS. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (Erstattet av boken Vann- og avløpsrett (2010) og nettportalen va-jus.no)
1990	B1	Effektive VA-organisasjoner og tilfredse brukere. Forprosjekt
	C2	Stoff for stoff – kilde for kilde. Kvikksølv i avløpsnett
	133	IT-strategi for VA-sektoren. Veiledning
	132	Forslag til nytt system for prosjektvirksomheten i NORVAR
	131	Effektivisering av avløpssektoren
1989	130	Gjenanskaffelseskostnadene for norske VA-anlegg
	129	Rørispeksjon med videokamera. Veiledning/ rapportering hovedledninger
	C1	Sårbarhet i vannforsyningen
	128	Bruk av resultatindikatorer og benchmarking i effektivitetsmåling av kommunale VA-virksomheter. Erfaringer og anbefalinger fra et prøveprosjekt
	127	Vassdragsforbund for Mjøsa og tilløpselvene – en samarbeidsmodell
1988	126	Organisering og effektivisering av VA-sektoren. En mulighetsstudie
	125	Mal for forenklet VA-norm
	124	Nødvendig kompetanse for legging av VA-ledninger. Læreplan for ADK 1
	123	Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Veiledning for utarbeidelse av lokale forskrifter (Utgått)



Norsk Vann BA, Vangsvegen 143, 2321 Hamar
Tlf: 62 55 30 30 E-post: post@norsk vann.no
www.norsk vann.no