



Vitenskapskomiteen for mattrygghet
Norwegian Scientific Committee for Food Safety

Kvalitetskrav for vann til jordvanning

**Uttalelse fra Faggruppen for hygiene og smittestoffer i
Vitenskapskomiteen for mattrygghet**

Dato: 07.05.14
Dok. nr.: 13-107-endelig
ISBN: 978-82-8259-133-1



Kvalitetskrav for vann til jordvanning

Karl Eckner

Bjørn-Tore Lunestad

Lucy Robertson

Danica Grahek-Ogden (VKM-sekretariatet)

Bidragsyttere

Den som utfører arbeid for VKM, enten som oppnevnte medlemmer eller på ad hoc-basis, gjør dette i kraft av sin egen vitenskapelige kompetanse og ikke som representanter for den institusjon han/hun arbeider ved. Forvaltningslovens habilitetsregler gjelder for alt arbeid i VKM-regi.

Takk til

VKM har nedsatt en arbeidsgruppe bestående av medlemmer av VKM og eksterne eksperter til å besvare oppdraget fra Mattilsynet. Medlemmene av ad hoc-gruppen takkes for arbeidet med denne risikovurderingen. Takk også til Faggruppen for forurensninger, naturlige toksiner og medisinrester for vurdering av kjemiske farer.

Medlemmer av arbeidsgruppen er:

VKM-medlemmer

Karl Eckner (leder), Faggruppen for hygiene og smittestoffer

Bjørn-Tore Lunestad, Faggruppen for hygiene og smittestoffer

Lucy Robertson, Faggruppen for hygiene og smittestoffer

VKM-sekretariat

Edel Holene, Faggruppen for forurensninger, naturlige toksiner og medisinrester

Edgar Rivedal, Faggruppen for plantevernmidler

Referansegruppe

Ingun Tryland, Forsker, Norsk institutt for vannforskning

Gro Johannessen, Seniorforsker, Veterinærinstituttet

Vurdert av

Rapporten fra arbeidsgruppen er vurdert og godkjent av:

Faggruppe for hygiene og smittestoffer:

Jørgen Lassen (leder), Karl Eckner, Bjørn-Tore Lunestad, Georg Kapperud, Karin Nygård, Lucy Robertson, Truls Nesbakken, Michael Tranulis, Morten Tryland, Siamak Yazdankhah

Koordinator(er) fra sekretariatet

Danica Grahek-Ogden.

Sammendrag

Ved vanning av spiselige jordbruksvekster på friland i Norge brukes det overflatevann, grunnvann eller vann fra gravd brønn. Vannet kan være offentlig eller privat.

Mikroorganismer og uønskede kjemiske stoffer i slikt vann kan forårsake sykdom, dersom dette benyttes til vanning av vegetabiler. For sykdomsfremkallende mikroorganismer gjelder dette spesielt ved vanning av vegetabiler som skal spises uten forutgående behandling som kan inaktivere smittestoff.

For at Mattilsynet skal kunne utføre et enhetlig tilsyn og gjøre gode vurderinger relatert til virksomhetenes bruk av vanningsvann, er det behov for veiledende kvalitetskriterier for vanningsvann.

VKM har opprettet en arbeidsgruppe som har vurdert risiko knyttet til vannkilder og bruk av forskjellige vanningsmetoder.

Gruppen har konkludert med at:

- størst risiko for forurensning av vegetabiler representerer bruk av overflatevann, spesielt ved bruk av spreder.
- risiko for sykdom hos mennesker foreligger særlig for mikroorganismer der infektiv dose er lav (eksempelvis EHEC, *Campylobacter*, norovirus, parasitter).
- forekomst av spesifikke fekale indikatorbakterier viser at vannet har vært fekal forurenset og derfor *kan* inneholde patogene mikroorganismer som skilles ut med avføring selv om en slik sammenheng ikke er kvantitativ. Sammenhengen med forekomsten av patogene virus og parasitter er enda mindre entydig. Fekale indikatorbakterier vil heller ikke indikere nærvær av patogene mikroorganismer med en annen kilde enn varmblodige dyrs tarmtrakt
- som indikator på fersk fekal forurensning av vanningsvann, foreslås presumptiv *E. coli*. For å vurdere eldre fekal forurensning av vanningsvann, foreslås intestinale enterokokker som indikator.
- ved bruk av dryppvanning kommer ikke mikroorganismer i direkte kontakt med spiselige deler av vegetabiler over jorden. Derfor foreslås det ingen indikator for vanningsvannkvalitet ved dryppvanning.
- valg av vanningsmetode vil ha vesentlig betydning for nivået av forurensning.
- ved spredning av vanningsvann via luft blir konsentrasjonen av smittestoffer redusert i forhold til den initiale dose.
- en karenperiode etter siste vanning vil føre til reduksjon av de fleste patogene agens på grønnsaker, frukt og bær.
- det bør tas risikobaserte vannprøver, og det er en fordel om prøvene tas når det vannes, det vil si på tørre dager. Det vil gi det beste bildet av vannkvaliteten vegetabilene utsettes for. For overflatevann der det er forurensende aktivitet i nedbørfeltet, vil flere vannprøver i løpet av året være nødvendig for å vurdere risiko ved bruk av vanningsvann. Det bør tas flere prøver i perioder med mye nedbør og smeltevann.
- vegetabiler vannet med overflatevann utgjør ingen/ubetydelig helsemessig risiko knyttet til tungmetaller, persistente organiske miljøgifter og plantevernmidler.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	4
Bakgrunn	6
Oppdrag fra Mattilsynet	7
Innledning	8
Vannkilder	8
Vanningsmetoder	9
Betydningen av biofilm	10
Fareidentifisering	10
Farekarakterisering	12
Bakterier	12
Virus	14
Parasitter.....	15
Eksponeringsvurdering	17
Eksponering ved bruk av overflatevann og spredning på friland – «worst case scenario»	18
Risikokarakterisering	19
Tiltak som kan redusere risiko	19
Mikrobiologiske indikatorer	20
Forekomst av indikatorbakterier.....	21
Kjemiske farer	22
Rester av plantevernmidler i vanningsvann.....	22
Organiske miljøgifter og tungmetaller	23
Kunnskapshull	24
Svar på spørsmål	24
Referanser	26

Bakgrunn

Ved vanning av jordbruksvekster på friland i Norge brukes det som regel vann fra det offentlige ledningsnett eller borevann, samt vann fra innsjøer, elver eller vanningsdammer. Vannkilder kan noen ganger være påvirket av forurensing. Sykdomsfremkallende mikroorganismer og uønskede kjemiske stoffer i slikt vann kan forårsake sykdom, dersom dette benyttes til vanning av vegetabiler. For sykdomsfremkallende mikroorganismer gjelder dette spesielt ved vanning av vegetabiler som skal spises uten forutgående behandling som kan inaktivere smittestoff.

Gjeldende regelverk stiller ikke detaljerte krav til vanningsvannets hygieniske eller kjemiske kvalitet. Næringsmiddelhygieneforskriften jf. forordning 852/2004 vedlegg 1, pkt. 5 c) stiller følgende krav:

«Driftsansvarlige for næringsmiddelforetak som produserer eller høster planteprodukter, skal treffe egnede tiltak for, når det er relevant, å:

c) bruke drikkevann eller rent vann når det er nødvendig for å hindre forurensning,»

Rent vann er i henhold til samme forskrift definert som:

«Rent vann: Rent sjøvann og ferskvann av tilsvarende kvalitet»

Rent sjøvann er videre definert som:

«Rent sjøvann: naturlig, kunstig eller rensset sjøvann eller brakkvann som ikke inneholder mikroorganismer, skadelige stoffer eller giftig plankton i mengder som direkte eller indirekte kan påvirke næringsmidlenes hygieniske kvalitet,»

I 1994 ble rapporten *Kvalitetskrav for vann til jordvanning* utarbeidet av en tverrfaglig arbeidsgruppe nedsatt av STIL (Statens tilsynsinstitusjoner i landbruket). Rapporten tar i hovedsak for seg mikrobiologiske krav, men inneholder også betraktninger vedrørende kjemiske forurensninger. De mikrobiologiske kvalitetskravene i denne rapporten har vært vanskelig å overholde i praksis og er derfor i mindre grad blitt benyttet.

Det finnes også andre norske rapporter som tar for seg temaet, bl.a. SFTs *«Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann»* fra 1997 og NIVA-rapporten *«Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk-kjemiske parametere i innsjøer og elver, og egnethet for brukerinteresser»* fra 2008 som gir forslag til et nytt system for klassifisering av egnethet for jordvanning.

I landbruksnæringens eget kvalitetssystem, *«Kvalitetssystem i landbruket» (KSL)*, er det utarbeidet *retningslinjer* for grønnsaker, frukt og bær som skal spises rå (www.matmerk.no). Her stilles det bl.a. krav til at det ikke skal vannes med sterkt forurenset vann.

I retningslinjene står det også beskrevet at det skal som et minimum skal analyseres for *E. coli*, men det også kan være aktuelt å analysere for andre sykdomsfremkallende bakterier (f.eks. *Salmonella*). Dato for siste vanning før høsting skal dokumenteres, vannkildene skal sikres mot forurensning så langt det er praktisk mulig, og om mulig skal det unngås å vanne siste uke før høsting.

For at Mattilsynet skal kunne føre et enhetlig tilsyn og gjøre gode vurderinger relatert til virksomhetenes bruk av vanningsvann, er det behov for veiledende kvalitetskriterier for vanningsvann.

Oppdrag fra Mattilsynet

Mattilsynet ønsker at VKM med bakgrunn i eksisterende, ovenfor nevnte dokumentasjon og litteratursøk, skal vurdere risiko ved bruk av vanningsvann fra innsjøer, elver, borevann, vanningsdammer osv. til jordvanning av spiselige jordbruksvekster i Norge:

1. Mikrobiologisk risiko:

- a) Hvilken risiko er knyttet til de ulike vannkildene som benyttes til jordvanning?
- b) Hvor stor risiko er knyttet til overføring av smitte til vegetabler med vanningsvann i Norge?
- c) Med bakgrunn i risiko identifisert ovenfor, hvilke mikrobiologiske indikatorer bør legges til grunn ved vurdering av egnethet for vanningsvann til vegetabler?
- d) VKM bes om å rangere risikoen for sykdom (liten - middels - stor) relatert til mengden indikatorer som er tilstede i vanningsvannet, jf. punktet over.
- e) Hvor stor er den risikoreduserende effekten av ulike risikoreduserende tiltak? (F.eks. tidspunkt for vanningsstopp før høsting osv.)

2. Kjemiske farer

Mattilsynet ønsker at VKM lager en uttalelse, med bakgrunn i eksisterende, ovenfor nevnte dokumentasjon og litteratursøk og oppdatering av tabellen med krav til kjemisk vannkvalitet med parametere for metaller utarbeidet i rapport «Kvalitetskrav for vann til jordvanning» fra 1994.

Innledning

I de siste årene er det registrert flere sykdomsutbrudd der rå grønnsaker, frukt eller bær var smitekilden (www.utbrudd.no).

For å øke produksjonen blir ofte vanningsvann tatt i bruk ved dyrking av frukt- og grønnsaker, og den hygieniske kvaliteten av vanningsvannet er avgjørende for risiko for kontaminering med ulike smittestoff.

Mikrobiologisk risiko er også knyttet til spesifikke bær, grønnsaker eller frukt som har ulike egenskaper som påvirker evnen til å fange opp eller holde på vanningsvannet, og som gir ulike muligheter for overlevelse og vekst av patogener i phyllosfæren (deler av planter som er over bakken) (Heaton&Jones 2008). En bladsalat vil eksempelvis ha en stor overflate og vil fange opp og holde på vanningsvann i større grad enn en agurk. I tillegg representerer rå bær og frukt eller grønnsaker som spises rå eller uskrelt, en høyere risiko, fordi mulig kontaminerte overflater blir spist. Vekster nær bakken er mer utsatt for forurensning enn f. eks. frukttrær og bærbusker.

Generelt har vann fra overflatekilder en høyere risiko for forurensning enn vann fra grunnvannskilder. Behandlet vann fra vannverk, brukt stort sett til undervanning i veksthus, representerer mye lavere risiko

Hvordan vanningsvannet er påført spiller også en betydelig rolle. Sammenlignet med risiko fra vanningsvann fra spredere, gir drypp- og undervanning en lavere risiko. Dette fordi vannet under denne typen vanning ikke er i kontakt med spiselige deler av planten over jorden. I tillegg er vannet som brukes ved drypp- og undervanning ofte tilknyttet behandlet vann fra vannverk.

En annen viktig faktor er tid mellom bruk av vanningsvann og høsting. Risiko for inntak av sykdomsfremkallende mikroorganismer i mengder tilstrekkelig til å gi sykdom, er høyere når tiden mellom forurensning og innhøsting er kortere.

Vannkilder

Det finnes tre hovedkilder til vanningsvann: ubehandlet overflatevann, grunnvann og behandlet drikkevann.

Muligheten for forurensning er størst i overflatevannkilder fordi de er utsatt for forurensningskilder i nedbørsfeltet. Elver og bekker har således ofte uforutsigbar vannkvalitet fordi aktiviteter oppstrøms raskt kan endre forurensningsnivåene. En innsjø har pga. sedimentering gjennomgående bedre vannkvalitet enn bekkene og elvene som er innsjøens kilder..

Slam og sedimenter vil inneholde høyere nivåer av bakterier enn vann, og i perioder med kraftig nedbør, kan ekstra vanntransport virvle opp slam og sedimenter fra bunnen av bekker, elver eller dammer. Kraftig regn, flom, snøsmelting og lekkasje fra kloakksystemet vil også kunne føre til at avføring fra mennesker, husdyr og ville dyr i nedbørfeltet vaskes ut i vannkilden.

Grunnvann har gått gjennom en naturlig filtreringsprosess mens det renner gjennom jordlagene i en vanntavle. Det kan likevel forurenses via sprekker rundt uttaket. Generelt vil vanningsvann fra godkjente kommunale eller private vannverk og grunnvann gi den beste kvaliteten.

Tabell 1 gir en oppsummering av vannkvalitet fra ulike vanningsvannkilder.

Tabell 1. Variasjon i vannkvalitet som funksjon av vannkilden (OMARFA 2010)

Type vannkilde	Variasjon i vannkvalitet
Elv eller bekk	Høy
Dam fylt av vann fra bekk, grøft eller avrenning	Høy
Innsjø	Middels
Dam fylt med grunnvann, vann fra kilde eller brønn	Middels
Brønn som leverer direkte til vanningsystemet	Middels
Vann fra godkjente kommunale eller private vannverk	Lav

Selv om det foreligger oversikt over antall vanningsvannanlegg (Gartnerhallen 2014), vet man ikke per i dag hvor mye de forskjellige kildene til vanningsvann er i bruk. Det er stor variasjon i bruk av vanningsanlegg grunnet variasjoner i nedbørmengde i ulike sesonger. Resultater for kartlegging av bakteriologisk kvalitet for vanningsvann i 2012 og 2013 fra Gartnerhallen (2014), viser at det er god kvalitet på vanningsvann der vann fra ledningsnett eller grunnvann er kilden, mens overflatevann (innsjø, tjern, dam, elv, bekk) viser større variasjon i kvalitet.

Vanningsmetoder

Jordvanning kan defineres som kontrollert bruk av vann til jordbruksformål, gjennom menneskeskapte systemer for å levere vann når behovet ikke er dekket ved naturlig nedbør. Det er mange ulike vanningsmetoder i bruk, men i Norge er det mest vanning med spredere eller ved dryppmetoder (STIL 1994, Tryland 2013). Følgende teknikker for vanning er aktuelle:

- **Spreader:** Et jordvanningssystem hvor vann under trykk blir fordelt ved hjelp av perforerte rør eller dyser slik at det dannes et sprøytemønster. I Norge blir dette systemet oftest brukt på frilandsavlinger, ofte ved vanningsmaskiner som trekker en storspreder over arealet eller «småspredere» ved manuell flytting. Dette er systemer som kan brukes på grønnsaker, bær og frukt, rotvekster og knoller, fôrvekster og prydevekster. Når denne metoden brukes, vil vann komme i direkte kontakt med spiselige plantedeler, også slike som ikke vokser nær bakken. I tillegg kan vann sprute opp fra bakken og kontaminere vekster nær bakken med jord.
- **Drypp:** Et jordvanningssystem der vann under lavt trykk tilføres rotsonen ved hjelp av ulike applikatorer som er plassert enten på eller under jordoverflaten. Dette systemet blir oftest brukt på bær og frukt, samt i veksthus.
- **Undervanning:** Bruk av vanningsvann under jordoverflaten, enten ved å øke vannspeilet i eller i nærheten av rotsonen eller ved hjelp av et nedgravd perforert eller porøst rørsystem.

Det finnes også andre metoder for å vanne avlinger, men disse er sjeldne i Norge. Her kan nevnes:

- Center Pivot: det er et automatisert sprinkleranlegg med roterende sprinklerrør eller en bom som leverer vann til sprinklerhoder eller dyser. Vanningsvannet tilføres dreiepunktet i systemet og vannet sprøytes eller risles ned på plantene. Vannet tilføres med en jevn hastighet ved progressiv økning av dysestørrelsen fra dreiepunktet til slutten av røret.
- Traveling Gun: det er et sprinkelsystem som består av et stort munnstykke som roterer og er selvgående. Navnet på vanningsteknologien kommer av at basen er på hjul og blir beveget automatisk eller er festet til en støttetråd.
- Oversvømming: Ved denne metoden dekkes hele jordoverflaten med vanningsvann som så dreneres vekk etter hvert.
- Fure: Ved furemetoden blir vanningsvannet pumpet i furer eller rader med tilstrekkelig kapasitet, eller distribuert av tyngdekraften.

Betydningen av biofilm

Biofilm er en kompleks blanding av mikrober og organisk/uorganisk materiale som dannes i en mikrobielt produsert organisk polymermatrise festet til den indre overflaten av distribusjonssystemet. Dannelse av biofilm i vanningsanlegg er et velkjent fenomen, og spesielt dryppvanningsystemer er utsatt for begroing og tilstopping fordi vannets hastighet er lav (Ravina et al. 1992, Taylor et al. 1995, Dehghanisani et al. 2004, Cararo et al. 2006). Nye studier har vist at biofilm i distribusjonssystemer for drikkevann kan inneholde patogene bakterier (September et al. 2007) og virus (Skraber et al. 2005).

Fareidentifisering

Vann kan bli forurenset av en rekke smittestoff familjø, ville dyr, husdyr, mennesker og kloakkavrenning (FAO&WHO 2008, EFSA 2014). Bare smittestoff som er relevante for norske forhold er vurdert.

Tabell 2. Bakterier, kilder til forurensing av vanningsvann og generell forekomst i Norge

Bakterier som kan kontaminere vanningsvann	Hvor kommer bakterier fra i vanningsvann	Forekomst i Norge (Østerås et al. 2011)
Tarmpatogene <i>Escherichia coli</i> (EHEC, aEPEC)	Fekal forurensning fra dyr/mennesker	Endemisk med lav prevalens. Betydelig enzootisk nivå blant sau
Tarmpatogene <i>E. coli</i> (ETEC, EIEC)	Fekal forurensning fra mennesker	Ikke endemisk, men kan forekomme i avløpsvann fra personer smittet utenlands
<i>Salmonella</i>	Fekal forurensning fra dyr/mennesker	Endemisk med lav prevalens. Lavt enzootisk nivå blant måker, småfugl og piggsvin
<i>Salmonella</i> Typhi og Paratyphi	Fekal forurensning fra mennesker	Ikke endemisk, men kan forekomme i avløpsvann fra personer smittet utenlands
<i>Campylobacter</i>	Fekal forurensning fra	Endemisk med lav prevalens. Betydelig enzootisk nivå blant ville

	dyr/mennesker	og domestiserte fugler og pattedyr
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Fekal forurensning fra mennesker eller gris	Endemisk med lav prevalens. Betydelig enzootisk nivå blant gris
<i>Shigella</i> spp.	Fekal forurensning fra mennesker	Ikke endemisk, men kan forekomme i avløpsvann fra personer smittet utenlands
<i>Listeria monocytogenes</i>	Miljø	Endemisk med lav prevalens. Bakterien er ubikvitær

Tabell 3. Virus, kilde til forurensning av vanningsvann og generell forekomst i Norge

Virus som kan kontaminere vanningsvann	Hvor kommer virus fra i vanningsvann	Forekomst i Norge
<i>Norovirus</i>	Fekal forurensning fra mennesker	Endemisk med høy prevalens, særlig i den kalde årstid
<i>Rotavirus</i>	Fekal forurensning fra mennesker, muligens også fra husdyr	Endemisk med middels prevalens
Hepatitt A-virus	Fekal forurensning fra mennesker	Endemisk med lav prevalens

Tabell 4. Parasitter, kilde til forurensning av vanningsvann og generell forekomst i Norge

Parasitter som kan kontaminere vanningsvann	Hvor kommer parasitter fra i vanningsvann	Forekomst i Norge
<i>Fasciola hepatica</i>	Mange endeverter – stadier før mennesker kommer fra vannsnegler	Er enzootisk hos sau i noen områder
<i>Ascaris</i> spp.	Gris, mennesker	Endemisk hos gris
<i>Toxocara</i> spp.	Hund, katt	Endemisk
<i>Balantidium coli</i>	Gris, mennesker	Ukjent
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Forskjellige inkl. storfe (kalv), småfe (lam, killing), mennesker	Endemisk med antatt lavt nivå. Betydelig enzootisk nivå
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Mennesker	Minimalt (ikke endemisk)
<i>Entamoeba histolytica</i>	Mennesker	Minimalt (ikke endemisk)
<i>Giardia duodenalis</i>	Mennesker, også mulig fra flere andre pattedyr	Endemisk med antatt lavt nivå
<i>Toxoplasma gondii</i>	Fekal forurensning fra kattedyr	Betydelig enzootisk nivå blant katt

Farekarakterisering

Det er registrert flere utbrudd i Norge der i hovedsak importerte vegetabiler har vært kilden til smitte (FHI 2013a, FHI 2014c). Det er kun registrert ett utbrudd knyttet til norsk-produserte vegetabiler (*E. coli* O157:H7 i salat (Mattilsynet 2010, FHI 2014d).

Bakterier

***Escherichia coli*:** *E. coli* utgjør en normal del av tarmfloraen hos mennesker og varmblodige dyr. Bakterien finnes i høye konsentrasjoner i kloakk og naturgjødsel. Det finnes flere varianter som fremkaller sykdom hos mennesker. Den alvorligste varianten er enterohemorragisk *E. coli* (EHEC), men en rekke undersøkelser kan tyde på at risikoen for smitte fra storfe eller storfekjøtt til mennesker er liten i Norge (Hofshagen 1999-2009). En toårig kartlegging av tarmpatogene *E. coli* i norske sauebesetninger viser at *E. coli* ble påvist hos 18 % av de undersøkte besetningene. Forekomst av EHEC-stammer blant sau er betydelig og vidt utbredt geografisk (Sekse et al. 2011).

De øvrige tarmpatogene variantene er vanligvis humanspesifikke, og prevalensen i Norge er stort sett svært lav (FHI 2005b).

E. coli kan overleve lenge i miljøet. En studie har påvist *E. coli* O157:H7 etter 154-217 dager i jordsmonn tilført kontaminert kompost og ble påvist i salat og persille henholdsvis 77 og 177 dager etter utplanting (Islam et al. 2004).

Den infektive dosen for EHEC er lav, kanskje 10 til 100 bakterier (FHI 2005b, FDA 2012).

Kun ett utbrudd av *E. coli* O157 er koblet til norske vegetabiler. Dette utbruddet i 1999 omfattet fire pasienter, og forurenset, økologisk salat var den mest sannsynlige smitekilden (Mattilsynet 2010, FHI 2014d).

***Salmonella*:** Mennesker og dyr kan være friske bærere av bakterier i slekten *Salmonella* som også kan forårsake bl. a. gastroenteritt hos vertene. *Salmonella*-bakterier som tilføres miljøet fra mennesker og dyr kan overleve og formere seg i vann og sedimenter. *Salmonella* har oftest en fekal-oral smittevei, blant annet gjennom kontakt med forurenset vann (Stenstrom 1989, Winfield&Groisman 2003, FDA 2012).

Salmonella rangeres på andre plass etter *Campylobacter* blant registrerte årsaker til bakteriell gastroenteritt i Norge. Den infeksiøse dosen for salmonellose er som regel høy, unntaksvis kan et lavt antall bakterier være tilstrekkelig i enkelte matvarer (FHI 2005c).

Bakterier i slekten *Salmonella* er sjeldne blant norske landdyr, med unntak av ville fugler og piggsvin som ofte er friske bærere. Smitte fra disse reservoarene er hvert år årsak til en rekke sykdomstilfeller blant mennesker, og epizootier blant småfugl (Hofshagen 1999-2009). Indirekte smitte via drikkevann er vist (Kapperud et al. 1998).

Det er vist at *Salmonella* kan overleve opp til 40 dager på grønnsaker (STIL 1994).

Det er så langt ingen registrerte utbrudd av *Salmonella* som kan kobles til norske grønnsaker.

***Campylobacter*:** *Campylobacter* er den vanligst registrerte årsaken til bakteriell gastroenteritt i befolkningen i Norge. Fugler og pattedyr kan være friske smittebærere (Kapperud 2007a). Det er høy prevalens hos storfe, sau, gris og ville fugler. Hund og katt kan også være bærere (Kapperud 2008). Prevalens hos slaktekylling i Norge er lav sammenlignet med andre land, mens denne er noe høyere hos høns og kalkun (Hofshagen 1999-2009). Ikke-desinfisert

drikkevann er vist å være den vanligste smitekilden i Norge, og en betydelig andel av smitten fra landdyr skjer indirekte via drikkevann (Brennhovd 1991).

Campylobacter er vist å kunne overleve opp til 42 dager i vann (Buswell et al. 1998).

Campylobacter formerer seg ikke i næringsmidlene, men den kan likevel forårsake sykdom fordi smittedosen er svært lav.. Generelt trengs det omtrent 10^4 *Campylobacter* for å gi sykdom hos mennesker, men i forsøk er så få som 500 bakterier vist å kunne gi sykdom (FHI 2005a, FDA 2012, FHI 2014d).

Det finnes ikke registrerte utbrudd av *Campylobacter* som kan kobles til norske grønnsaker.

***Yersinia enterocolitica*:** Grisen er eneste reservoardyr for humanpatogene varianter av bakterien (Nesbakken 1991, Kapperud 2007b, Nesbakken 2009). Grisen er frisk bærer. Mikrobiologiske undersøkelser viser at norske slaktegris regelmessig og med høy prevalens er bærere av humanpatogene *Y. enterocolitica* (Nesbakken 1991, Nesbakken 2009).

Y. enterocolitica er nummer fire blant årsakene til de registrerte tilfellene av bakteriell diarésykdom i befolkningen, etter *Campylobacter*, *Salmonella* og *Shigella*. Om lag 20-40 % av pasientene blir smittet i utlandet (Vold et al. 2011).

Bakterien formerer seg meget godt i matvarer ved kjøleskapstemperatur, også under frysepunktet, og den overlever godt i miljøet (Kapperud 2007b). I 2011 hadde vi et utbrudd der salat importert fra Italia var smitekilden (FHI 2005d).

***Shigella*:** genus har fire species; *S. dysenteriae*, *S. boydii*, *S. flexneri* og *S. sonnei*. De to førstnevnte er de alvorligste (den mest alvorlige er *S. dysenteriae* type 1) og forekommer oftest i utviklingsland, de to sistnevnte gir vanligvis mildere sykdomsbilder og er de hyppigst forekommende i Norge. Reservoar for bakterien er kun mennesker. I dag opptrer sykdommen i Norge vanligvis som importtilfeller. Innenlandssmitte kan forekomme, enten som sekundærtillfeller til pasienter som er smittet i utlandet eller i forbindelse med importerte, forurensede næringsmidler (FHI 2014a, FHI 2014b).

Shigella har lav infeksjonsdose, ned til 10 to 100 bakterier (Weir 2002).

***Listeria monocytogenes*:** *L. monocytogenes* er vidt utbredt i miljøet og fins i jord, vegetasjon, vann, kloakk og hos noen husdyr på huden og i tarmen blant annet som følge av forekomst i silo og annet fôr. Vegetabilier kan bli forurenset med *L. monocytogenes* fra jord, vann og gjødsel. Direkte smitte fra dyr til mennesker er lite aktuelt, fordi den infektive dosen for friske voksne er høy, mens den for utsatte grupper kan være mindre enn 10^3 bakterier (FDA 2012, FHI 2014d).

Listeriose hos mennesker er en sjelden, men svært alvorlig sykdom med høy dødelighet. Sykdommen rammer vesentlig to grupper, henholdsvis eldre med svekket immunforsvar og fostre.

L. monocytogenes kan overleve opp til 120 dager i kaldt vann ved 4 °C og minst 40 dager ved 20 °C (Budzinska et al. 2012).

Det finnes ikke registrerte utbrudd av *L. monocytogenes* som kan kobles til norske grønnsaker.

***Cyanobakterier*:** også kjent som blågrønnalger, er en gruppe fotosyntetiske bakterier som finnes på land, i innsjøer, elver, dammer, elvemunninger og sjøvann. Cyanobakterier formerer seg raskt når vannet er varmt og beriket med næringsstoffer som fosfor eller nitrogen bl. a. fra gjødsling. Visse arter av cyanobakterier kan produsere giftstoffer som kan påvirke huden, lever, hjerte, mage-tarmkanalen, nerver og muskler hos dyr eller mennesker.

Bruker man vanningsvann med algeblomstring, kan overflaten av blader, frukt og grønnsaker forurennes, noe som kan føre til sykdom hos mennesker. Spesielt utsatt er salat og kål, der vann kan samle seg på bladoverflater og etterlater en tørket, konsentrert rest. Dette gjelder også druer, jordbær, tomater og andre salatgrønnsaker, der toksinene kan bli oppkonsentrert på overflater. Giftstoffer produsert av blågrønnalger er varmemestabile og blir ikke deaktivert ved varmebehandling. Forskning har vist at tørkede celler fra cyanobakterier kan forbli giftige i flere måneder.

Virus

De viktigste mat- og vannbårne virale agens er norovirus, sapovirus, hepatitt A- og E-virus, aichivirus, adenovirus, rotavirus og astrovirus. I denne sammenheng vil norovirus, rotavirus og hepatitt A-virus bli diskutert.

Norovirus

Norovirus forårsaker årlig store utbrudd i alle aldersklasser i normalbefolkningen, i barnehager, skoler og i helseinstitusjoner. I Norge regnes infeksjoner med norovirus som den vanligste årsaken til mage-tarminfeksjoner, og i perioden 2006 til 2012 forårsaket norovirus 32% av de 432 utbruddene som ble registrert (FHI 2013b, FHI 2013a, FHI 2014c). Flere utbrudd med norovirus fra importerte vegetabilier er registrert. Dette var utbrudd knyttet til Lolloalat importert fra Frankrike i 2010 og fryste bær i 2013 og 2014.

Det er ikke kjent om norovirus forårsaker infeksjoner hos dyr. Imidlertid er enkelte norovirusgentyper funnet hos dyr, som dermed kan representere et mulig reservoar for virus, uten at zoonotisk smitte så langt er vist. I tempererte områder er infeksjonsraten særlig stor i den kalde årstiden (Patel et al. 2008). Infektiv dose regnes å være helt ned til 10 viruspartikler, og typisk inkubasjonstid er mellom 12 og 48 timer, men en inkubasjonstid på noen få timer er også registrert (FHI 2014c). De fleste smittes ved person-til-person kontakt (fekal-oral eller oral-oral smitte). I den aktive fasen har avføring og oppkast høye konsentrasjoner av norovirus, og antall på 10^{11} viruspartikler/g er rapportert (Gerba et al. 2013).

Siden det i den aktive fasen vil bli utskilt rikelige mengder virus fra pasienten, kan det forventes at ubehandlet kloakk vil inneholde norovirus i høye konsentrasjoner. Vanlige rensemetoder for kloakk kan redusere konsentrasjonen av virus, men det vil ikke være mulig å eliminere virus fullstendig. Fra internasjonal litteratur er det rapportert påvisning av norovirus i kloakk i konsentrasjoner på opptil 10^4 partikler/g (Gerba et al. 2013). Ved utilstrekkelig håndtering av kloakk, særlig ved lekkasjer i ledningsnett og i perioder med mye nedbør, øker faren for at smittestoff, inkludert norovirus kan kontaminere kilder for vanningsvann (Nygard et al. 2007).

Det er knyttet usikkerhet til hvor lenge norovirus beholder sin infeksjonsevne i miljøet. Det ser likevel ut til å være enighet om at norovirus beholder denne lenger enn vanlig forekommende tarmbakterier, og dermed også lenger enn indikatororganismer for fekal forurensning. I tillegg kan konsentrasjonen av virus i fekalt forurenset ferskvann eller sjøvann være betydelig høyere enn det en vil finne for indikatororganismer, slik at sistnevnte kan bli fortynnet til ikke påvisbare konsentrasjoner samtidig som virus finnes i betydelige konsentrasjoner.

Rotavirus

Rotavirus forårsaker akutt magetarminfeksjon, særlig hos barn under tre år. Norges medisinsk-mikrobiologiske laboratorier rapporterer årlig mellom 500 og 600 positive prøver

for rotavirus (FHI 2014d). I Norge er rotavirus den viktigste årsaken til at småbarn med diaré blir innlagt på sykehus. Kontaktsmitte fra person til person ser ut til å dominere, men smitte gjennom drikkevann forekommer også. Inkubasjonstiden er én til to dager, og typiske symptomer inkluderer diaré, oppkast og feber. Symptomene varer vanligvis en ukes tid, og pasienten kan være smitteførende i opptil syv dager etter sykdomsdebut. Avføring og oppkast har høye konsentrasjoner av rotavirus, og et antall på 10^{11} viruspartikler/g avføring er rapportert (Ruggeri&Fiore 2013).

Ulike grupper husdyr og dyr fra ville populasjoner kan representere et reservoar for rotavirus. Særlig er det antatt at drøvtyggere, hovdyr og gris kan ha spesielle genetiske varianter av rotavirus som representerer et mulig smittepress for mennesker (Ruggeri&Fiore 2013).

Pasienter med rotavirusinfeksjon vil skille ut virus i minst syv dager etter debut av symptomer. Det kan forventes at rotavirus vil være tilstede i kloakk og bare delvis bli eliminert ved kloakkrensing. Selv i rensed kloakk er det fra litteraturen rapportert om rotaviruskonsentrasjoner opp til $2,9 \times 10^1$ PDU (plakkdannede enheter) /g (Gerba et al. 2013). Gjennom lekkasjer og overløp i offentlige kloakksystemer og utslipp fra private avløpsanlegg i spredt bebyggelse, kan en ikke se bort fra at rotavirus kan være tilstede i varierende konsentrasjoner i kilder for vanningsvann, men i Norge kan problemet ansees som lite.

Hepatitt A virus

Infeksjoner med hepatitt A-viruset (HAV) kan hos mennesker gi gulsott, feber, nedsatt appetitt og generelt ubehag (Pinto&Bosch 2013). Inkubasjonstiden er mellom 15 og 50 dager og sykdomsforløpet er normalt ikke lenger enn to måneder. Mat- og vannbårne utbrudd med hepatitt A forekommer sjelden i Norge, men det er registrert flere slike utbrudd i Europa der blant annet soltørkede tomater og fryste bær har vært involvert. Et utbrudd i det de nordiske land, som sannsynligvis kan knyttes til fryste jordbær, ble registrert i 2012 (Anon. 2013). I 2013 ble det rapportert om et utbrudd som omfattet mange europeiske land, bl.a. Norge, og som sannsynligvis skyldtes fryste bær importert til Europa (FHI 2014d). Dette utbruddet pågår fremdeles.

Viruset er meget stabilt og kan beholde sin infektivitet utenfor kroppen i lang tid. Det er oppgitt at HAV beholder sin smitteevne i tørket tilstand i mer enn 30 dager, i kontaminert jord og sedimenter mer enn 3 måneder, og i vann i opptil 10 måneder (FHI 2014d).

Avføring fra pasienter med aktiv HAV-infeksjon vil inneholde virus, og det kan forventes at HAV kan være tilstede i rensed og urensed kloakk. Det er uvisst hvor stort smittepress dette representerer i Norge, men det lave antallet innenlandssmittede via norske matvarer og vann, taler for at dette problemet er lite.

Parasitter

Grønnsaker kan bli forurenset med en rekke ulike parasitter via kontaminert vanningsvann. Slike parasitter inkluderer bendelorm (*Taenia* spp, *Echinococcus* spp.), iker (*Fasciola hepatica*), nematoder (*Ascaris* spp., *Toxocara* spp.) og flere protozoer fra ulike slekter, inkludert *Cryptosporidium* spp., *Giardia duodenalis*, *Balantidium coli*, *Entamoeba histolytica*, *Cyclospora cayetanensis*, og *Toxoplasma gondii*. De fleste parasitter med fekal-oral smittevei har svært robuste stadier i miljøet.

Forekomsten av disse parasittene i vanningsvann er avhengig av kilder og mulighet for kontaminering (Tabell 4). Som eksempel er vanningsvann bare en av flere mulige kilder for *Toxoplasma* oocyster i vegetabiler, og det er bare katter eller andre kattedyr som kan kontaminere vannet med *Toxoplasma* -oocyster. For egg av *Echinococcus* spp. er det hund eller rev som er den vanligste kilden, og for *Cyclospora* er kontaminering fra mennesker eller

humankloakk aktuelt. Men for *Cryptosporidium* kan kontaminering komme fra mennesker, storfe (spesielt kalv), eller en rekke andre dyr som lam, kanin eller elg.

I Norge er det sannsynligvis *Cryptosporidium* spp. som representerer den største trusselen for spredning med vanningsvann. Dette skyldes at mange mulige kontamineringskilder er registrert, at oocystene er svært robuste og at smittestoffet er kjent som zoonotisk. I tillegg til *Cryptosporidium*, er også *Ascaris*, *Toxocara*, *Giardia* og *Toxoplasma* inkludert i denne risikovurderingen som aktuelle parasitter for spredning via vanningsvann under norske forhold.

***Ascaris* spp.**

Det er ennå ikke avklart om *Ascaris suum* (hos gris) og *Ascaris lumbricoides* (hos mennesker) er to ulike arter. *A. suum*-infeksjon hos gris er relativt vanlig i Norge, mens *Ascaris* infeksjon hos mennesker er sjelden. Siden de fleste griser i Norge holdes innendørs, er muligheter for kontaminering av vannkildene med *Ascaris*-egg ganske liten, men kan skje ved gjødselspredning. Infektiv dose er ukjent, men teoretisk sett vil kun ett egg være tilstrekkelig til å gi infeksjon. Eggene er veldig robuste og kan derfor overleve lenge i miljøet, inkludert på vegetabiler.

Infeksjon med *Ascaris* der gulrøtter har vært mistenkt som smittekilde, er blitt rapportert fra Finland. Disse gulrøttene var importert, og det var ingen informasjon om mulig smitte via vanningsvann (Raisanen et al. 1985).

***Toxocara* spp.**

Toxocara spp. (*Toxocara canis* og *T. cati*) er vanlige nematoder hos hund og katt i Norge, men smitte til menneske er ukjent. Dette kan skyldes at de fleste infeksjoner hos mennesker er asymptomatiske, og forekomsten kan følgelig bli betydelig undervurdert. En infisert valp kan skille ut flere tusen egg per dag. Disse embryonerer i miljøet (1-2 uker) før de blir infektive. Eggene er veldig robuste og kan overleve lenge i miljøet. Infektiv dose er ukjent, men teoretisk sett vil kun ett embryonert egg være tilstrekkelig. Det foreligger lite informasjon om forekomst av *Toxocara*-egg i vanningsvann i Norge. Det er blitt rapportert forekomst av *Toxocara*-egg fra vann brukt i tyrkisk jordbruk (Kozan et al. 2007), men kontaminering av grønnsaker fra vanningsvann ble ikke vist.

***Cryptosporidium* spp.**

Infeksjoner med *Cryptosporidium* spp. hos husdyr i Norge er ganske vanlig (Hamnes et al. 2006), og det har vært flere utbrudd blant mennesker i Norge knyttet til kontakt med kalv, lam, og killing (Robertson et al. 2006, Rimseliene et al. 2011, Lange et al. 2013).

Tusenvis av infektive oocyster skilles ut fra smittebærere (opptil $10^7/g$), og disse kan overleve månedsvis i miljøet, spesielt når det er kjølig og fuktig. Infektiv dose varierer med art og verten tilstand, og varierer mellom 10-1000 oocyster. I Sverige har det vært noen store utbrudd av vannbåren kryptosporidiose via kontaminering fra kloakk. Selv om utbrudd knyttet til kontaminerte grønnsaker ikke er like vanlig som vannbårne utbrudd, er muligheten for kontaminering via vanningsvann ganske stor. I internasjonal litteratur er det ofte rapportert om kontaminering av vanningsvann med *Cryptosporidium*-oocyster. I en studie fra Spania ble det påvist *Cryptosporidium* både i vanningsvann og de vannede grønnsakene (Amorós et al, 2010). I en tilsvarende studie i Norge (Robertson&Gjerde 2001), ble *Cryptosporidium*-oocyster påvist i vanningsvann, men ikke i salat vannet med dette vannet. *Cryptosporidium*-oocyster er veldig robuste (men ikke så robuste som *Ascaris*- og *Toxocara*-egg), og muligheten for overføring av infektive oocyster til grønnsaker med vanningsvann er relativt stor. Det har vært flere utbrudd knyttet til grønnsaker der vanningsvann er en mulig

kontamineringskilde (Robertson&Chalmers 2013), men ingen registrerte i Norge. Behandling av kryptosporidiose er problematisk, særlig for immunsupprimerte.

Giardia duodenalis

Norges medisinsk-mikrobiologiske laboratorier rapporterer ca. 250 positive prøver for *Giardia duodenalis* årlig (FHI 2014d), og en stor del av disse er smittet i utlandet. Men smitte i Norge er heller ikke helt uvanlig. Det var et stort utbrudd knyttet til en av drikkevannskildene i Bergen i 2004 (FHI 2014c). En vurdering av det zoonotiske potensiale for *Giardia duodenalis* er komplisert, siden arten omfatter minst åtte genotyper (A-H) som også deles inn i undertyper. To av genotypene, A og B, finnes både hos mennesker og andre pattedyr (men er mest vanlig hos mennesker), mens de øvrige typene (C-H) bare opptrer hos én eller noen få pattedyrarter, og ikke hos mennesker. Selv om det i litteraturen ofte blir rapportert om kontaminering av vanningsvann med *Giardia*-cyster, finnes det lite informasjon om hvilke genotyper som er funnet, og derfor er det ukjent om de er infektive for mennesker eller ikke. Selv om *Giardia*-cyster er ganske robuste, og kan overleve i flere uker i kjølig og fuktig miljø, er de ikke så robuste som *Cryptosporidium*-oocyster. Det er sjelden at utbrudd forårsaket av *Giardia* kan knyttes til grønnsaker, og i slike tilfeller har kontamineringen oftest kommet fra personen som har laget maten.

Infektiv dose er antatt å være i størrelsesorden 10 cyster, men i teorien er én cyste nok til å forårsake sykdom.

Toxoplasma gondii

Smitte av mennesker med *Toxoplasma gondii* kan skje på forskjellige måter, inkludert transplacentalt, etter konsum av rått eller ufullstendig varmebehandlet kjøtt og kjøttprodukter, særlig fra sau og gris, samt ved inntak av oocyster via kontaminert vann, jord eller grønnsaker. Disse oocystene skilles ut i avføring fra endeverten, som i dette tilfellet er katter eller andre kattedyr. I Norge er det vist at omlag 25 % av kattene har vært eksponert for *Toxoplasma* (Kapperud 1978). Det er viktig å merke seg at utskilling av oocyster fra verten er begrenset i tid, men at det i utskillingsperioden blir frigjort millioner oocyster til miljøet. Infektiv dose hos mennesker er ukjent, men studier med dyr indikerer at den kan være så lav som en oocyste. Oocystene er veldig hardføre, og de kan overleve flere måneder i miljøet og er samtidig resistente mot frysing. Vannbårne utbrudd av toxoplasmose er rapportert fra Brasil, India og Canada. Derfor kan disse oocystene også kontaminere vanningsvann og dermed grønnsaker, selv om dette ikke har vært rapportert. Årsaken til denne mangelen på data er sannsynligvis at det, i motsetning til for *Giardia* og *Cryptosporidium*, ikke foreligger standardmetoder for påvisning av *Toxoplasma*-oocyster i vann. Konsum av rå grønnsaker eller frukt som ikke er vasket, er blitt identifisert som en av risikofaktorene for *T. gondii*-infeksjon blant gravide i Norge (Kapperud et al. 1996).

Eksponeringsvurdering

Eksponering av vegetabiler til forurensning via vanningsvann, er avhengig av både vannkilden, vanningsmetoden, vanningsstidspunkt i forhold til høsting, hvilke produkter det er snakk om samt forhold knyttet til jordbunn og klima (STIL 1994).

I Norge er det mest vanlig å vanne med spredere eller med dryppmetoder. Ved bruk av drypp påføres vann under lavt trykk direkte til rotsonen av planter ved hjelp av ulike applikatorer som er plassert enten på eller under jordoverflaten. Dette systemet blir oftest brukt på bær, frukt og i veksthus. Dryppvanning representerer minimale muligheter for forurensning av spiselige deler over jorden. Bakterier og virus vil ikke tas opp av rotsystemet dersom dette er

uskadd og friskt. Eventuelle mikroorganismer som tas opp av rotsystemet vil sannsynligvis ikke bli transportert til de spiselige delene av planten over jorden (Hirneisen et al. 2012).

Ved bruk av spreder blir vann under trykk fordelt ved hjelp av perforerte rør eller dyser, slik at det dannes et sprøytemønster. Dette systemet blir oftest brukt i Norge på frilandsavlinger. Ved denne metoden vil vann komme i direkte kontakt med spiselige deler over bakken og forårsake forurensning med eventuelle patogene mikroorganismer som stammer fra vannkilden. I tillegg kan vann sprute opp fra bakken og forurense plantene med patogener fra jord. Bruk av spreder representerer dermed en større risiko for forurensning av vegetabler enn dryppmetoder. Spredningsmetoder vil derfor bli vurdert videre i denne risikovurderingen.

Mennesker vil i varierende grad bli eksponert for smittestoffer avhengig av egenskaper ved vegetabilene. En kan regne eksponering fra bladgrønnsaker, ferske krydderurter og bær som størst dersom disse spises uten tilstrekkelig dekontaminering (STIL 1994). Rotvekster vil også bli kontaminert ved bruk av forurenset vanningsvann.

Eksposering ved bruk av overflatevann og spreder på friland – «worst case scenario»

Ved vanning er forurensning fra vannkilden bundet i dråper og partikler. Transport og uttynningsmekanismer i en sky bestående av aerosoler og dråper er en meget komplisert prosess. Dråper fordamper, de kolliderer, noen av kollisjonene fører til sammensmelting slik at dråpespekteret hele tiden forandrer seg (Wallace&Hobbs 1997).

I tørt, varmt vær fordamper dråper. Fortest fordamper de små dråpene, siden de har stor overflate i forhold til volumet. Smittestoffene forblir imidlertid i restkjernen, dermed blir det mer smittestoffer knyttet til små partikler. En dråpe som mister vann ved fordamping, tar med seg sitt innhold av smittestoffer, samtidig som fallhastigheten avtar (Lassen et al. 2009). Slike dråpekjerner kan, i form av aerosoler, spres over lange avstander, avhengig av vær og vindretning.

Det er knyttet stor usikkerhet til modellering og beregning av spredning og reduksjon i konsentrasjon av mikroorganismer ved vanning. Det er grunn til å anta at konsentrasjonen av mikrober i vanningsvann vil bli redusert i størrelsesorden en log-enhet i forbindelse med spredning, slik det tidligere er blitt vist ved spredning av gylle (Lassen et al. 2009) Det er derfor grunn til å anta at det vil foreligge en tilsvarende reduksjon av eventuelle patogene mikrober på vegetabilene som vannes i forhold til konsentrasjonen i vanningsvannet.

Etter forurensning kan konsentrasjon av mikroorganismer på vegetabler reduseres på grunn av uttørking og ultrafiolett (UV) lys avhengig av værforhold, tid på døgnet og type vegetabler. Ved høyere luftfuktighet vil reduksjonen være lavere. Hos bladvekster som kan lukke seg (bladgrønnsaker og ferske krydderurter) vil kjernen bevare høyere fuktighet og beskytte smittestoffer mot UV-lys. Studier har også vist at bakterier også kan vokse på bladvekster for eksempel ved skader på plantene (Heaton&Jones 2008).

Endelig konsentrasjon av mikroorganismer som mennesker er eksponert for vil som regel bli lavere enn infektiv dose for de fleste mikroorganismer (10^3 - 10^6) unntatt for EHEC/STEC, norovirus og parasitter som har en infektiv dose i størrelsesorden 10^1 (Lassen et al. 2009).

Parasittene i overføringsstadiene og virus er robuste og kan derfor overleve lenge i miljøet og på vegetabler.

Risikokarakterisering

Risiko for human helse knyttet til vegetabiler som er forurenset med mikroorganismer fra vanningsvann, er en funksjon av forekomst og konsentrasjon av smittestoffer, vær og klima, vanningsmetode, overlevelsessevne, tid mellom siste vanning og høsting, type vegetabiler, høstingsmetoder, behandling av produsent, distributør og forbruker og forbrukerens helsetilstand.

Figur 1 viser risikoprofil for aktuelle smittestoffer.

Alvorlighetsgrad av sykdom	Svært alvorlig	<i>Toxoplasma gondii</i> <i>Listeria monocytogenes</i> EHEC		
	Middels alvorlig	Hepatitt A-virus <i>Entamoeba</i> spp. EIEC, <i>Toxocara</i> <i>Francisella tularensis</i>	<i>Salmonella</i> <i>Giardia</i> spp. <i>Cryptosporidium</i> spp. <i>Yersinia enterocolitica</i> Rotavirus Hepatitt A aEPEC	<i>Campylobacter jejuni</i>
	Mindre alvorlig	ETEC, <i>Ascaris</i>	<i>Cyclospora</i>	Norovirus
		Uvanlig	Sjelden	Vanlig

Figur 1. Risikoprofil for aktuelle smittestoffer som kan overføres til mennesker fra vegetabiler. Tilpasset fra (Mattilsynet 2010)

Farekarakterisering og eksponeringsvurdering viser at det er størst risiko for overføring av smitte via vegetabiler for mikroorganismer med lav infektiv dose (*Campylobacter*, EHEC, norovirus og parasitter).

Tiltak som kan redusere risiko

Valg av vanningsmetode kan redusere forurensning og dermed risiko for smitte til forbrukeren. Det er en fordel at vannet ikke kommer i direkte kontakt med de spiselige delene av vegetabiler, derfor vil dryppvanning redusere muligheten for forurensning (STIL 1994).

Karenstiden mellom siste vanning og innhøsting av vegetabiler reduserer nivået av mikrobiell forurensning. Per i dag finnes det ingen krav til karenstid, hverken i regelverk eller i bransjeretningslinjer. En utredning fra 1994 beskriver varierende overlevelsessevne av patogene mikroorganismer der de fleste trolig dør etter to uker på grønnsaker, frukt og bær (STIL 1994). Parasitter og enterovirus har lengst overlevelse (Feachem et al. 1983).

Der store innsjøer benyttes som vannkilde bør tilsigsområdene beskyttes. Valg av uttakssted kan påvirke vannkvaliteten. Uttak ved forurensende tilløpsbekker bør derfor unngås.

Varsling av produsentene ved unormale (men kjente) utslipp, f. eks kloakklekkasjer er viktig.

Det bør tas risikobaserte vannprøver, og det er en fordel om vannprøvene tas når det vannes, det vil si på tørre dager. Det vil gi det beste bildet av vannkvaliteten som vegetabilene utsettes for. For overflatevann der det er forurensende aktivitet i nedbørfeltet, vil flere vannprøver i løpet av året redusere risiko ved bruk av vanningsvann. Det bør tas flere prøver i perioder med mye nedbør og smeltevann.

Mikrobiologiske indikatorer

Indikatororganismer er mikrobielle hygieneindikatorer som vanligvis i seg selv ikke er patogene, men som kan signalisere at andre og helsefarlige organismer kan være tilstede.

Den vanligste bruken av indikatororganismer er for å påvise en eventuell fekal forurensning av næringsmidler eller vann. Aktuelle indikatorer i en slik sammenheng vil være bakterier som skilles ut med avføring fra mennesker eller dyr, og som oppfyller flest mulig av følgende krav: (i) de bør være mest mulig spesifikke (dvs. at de bare finnes i avføring/ naturgjødning, men ikke ellers i miljøet), (ii) er alltid tilstede i avføring, fortrinnsvis i store mengder, (iii) de skal være lette å påvise, (iv) de skal ikke kunne formere seg utenfor tarmkanalen, men (v) ha samme eller bedre overlevelsessevne i miljøet enn målorganismene.

De vanligst anvendte mikrobielle indikatorer og deres vanlig anvendte definisjoner er (Anon. 1990):

Koliforme bakterier ("Escherichia coli-lignende bakterier") kan defineres som "Bakterier som danner syre og gass fra laktose innen 48 timer ved inkubering på et selektivt vekstmedium ved 37°C" (Anon. 1990). Dette er gram-negative, fakultativ aerobe eller anaerobe staver som ikke danner sporer. De er oksidase-negative.

Denne gruppen omfatter foruten *E. coli* også slekter som *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia* og *Citrobacter*. Avhengig av hvilket medium som anvendes, kan den også omfatte en rekke andre, til dels sjeldent isolerte og derfor dårlig kjente slekter, som *Buttiauxella*, *Kluyvera*, *Cedeca*, *Ewingella* osv. Mange av disse mikrobene kan, foruten i varmblodige dyrs tarm, også formere seg i miljøprøver som plantemateriale, papirmasse o.a., og enkelte av dem anses først og fremst å være miljømikrober (*Cedeca*, *Ewingella* o.a.).

Gruppen av koliforme bakterier er, i henhold til WHO, ikke egnet som en indikator for fekal forurensning, men kan være brukbar som en indikator på effekt av renseprosesser og/eller for tilstedeværelse av biofilm.

Termotolerante koliforme bakterier (TKB) som kan defineres som "koliforme bakterier som danner gass fra laktose eller mannitol i løpet av 24 timer ved inkubering i et selektivt vekstmedium ved 44 - 44,5°C" (Anon. 1990).

Langt de fleste koliforme bakterier som ikke tilhører arten *E. coli* er ikke i stand til å formere seg ved denne temperaturen. De fleste TKB vil derfor være *E. coli*, men det finnes unntak. Gruppen TKB omfatter derfor et noe større spekter av arter enn "presumptive *E. coli*".

Presumptiv *Escherichia coli* kan defineres som "TKB som er i stand til å produsere indol fra tryptofan i løpet av 24 timer ved inkubering ved 44 - 44,5°C" (Anon. 1990). Alternativt kan den defineres som "TKB som i løpet av 24 timer hydrolyserer MUG (4-methylumbelliferyl-β-D-glucuronidase) ved 44 - 44,5°C og viser fluorescens i UV-lys.»

Det finnes *E. coli*-stammer som er negative for disse testene, men de er relativt sjeldne (ca. 1%). Tilleggskravet om indolproduksjon eller MUG-hydrolyse er derfor ingen garanti for at man påviser samtlige *E. coli*-stammer, men eventuelle negative stammevarianter vil med overveiende sannsynlighet alltid skilles ut med avføring sammen med positive stammevarianter. Presumptive *E. coli* kan derfor med stor sannsynlighet defineres som *E. coli*.

***Escherichia coli* (*E. coli*)** defineres som en presumptiv *E. coli* som har en rekke nærmere definerte fenotypiske karaktertrekk. Dette forutsetter utvidete, til dels ressurskrevende undersøkelser og en slik vitenskapelig og eksakt identifikasjon oppnås ikke ved vanlige screeningundersøkelser, og er heller ikke nødvendig.

Reservoaret for *E. coli* anses for å være tarmkanalen hos mennesker og varmblodige dyr. *E. coli* vil heller ikke overleve lenge utenfor tarmen. *E. coli* anses derfor for å være en pålitelig indikator på en relativt fersk fekal forurensning.

Intestinale enterokokker er gram-positive, fakultative anaerobe kokker i familien *Enterococcaceae*. De vanligste artene *Enterococcus faecalis* og *E. faecium* tilhører den normale tarmfloraen hos mennesker og dyr (inkludert fugler og insekter) (Garrity 2005).

Intestinale enterokokker er mer hardføre enn *E. coli*, og kan formere seg i miljøet fra 10 til 45°C, er - som generelt for gram-positive bakterier tolerant for uttørring og kan overleve over lengre perioder i miljøet. I menneskets tarm finnes enterokokker vanligvis i langt lavere antall enn *E. coli*, mens hos dyr kan forholdet være omvendt. Intestinale enterokokker er ikke like spesifikke for varmblodige dyrs tarmkanal slik som *E. coli*, men fordi intestinale enterokokker er mer resistente og overlever lengre enn *E. coli* i miljøet kan den være en indikator for en eldre fekal forurensning i vann, spesielt hvis det samtidig påvises et svært lavt antall *E. coli*. Et høyt antall enterokokker og et lavt antall *E. coli* kan man imidlertid også se ved en fersk fekal forurensning som stammer fra dyr.

Forekomst av indikatorbakterier

Fekale indikatorbakterier i vann viser at det har skjedd en fekal forurensning fra dyr eller mennesker og dermed mulighet for at også patogene mikroorganismer som skilles ut med faeces kan forekomme. Det er således en viss sammenheng mellom påviste indikatorer og nærvær av patogene bakterier selv om en slik sammenheng ikke er kvantitativ (Harwood et al. 2005, Duris et al. 2009, Jjemba et al. 2010, Shelton et al. 2011).

Sammenhengen mellom påvisning av vanlig brukte indikatorer som bl.a. *E. coli* og forekomst av patogene virus og parasitter er enda mindre entydig, ikke minst fordi overlevelsestiden for slike agens vanligvis er betydelig lengre enn for indikatorbakteriene. Fekale indikatorbakterier vil heller ikke indikere nærvær av patogene mikroorganismer som måtte ha en annen kilde enn varmblodige dyrs tarmtrakt (f. eks. *Listeria*, *Clostridium*, *Aeromonas* og en rekke parasitter)

Selv om mengden av en fekal indikator i vanningsvann ikke kan knyttes direkte til helserisiko ved konsum av vegetabilier, kan høye nivåer bety en ganske nylig fekal forurensning og dermed større sannsynlighet for at patogener kan være tilstede (Busta et al. 2003, Pachepsky et al. 2011, Holvoet et al. 2014).

Bransje anbefalinger utarbeidet i 2008 (Tryland 2013) viser til intervaller for anbefalte indikatorbakterier i vanningsvann (Tabell 5) og kan brukes som utgangspunkt for vurdering med forbehold i usikkerheten om kvantitativ sammenheng.

Tabell 5. Intervaller for forekomst av indikatorbakterier i vanningsvann.

Parameter	God	Mindre god	Ikke akseptabel
Presumptiv <i>E. coli</i> / 100 ml	$<10^2$	10^2-10^3	$>10^3$
Intestinale enterokokker/ 100 ml	$<10^2$	10^2-10^3	$>10^3$

Kjemiske farer

Ved vanning av vegetabler i norske veksthus brukes gjerne slanger som ligger på bakken (dryppvanning). Salat og krydderurter dyrkes også gjerne i pletter på bord eller i spesiallagde renner. Disse blir vannet med undervanning. Vannet blir som regel hentet fra drikkevannsnettet. Vanning av vegetabler på friland gjøres vanligvis med spreder og vann fra lokale bekker, elver og innsjøer og med inntak nær vannoverflaten. Vann fra slike lokale kilder kan i utgangspunktet tenkes å være forurenset med organiske miljøgifter og tungmetaller, samt rester av plantevernmidler etter avrenning fra dyrkningsområder der slike midler har vært brukt. Ved bruk av spreder på friland kommer vannet og dets forurensninger direkte i kontakt med vegetabilene før det renner ned i jorda. Forurensninger fra vannet til jorda kan også tas opp i vegetabilene gjennom rotsystemet.

Rester av plantevernmidler i vanningsvann

Godkjenningsordningen for plantevernmidler krever dokumentasjon om stoffenes egenskaper som kan påvirke avrenning av middelet til omliggende vannkilder. Dette er en viktig del av myndighetenes risikovurdering før godkjenning. Stoffenes persistens og mobilitet blir vurdert nøye ved søknad om godkjenning av plantevernmidler til bruk i Norge for å gjøre spredning til overflatevann og grunnvann lavest mulig.

Restkonsentrasjonen av plantevernmidler i vann fra lokale kilder, som nevnt innledningsvis, vil være svært lave siden det vil skje en betydelig fortykning i forhold til brukskonsentrasjonen av middelet. Samtidig har restverdier i jordbruksproduktene etter sprøyting vært vurdert som akseptable i helserisiko-sammenheng.

JOVA (Program for jord- og vannovervåking i landbruket) er et nasjonalt overvåkingsprogram som ble startet i 1992 for å dokumentere miljøeffekter av jordbrukspraksis, og påfølgende utførte tiltak for å forbedre vannkvaliteten ([JOVA](#)). JOVA måler blant annet avrenning av plantevernmidler i flere av de viktigste jordbruksområdene i Norge. Bioforsk, som er ansvarlig for JOVA, uttaler at 20 år med miljøovervåking i landbruket viser at problemomfanget når det gjelder plantevernmidler totalt sett har blitt redusert i løpet av perioden 1992-2011 (Bioforsk 2013). Selv om det i dette overvåkingsprogrammet er påvist rester av plantevernmidler i flere vannprøver, er disse konsentrasjonene svært lave i forhold til de konsentrasjonene som er godkjent for bruk på nyttevekster i jordbruket. For eksempel ble den gjennomsnittlig høyeste restkonsentrasjonen (0,2 mikrogram/liter) av ugressmiddelet metribuzin funnet i 1996. Anbefalt bruksfortynning for metribuzin er 0,35 gram/liter, dvs. i størrelsesorden en million ganger høyere enn den høyeste konsentrasjonen funnet i overflatevann.

Mengde vann brukt ved vanning er større enn det som brukes ved sprøyting. En større andel av vanningsvannet vil imidlertid havne på jorden og mindre på planten sammenlignet med ved sprøyting, noe som vil gi et relativt lavere opptak i planten. Samtidig vil tiden fra vanning til høsting kunne være kortere enn det som tillates ved sprøyting. Det er derfor flere faktorer som har innvirkning på mengden plantevernmidler som kan tilføres kulturen ved bruk av

vanningsvann fra elver og bekker forurenses med slike stoffer. Det er likevel all grunn til å anta at den svært lave restkonsentrasjonen i vanningsvann sammenliknet med sprøyteløsning vil medføre en ubetydelig tilførsel av plantevernmidler til jordbruksproduktene fra vanningsvannet.

Det er derfor minimal risiko for at bruk av vanningsvann i Norge vil utgjøre noen form for helserisiko med hensyn til rester av plantevernmidler.

Organiske miljøgifter og tungmetaller

Tungmetaller og organiske miljøgifter har ulik bindingsgrad til jordpartikler, og forskjellige kulturer kan ta slike stoffer opp i ulik grad (STIL 1994). Innholdet av metaller i plantene er hovedsakelig styrt av opptaket via røttene (Roy&McDonald 2013). Flere tungmetaller, slike som kadmium, bly, nikkel og kvikksølv, kan forekomme naturlig i tillegg til som miljøforurensning. Både kunstgjødsel og naturgjødsel kan inneholde små mengder tungmetaller. Det foreligger noen forekomstdata av tungmetaller i norske vegetabler (NILU&Mattilsynet 2012). Resultatene viser lave nivåer og skiller seg ikke fra det som finnes i resten av Europa. Det er ikke kjent hvor stor andel av tungmetaller i vegetabler som kan være knyttet til vanningsvann. Nedenfor følger en generell uttalelse om kvaliteten på norsk vanningsvann ut i fra tilgjengelige data.

Resultatene fra «Elvetilførselsprogrammet (RID)» i 2011 har de mest oppdaterte data på konsentrasjoner av tungmetaller og den klororganiske miljøgiften PCB i frie vannmasser (overflatevann) som VKM har kjennskap til. RID er et program som inngår i overvåking av havområder (OSPAR-programmet) og har pågått siden 1990.

I 2011 ble vann i til sammen 46 vassdrag analysert for innhold av bl.a. rester av plantevernmiddelet lindan, den klororganiske miljøgiften PCB (PCB-7) og tungmetaller (NIVA 2012.). I ti av elvene ble det tatt prøver 12-16 ganger i løpet av året (hovedelver). I de resterende 36 elvene ble det tatt prøver fire ganger i året (vinter, vår, sommer, høst). PCB-7 omfatter summen av PCB kongenerne 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180 og ble målt fire ganger i året. Lindan og PCB inngår i Stockholmkonvensjonens liste over persistente organiske miljøgifter (Persistent Organic Pollutants, POPs) som ikke skal produseres eller brukes (Annex A), og er forbudt brukt i Norge (Convention 2014).

Konsentrasjonene av lindan og PCB-7 ble målt i vann fra ni av «hovedelvene» og alle prøvene var under analysemetodens deteksjonsnivå på 0,2 ng/L. Disse resultatene er i samsvar med funn i hele overvåkingsperioden, fra 1990 til 2011. Konsentrasjonene av disse stoffene i norsk overflatevann er knapt målbare. Generelt sett er stoffer med høy hydrofobisitet, slik som PCB, hovedsakelig assosiert med sediment eller suspenderte partikler og i liten grad til stede i vannfasen.

Åtte metaller ble målt i alle 46 vassdragene. Alle prøvene viste konsentrasjoner lavere enn Drikkevansdirektivets kvalitetskrav for drikkevann til forbruker om maksimum 5 µg/L kadmium, 0,5 µg/L kvikksølv, 20 µg/L nikkel, 10 µg/L bly, 10 µg/L arsen, 0,1 mg/L kobber, 0,1 mg/L krom, og 50 µg/L sink ([Drikkevansforskriften](#)).

Små vassdrag som er påvirket av avrenning fra landbruk og som ofte blir brukt til vanning, kan ha høyere innhold av metaller enn de store vassdragene som er overvåket, f.eks. i det nevnte RIP-programmet. Dette skyldes avrenning fra jorden som plantene vokser i, og at metallene "resirkuleres" ved vanning vil verken øke eksponeringen av plantene eller konsumentene av dem.

VKM konkluderer derfor med at konsum av vegetabler vannet med overflatevann fra lokale kilder neppe utgjør vesentlig høyere helsemessig risiko med tanke på tungmetaller og

persistente organiske miljøgifter enn konsum av jordbruksvekster vannet med vann fra drikkevannsnettet.

Generelt sett er forekomst av tungmetaller i norsk overflatevann særlig knyttet til vassdrag som drenerer nedbørsfelt hvor det har pågått gruvedrift. Det er kontinuerlig oppfølging av de stedene som har størst potensial for forurensning (Miljødirektoratet 2014).

VKM slutter seg til tidligere uttalelser om at tungmetaller og tungt nedbrytbare organiske forbindelser sjelden når opp i problematiske konsentrasjoner i norske overflatevannforekomster. Slike stoffer representerer derfor sjelden noe problem i vanningsvann, forutsatt at man unngår å benytte vann som er påvirket av industriutslipp eller avløpsvann fra bensinstasjoner og lignende (STIL 1994, SFT 1997, NIVA 2008).

Kunnskapshull

Følgende informasjon er ikke tilgjengelig:

- Prevalensdata og variasjon for forekomst av mikroorganismer i norsk jordvanningsvann

Svar på spørsmål

1. Mikrobiologisk risiko:

- a) Hvilken risiko er knyttet til de ulike vannkildene som benyttes til jordvanning?

Den største risiko for forurensning av vegetabiler, og da særlig vekster nær bakken, representerer overflatevann med forurensninger i nedbørsfeltet, spesielt dersom det brukes spreder.

- b) Hvor stor risiko er knyttet til overføring av smitte til vegetabiler med vanningsvann i Norge?

Risiko for overføring av smitte med vanningsvann til vegetabiler i Norge ansees å være lav på grunn av et lavt endemisk nivå av patogene mikroorganismer med unntak for noen parasitter og norovirus og på grunn av fortynnings- og desimeringseffekter. Risiko for utvikling av sykdom hos mennesker, etter eksponering for vegetabiler vannet med kontaminert vanningsvann, er lav for mikroorganismer med en infektiv dose på 10^3 - 10^6 , mens den er høyere for mikroorganismer med en veldig lav infektiv dose (*Campylobacter*, EHEC, norovirus, parasitter).

- c) Med bakgrunn i risiko identifisert ovenfor, hvilke mikrobiologiske indikatorer bør legges til grunn ved vurdering av egnethet for vanningsvann til vegetabiler?

Forekomst av fekale indikatorbakterier viser bare mulig forekomst av intestinale patogene bakterier, i mindre grad til mulig forekomst av patogene virus og parasitter.

- For å vurdere fersk fekal forurensning av vanningsvann, foreslås presumptiv *E. coli* som indikator.

- For å vurdere eldre fekal forurensning av vanningsvann foreslås intestinale enterokokker som indikator.

Ved bruk av dryppvanning kommer ikke mikroorganismer i direkte kontakt med spiselige deler av vegetabilene over jorden. Derfor foreslås det ingen indikator for vann som brukes ved dryppvanning.

Det bør tas risikobaserte vannprøver, og det er en fordel om vannprøvene tas når det vannes, det vil si på tørre dager. Det vil gi det beste bildet av vannkvaliteten som vegetabilene utsettes for. For overflatevann der det er forurensende aktivitet i nedbørfeltet, vil flere vannprøver i løpet av året redusere risiko ved bruk av vanningsvann. Det bør tas flere prøver i perioder med mye nedbør og smeltevann.

- d) VKM bes om å rangere risikoen for sykdom (liten - middels - stor) relatert til mengden indikatorer som er tilstede i vanningsvannet, jf. punktet over.

Det er en viss sammenheng mellom påviste indikatorer og nærvær av patogene intestinale bakterier, men sammenhengen er ikke kvantitativ. Indikatorene har videre ingen utsagnskraft vedrørende nærvær av eventuelle patogene mikrober som er tilført vannet fra andre kilder enn fekale forurensninger. Det er derfor ikke mulig å rangere risikoen for sykdom direkte relatert til mengden indikatorer i vanningsvann.

For å vurdere risiko for sykdom bør informasjon om mengden indikatorbakterier kombineres med informasjon om forurensningskildene (avløpssystemer, mennesker, husdyr og ville dyr) i nedbørfeltet.

- e) Hvor stor er den risikoreduserende effekten av ulike risikoreduserende tiltak? (F.eks. tidspunkt for vanningsstopp før høsting osv.)

På grunn av kunnskapsmangler er det ikke mulig å svare nøyaktig på dette spørsmålet. Likevel er det grunn til å anta at valg av vanningsmetode og overvåking av vannkilden vil redusere eventuell forurensning. En karenperiode etter siste vanning, vil føre til reduksjon av forekomst av de fleste patogene bakterier på grønnsaker, frukt og bær.

2. Kjemiske farer

VKM konkluderer med at konsum av vegetabilier vannet med overflatevann fra lokale kilder ikke utgjør helsemessig risiko med tanke på tungmetaller, persistente organiske miljøgifter eller plantevernmidler.

Referanser

- Anon. (1990). Vannundersøkelse - koliforme bakterier, termotolerante koliforme bakterier og presumptiv *E. coli*. MPN-metode. NS 4714.
- Anon. (2013). "Nordic outbreak investigation team. Joint analysis by the Nordic countries of a hepatitis A outbreak, October 2012 to June 2013: frozen strawberries suspected. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=20520>." Euro Surveill. **18**(27).
- Bioforsk (2013). Erfaringer fra 20 år med miljøovervåking i landbruket. Bioforsk Tema, **8**.
- Brennhovd, O. (1991). Thermotolerante *Campylobacter* spp. og *Yersinia* spp. i noen norske vannforekomster. Research thesis for the degree of Dr Scient., Norges veterinærhøgskole.
- Budzinska, K., G. Wronski and B. Szejniuk (2012). "Survival Time of Bacteria *Listeria monocytogenes* in Water Environment and Sewage." Polish Journal of Environmental Studies **21**(1): 31-37.
- Busta, F. F., T. V. Suslow, M. E. Parish, L. R. Beuchat, J. N. Farber, E. H. Garrett and L. J. Harris (2003). The use of indicators and surrogate microorganisms for the evaluation of pathogens in fresh and fresh-cut produce. Comprehensive reviews in food science and food safety, **2**: 179-185.
- Buswell, C. M., Y. M. Herlihy, L. M. Lawrence, J. T. McGuiggan, P. D. Marsh, C. W. Keevil and S. A. Leach (1998). "Extended survival and persistence of *Campylobacter* spp. in water and aquatic biofilms and their detection by immunofluorescent-antibody and -rRNA staining." Applied and environmental microbiology **64**(2): 733-741.
- Cararo, D. C., T. A. Botrel, D. J. Hills and H. L. Leverenz (2006). "Analysis of clogging indrip emitters during wastewater irrigation." Applied Engineering in Agriculture **22**(2): 251-257.
- Convention (2014). Stockholm Convention, listing of POPs. <http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/ListingofPOPs/tabid/2509/Default.aspx>
- Dehghanisani, H., T. Yamamoto, V. Rasiah, J. Utsunomiya and M. Inoue (2004). "Impact of biological clogging agents on filter and emitter discharge characteristics of microirrigation systems." Irrigation and Drainage **53**(4): 363-373.
- Duris, J. W., S. K. Haack and L. R. Fogarty (2009). "Gene and antigen markers of shiga-toxin producing *E. coli* from Michigan and Indiana river water: occurrence and relation to recreational water quality criteria." Journal of environmental quality **38**(5): 1878-1886.
- EFSA, B. P. (2014). "Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 2 (Salmonella and Norovirus in leafy greens eaten raw as salads)." EFSA Journal **12**(3).
- FAO and WHO (2008). Microbiological hazards in fresh leafy vegetables and herbs. Microbiological risk assessment series.
- FDA (2012). Bad bug book, foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins.
- Feachem, R. G., D. J. Bradley, H. Garelick and D. D. Mara (1983). Sanitation and disease: health aspects of excreta and wastewater management. World bank studies in water supply and sanitation, **3**.

- FHI (2005a). Smittsomme sykdommer A-Å. Campylobacteriose.
http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Content_6493&Main_6157=7139:0:25,5499&MainContent_7139=6493:0:25,6833&Content_6493=6441:82688::0:6446:17:::0:0.
- FHI (2005b). Smittsomme sykdommer A-Å. EHEC og EPEC.
http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Content_6493&Main_6157=7139:0:25,5499&MainContent_7139=6493:0:25,6833&Content_6493=6441:82709::0:6446:31:::0:0.
- FHI (2005c). Smittsomme sykdommer A-Å. Salmonellose.
http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Content_6493&Main_6157=7139:0:25,5499&MainContent_7139=6493:0:25,6833&Content_6493=6441:82847::0:6446:106:::0:0.
- FHI (2005d). Smittsomme sykdommer A-Å. Yersiniose.
http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Content_6493&Main_6157=7139:0:25,5499&MainContent_7139=6493:0:25,6833&Content_6493=6441:82891::0:6446:133:::0:0.
- FHI (2013a). Næringsmiddelbårne infeksjoner i 2012.
http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Content_6503&Main_6157=6246:0:25,5498&MainContent_6246=6503:0:25,5508&Content_6503=6259:106541:25,5508:0:6250:1:::0:0, FHI.
- FHI (2013b). Utbrudd av smittsomme sykdommer i Norge 2012.
http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Content_6496&Main_6157=6263:0:25,6562&MainContent_6263=6496:0:25,6563&Content_6496=6178:106836:25,6563:0:6562:12:::0:0, FHI.
- FHI (2014a). Smittsomme sykdommer A-Å. Shigellose.
http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Content_6493&Main_6157=7139:0:25,5499&MainContent_7139=6493:0:25,6833&Content_6493=6441:82864::0:6446:109:::0:0.
- FHI (2014b). Utbrudd av shigellose i Norge.
http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Content_6594&Main_6157=6263:0:25,6562&MainContent_6263=6594:0:25,6928&Content_6594=6430:77598::0:6592:19:::0:0.
- FHI (2014c). Utbrudd i Norge. <http://www.fhi.no/tema/utbrudd/oversikt-over-storre-utbrudd>, FHI.
- FHI. (2014d). "Veileder i smittevern for kommunehelsetjenesten (Smittevernboka).
http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Main_6157&Main_6157=7139:0:25,5499."
- Garrity, G. M. (2005). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Springer.
- Gartnerhallen (2014). Personlig meddelelse.
- Gerba, C. P., M. Kitajima and B. Iker (2013). Viral presence in waste water and sewage control methods. *Viruses in food and water – Risk, surveillance and control*. N. Cook, Woodhead Publishing, Cambridge, UK: 293-315.
- Hannes, I. S., B. Gjerde and L. Robertson (2006). "Prevalence of Giardia and Cryptosporidium in dairy calves in three areas of Norway." *Vet Parasitol* **140**(3-4): 204-216.
- Harwood, V. J., A. D. Levine, T. M. Scott, V. Chivukula, J. Lukasik, S. R. Farrah and J. B. Rose (2005). "Validity of the indicator organism paradigm for pathogen reduction in reclaimed water and public health protection." *Appl Environ Microbiol* **71**(6): 3163-3170.
- Heaton, J. C. and K. Jones (2008). "Microbial contamination of fruit and vegetables and the behaviour of enteropathogens in the phyllosphere: a review." *J Appl Microbiol* **104**(3): 613-626.

Hirneisen, K. A., M. Sharma and K. E. Kniel (2012). "Human enteric pathogen internalization by root uptake into food crops." Foodborne pathogens and disease **9**(5): 396-405.

Hofshagen, M. (1999-2009). Zoonoserapportene: Rapporter om sykdommer som kan smitte mellom dyr og mennesker. Norges situasjon. . Zoonoserapportene: Rapporter om sykdommer som kan smitte mellom dyr og mennesker. Norges situasjon. . M. Hofshagen. Oslo, Veterinærinstituttet, Folkehelseinstituttet og Mattilsynet.

Holvoet, K., I. Sampers, M. Seynaeve and M. Uyttendaele (2014). "Relationships among hygiene indicators and enteric pathogens in irrigation water, soil and lettuce and the impact of climatic conditions on contamination in the lettuce primary production." International Journal of Food Microbiology **171**: 21-31.

Islam, M., M. P. Doyle, S. C. Phatak, P. Millner and X. Jiang (2004). "Persistence of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in soil and on leaf lettuce and parsley grown in fields treated with contaminated manure composts or irrigation water." Journal of food protection **67**(7): 1365-1370.

Jjemba, P. K., L. A. Weinrich, W. Cheng, E. Giraldo and M. W. Lechevallier (2010). "Regrowth of potential opportunistic pathogens and algae in reclaimed-water distribution systems." Appl Environ Microbiol **76**(13): 4169-4178.

Kapperud, G. (1978). "Survey for toxoplasmosis in wild and domestic animals from Norway and Sweden." J Wildl Dis **14**(2): 157-162.

Kapperud, G. (2007a). *Campylobacter*. Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. . P. E. Granum. Kristiansand, Høyskoleforlaget: 83-97.

Kapperud, G. (2007b). *Yersinia enterocolitica*. Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. . P. E. Granum. Kristiansand, Høyskoleforlaget.

Kapperud, G., P. A. Jenum, B. Stray-Pedersen, K. K. Melby, A. Eskild and J. Eng (1996). "Risk factors for *Toxoplasma gondii* infection in pregnancy. Results of a prospective case-control study in Norway." Am J Epidemiol **144**(4): 405-412.

Kapperud, G., H. Stenwig and J. Lassen (1998). "Epidemiology of *Salmonella typhimurium* O:4-12 infection in Norway: evidence of transmission from an avian wildlife reservoir." American journal of epidemiology **147**(8): 774-782.

Kozan, E., F. K. Sevimli, M. Kose, M. Eser and H. Cicek (2007). "[Examination of helminth contaminated wastewaters used for agricultural purposes in Afyonkarahisar]." Turkiye Parazitol Derg **31**(3): 197-200.

Lange, H., O. H. Johansen, L. Vold, L. J. Robertson, I. L. Anthonisen and K. Nygard (2013). "Second outbreak of infection with a rare *Cryptosporidium parvum* genotype in schoolchildren associated with contact with lambs/goat kids at a holiday farm in Norway." Epidemiol Infect: 1-9.

Lassen, J., I. Dugstad, E. Wijnand, G. Johannessen and L. Nesheim (2009). Risikovurdering; helsefare ved spredning av gylle, VKM.

Mattilsynet (2010). Tilsyn med planter, planteprodukter og vegetabilsk mat. En tilstandsbeskrivelse, Mattilsynet.

Miljødirektoratet (2014). Miljøstatus.

Nesbakken, T. (1991). Aspects of the epidemiology of *Yersinia enterocolitica*, with special reference to the pig as a potential source of human infection. Research thesis for the degree of Dr Med Vet, Norges veterinærhøgskole.

- Nesbakken, T. (2009). Control of human pathogenic Yersinia enterocolitica in the meat chain. Research thesis for the degree of Dr Philos., Norges veterinærhøgskole.
- NILU and Mattilsynet (2012). Kartlegging av fremmedstoffer i vegetabiler. Bestemmelse av bly, kadmium og tinn. . Oslo, Norge., Norsk institutt for luftforskning.
- NIVA (2008). Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk-kjemiske parametere i innsjøer og elver, inkludert leirvassdrag og kriterier for brukerinteresser. Supplement til veileder i økologisk klassifisering. . Oslo, Norge., Norsk institutt for vannforskning.
- NIVA (2012.). Riverine input and direct discharges to Norwegian coastal waters - 2011. Oslo, Norge., Norsk institutt for vannforskning. .
- Nygaard, K., E. Wahl, T. Krogh, O. A. Tveit, E. Bohleng, A. Tverdal and P. Aavitsland (2007). "Breaks and maintenance work in the water distribution systems and gastrointestinal illness: a cohort study." International journal of epidemiology **36**(4): 873-880.
- OMARFA (2010). Improving on-farm food safety through good irrigation practices. O. M. o. a. a. food, Ontario Ministry of agriculture and food.
- Pachepsky, Y., D. R. Shelton, J. E. T. McLain, J. Patel and R. E. Mandrell (2011). "Irrigation Waters as a Source of Pathogenic Microorganisms in Produce: A Review." Advances in Agronomy, Vol 113 **113**: 73-138.
- Patel, M. M., M. A. Widdowson, R. I. Glass, K. Akazawa, J. Vinje and U. D. Parashar (2008). "Systematic literature review of role of noroviruses in sporadic gastroenteritis." Emerging Infectious Diseases **14**(8): 1224-1231.
- Pinto, R. M. and A. Bosch (2013). Advances in understanding of hepatitis A virus as a food- and waterborne pathogen and progress with vaccine development. Viruses in food and water – Risk, surveillance and control. N. Cook, Woodhead Publishing, Cambridge, UK: 349-361.
- Raisanen, S., L. Ruuskanen and S. Nyman (1985). "Epidemic ascariasis--evidence of transmission by imported vegetables." Scand J Prim Health Care **3**(3): 189-191.
- Ravina, I., E. Paz, Z. Sofer, A. Marcu, A. Shisha and G. Sagi (1992). "Control of Emitter Clogging in Drip Irrigation with Reclaimed Waste-Water." Irrigation Science **13**(3): 129-139.
- Rimseliene, G., L. Vold, L. Robertson, C. Nelke, K. Soli, O. H. Johansen, F. S. Thrana and K. Nygaard (2011). "An outbreak of gastroenteritis among schoolchildren staying in a wildlife reserve: thorough investigation reveals Norway's largest cryptosporidiosis outbreak." Scand J Public Health **39**(3): 287-295.
- Robertson, L., B. Gjerde, T. Forberg, G. Haugejorden and C. Kielland (2006). "A small outbreak of human cryptosporidiosis associated with calves at a dairy farm in Norway." Scand J Infect Dis **38**(9): 810-813.
- Robertson, L. J. and R. M. Chalmers (2013). "Foodborne cryptosporidiosis: is there really more in Nordic countries?" Trends Parasitol **29**(1): 3-9.
- Robertson, L. J. and B. Gjerde (2001). "Occurrence of parasites on fruits and vegetables in Norway." J Food Prot **64**(11): 1793-1798.
- Roy, M. and L. M. McDonald (2013). "METAL UPTAKE IN PLANTS AND HEALTH RISK ASSESSMENTS IN METAL-CONTAMINATED SMELTER SOILS." Land Degradation & Development: n/a-n/a.

- Ruggeri, F. M. and L. Fiore (2013). Advances in understanding of rotaviruses as a food- and waterborne pathogen and progress with vaccine development. Viruses in food and water - Risk, surveillance and control. N. Cook, Woodhead Publishing, Cambridge, UK: 362-400.
- Sekse, C., M. Sunde, B. A. Lindstedt, P. Hopp, T. Bruheim, K. S. Cudjoe, B. Kvitle and A. M. Urdahl (2011). "Potentially human-pathogenic Escherichia coli O26 in Norwegian sheep flocks." Appl Environ Microbiol **77**(14): 4949-4958.
- September, S. M., F. A. Els, S. N. Venter and V. S. Brozel (2007). "Prevalence of bacterial pathogens in biofilms of drinking water distribution systems." Journal of Water and Health **5**(2): 219-227.
- SFT (1997). Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT veiledning 97:04. Oslo, Norge., Statens forurensningstilsyn. .
- Shelton, D. R., J. S. Karns, C. Coppock, J. Patel, M. Sharma and Y. A. Pachepsky (2011). "Relationship between eae and stx virulence genes and Escherichia coli in an agricultural watershed: implications for irrigation water standards and leafy green commodities." J Food Prot **74**(1): 18-23.
- Skraber, S., R. Italiaander, W. Lodder and A. M. de Roda Husman (2005). "Noroviruses in archival samples." Emerging infectious diseases **11**(3): 489-491.
- Stenstrom, T. A. (1989). "Bacterial hydrophobicity, an overall parameter for the measurement of adhesion potential to soil particles." Applied and environmental microbiology **55**(1): 142-147.
- STIL (1994). Kvalitetskrav for vann til jordvanning. Utredning foretatt av en arbeidsgruppe nedsatt av STIL. Ås, Norge, Statens landbrukstilsyn.
- Taylor, H. D., R. K. X. Bastos, H. W. Pearson and D. D. Mara (1995). "Drip Irrigation with Waste Stabilization Pond Effluents - Solving the Problem of Emitter Fouling." Water Science and Technology **31**(12): 417-424.
- Tryland, I. (2013). Vanningsvann. , Temadag Mattilsynet: Tilsyn med primærproduksjon av vegetabilsk mat.
- Vold, L., B. T. Heier, H. Comelli, K. Nygård and G. Kapperud (2011). Årsrapport: Matbårne infeksjoner og utbrudd i 2010. Oslo, Nasjonalt folkehelseinstitutt.
- Wallace, J. M. and P. V. Hobbs (1997). Atmospheric Science, an introductory survey, Academic Press Inc.
- Weir, E. (2002). "Shigella: wash your hands of the whole dirty business." CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne **167**(3): 281.
- Winfield, M. D. and E. A. Groisman (2003). "Role of nonhost environments in the lifestyles of Salmonella and Escherichia coli." Appl Environ Microbiol **69**(7): 3687-3694.
- Østerås, O., S. Hanche-Olsen, K. Hoel, G. Holstad, G. Kapperud and E. Rimstad (2011). Risikovurdering knyttet til myndighetens ansvar for bekjempelse av dyresykdommer hos landdyr., VKM.