



Valvira

Sosiaali- ja terveysalan
lupa- ja valvontavirasto

Toimintatavat talousveden laadun turvaamiseksi

Sinilevät ja niiden tuottamat toksiniit

Ohje 5/2016

Dnro 1716/06.10.01/2016

4.4.2016

Sisälllys

1. Johdanto	3
2. Raakavesilähteen ekologinen tila	4
3. Laitokselle tulevan veden tihennetty tarkkailu.....	4
4. Talousveden tutkimiseen johtavat toimenpiderajat	5
5. Talousvedessä syanobakteereja tai toksiineja.....	6
6. Näytteenotto ja määritykset	8
7. Solutiheyden ja biomassan arvioiminen.....	8
8. Kirjallisuus.....	8

Tämä ohje korvaa Valviran 23.6.2011 antaman ohjeen: Toksisten syanobakteerien valvonta ja toimenpiteet talousvettä toimittavilla laitoksilla (Dnro 5383/11.02.02.01/2011)

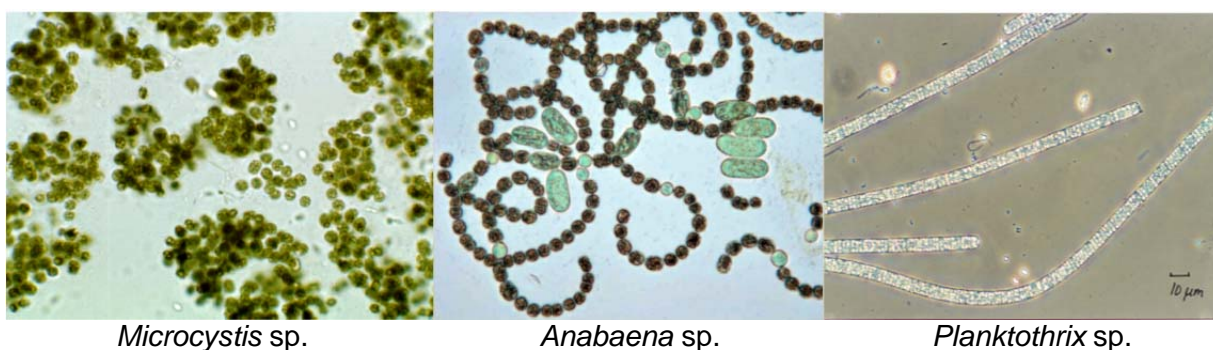
Dnro 1716/06.10.01/2016

4.4.2016

1. Johdanto

Sinileviä eli syanobakteereja esiintyy talousvettä toimittavien laitosten raakavesilähteissä. Ne voivat olla sekoittuneena koko vesipatsaaseen, nousta veden pinnalle tai muodostaa tiiviitä kerroksia syvempään vesikerrokseen. Vedenpinnan alaista esiintymää on vaikeaa havaita. Tärkeimpiä tekijöitä syanobakteerien kasvuun ovat valo, ravinteiden määrä ja lämpötila. Tuuli ja aallokko saattavat kuljettaa ja kasata syanobakteereja eripuolille vesistöä.

Yleisimmät massaesiintymiä (kukintoja) muodostavat suvut *Microcystis*, *Anabaena* ja *Planktothrix* (Kuva 1) voivat tuottaa maksa-, solu- ja hermotoksiineja. Aistinvaraisesti ei pystytä erottamaan, mikä laji tai sen kanta tuottaa toksiineja. Talousvettä toimittavien laitosten kannalta maksatoksiinit, mikrokystiinit, ovat toksiineista merkittävimpiä, sillä ne ovat pysyviä yhdisteitä eivätkä hajoa esimerkiksi vettä keittäessä. Itämerellä esiintyvä *Nodularia* tuottaa mikrokystiinien kaltaista maksatoksiinia, jota kutsutaan nodulariiniksi. *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis* ja *Anabaena* voivat tuottaa cylindrospermopsiini-solutoksiinia ja *Anabaena* myös saksitoksiini-hermotoksiinia. Toksiinien lisäksi syanobakteerit voivat aiheuttaa veteen haju- ja makuhaittoja.



Kuva 1. Yleisimmät makeissa vesissä massaesiintymiä muodostavat syanobakteerisuvut.

Altistus syanobakteereille ja niiden tuottamille toksiineille uimisen, juomisen tai hengityksen kautta voi aiheuttaa esimerkiksi vatsavaivoja, päänsärkyä, iho-oireita tai kurkun, nenän, silmien ja korvien ärsytysoireita. Vakavimpia syanobakteerien aiheuttamia oireita ovat neurologiset oireet sekä tuki- ja liikuntaelinten oireet, joita on aiheutunut pääasiassa uimisesta syanobakteeripitoisessa vedessä tai tällaisen veden käyttämisestä löylyvetenä. Suomessa syanobakteerien aiheuttamat ongelmat talousveden laadulle ovat olleet harvinaisia.

Talousvedessä toksiineja ei tulisi olla osoitettavissa ollenkaan. Maailman terveysjärjestö WHO on asettanut juomaveden mikrokystiinille enimmäispitoisuussuosituksen 1 µg/l (Chorus ja Bartram, 1999). Muiden toksiinien terveysvaikutus on arvioitava tapauskohtaisesti, sillä niille ei ole esitetty enimmäissuosituspitoisuuksia.

Taulukossa 1 on esitetty tarkemmat toimenpiderajat ja yksityiskohtaisemmat toimenpiteet vesilaitoksen syanobakteerien ja niiden tuottaman mikrokystiinin tarkkailuun. Suuri osa syanobakteerisoluista poistuu vedenkäsit-

Dnro 1716/06.10.01/2016

4.4.2016

telyn alkuvaiheissa saostuksen, selkeytyksen ja suodatuksen yhteydessä. Samalla poistuu suurin osa mikrokystiiniä, koska sitä on pääasiassa solujen sisällä. Jos raakavedessä on runsaasti syanobakteereita, vesilaitoksen on varmistettava, että saostus- ja selkeytyskäsittelyt toimivat moitteettomasti. Niiden lisäksi tarvitaan aina lisävedenkäsittelymenetelmiä, joista yleisin on aktiivihiihluodatus. Jos laitoksen vedenkäsittely on puutteellista, mikrokystiini tai jopa syanobakteerisolut voivat läpäistä vedenkäsittelyn ja päästä talousveteen. Syanobakteerien tuottamia toksiineja ei voi havaita talousvedestä aistinvaraisesti. Algisidien käyttöä raakavesilähteissä ei suositella, sillä ne rikkovat syanobakteerisolut ja vapauttavat toksiinit veteen. Veteen liuenneita toksiineja on vaikeampaa poistaa vedenkäsittelyssä kuin syanobakteerisoluja. Tähän mennessä Suomessa talousvedestä määritetyt mikrokystiinin pitoisuudet ovat olleet huomattavasti pienempiä kuin WHO:n asettama enimmäissuosituspitoisuus (Rapala et al. 2012).

2. Raakavesilähteen ekologinen tila

Raakavesilähteen säännöllisen tarkkailun tiheyden arviointi on suositeltavaa tehdä yhteistyössä ELY-keskuksen kanssa, sillä laissa vesienhoidon järjestämisestä (1299/2004 8 §) edellytetään järvien ekologisen tilan luokittelua mm. kasviplanktonbiomassan perusteella. Jos raakavesilähde on ekologisen tilan luokittelun ja historiansa perusteella altis syanobakteerien massaesiintymille, valvontatutkimusohjelmaan on hyvä liittää:

- 1) Näytteenottosuunnitelma sekä seurantakalenteri syanobakteerien tutkimiseksi. Suunnitelma voi sisältää näytteenottoa vedenkäsittelylaitokselle tulevasta vedestä sekä raakavesilähteen eri vedenotospaikoista.
- 2) Viittaus varautumissuunnitelman toimintaohjeista syanobakteerien esiintymisen varalle. Ohjeissa kerrotaan, missä syanobakteerit tunnistetaan, missä määritetään niiden biomassa ja missä toksiinien pitoisuudet mitataan.
- 3) Viittaus varautumissuunnitelman toimintaohjeeseen vaihtoehtoisen raakavesilähteen käyttöönottamisesta, vedenkäsittelyn tehostamisesta (esimerkiksi aktiivihiihluodatus) ja varavedenjakelelun järjestämisestä.

3. Laitokselle tulevan veden tihennetty tarkkailu

Sellaisten vesilaitosten, joiden raakavesilähteessä esiintyy säännöllisesti tai usein aistinvaraisesti havaittava määrä mahdollisesti toksiineja tuottavia syanobakteerisukuja (esimerkiksi *Anabaena*, *Microcystis* ja *Planktothrix*, Kuva 1), on tarkkailtava syanobakteerien esiintymistä vedenkäsittelylaitokselle tulevasta vedestä.

Vesilaitos aloittaa tulevan veden laadun aistinvaraisen ja mikroskoopin avulla kerran viikossa tai soveltaen tehtävän tihennetyn syanobakteerisukujen tunnistamisen ja biomassan tarkkailun (Taulukot 1 ja 2), jos vedenkäsittelylaitokselle tulevassa vedessä on mahdollisesti toksiinia tuottavien syanobakteerisukujen soluja enemmän kuin 500 solua/ml tai enemmän kuin 0,1 mg/l biomassaa. Aistinvaraisessa tarkkailussa vedenkäsittelylaitokselle tulevaa vettä haistellaan ja sen väriä arvioidaan lasiastiassa vaaleaa taustaa vasten. Tarkkailussa voi käyttää apuna syanobakteerien biomassaa määrittävää automaattianturia, joka ilmoittaa biomassan esim. neljä kertaa vuorokaudessa. Tekopohjavesilaitoksella laitokselle tulevalla

Dnro 1716/06.10.01/2016

4.4.2016

vedellä tarkoitetaan imeytysaltaaseen johdettua vettä tai vettä, joka sadetetaan.

On suositeltavaa olla selvillä tulevan veden laadun lisäksi myös raakavesilähteessä esiintyvän syanobakteerimassan määrän muutoksista. Raakavesilähteessä silmin havaittava massaesiintymä saattaa johtaa vedenkäyttäjien huolestumiseen ja kyselyihin, joihin vesilaitoksen on varauduttava vastaamaan.

Jos vedenkäsittelylaitokselle tulevassa vedessä on mahdollisesti toksiinia tuottavien syanobakteerisukujen soluja enemmän kuin 5000 solua/ml tai biomassaa on enemmän kuin 1 mg/l:

Vesilaitos:

- sisällyttää käyttötarkkailuun syanobakteerien säännöllisen, vähintään viikoittaisen, mikroskoopilla tehtävän syanobakteerien tunnistamisen ja määrän arvioinnin vedenkäsittelylaitokselle tulevasta vedestä.
- tutkii tulevan veden mikrokystiinipitoisuuden, jos mikroskoopilla suoritettussa tarkastelussa havaitaan mahdollisesti toksiineja tuottavia syanobakteerisukuja (esimerkiksi *Anabaena*, *Microcystis* ja *Planktothrix*). Laitokselle tulevasta vedestä voidaan määrittää myös muita syanobakteerien tuottamia toksiineja kuten saksitoksiini, jos se katsotaan tarpeelliseksi.
- tiedottaa kunnan terveydensuojeluviranomaiselle syanobakteerien esiintymisestä vedenkäsittelylaitokselle tulevassa vedessä ja sen vuoksi tehtävistä toimenpiteistä kuten esimerkiksi mikrokystiinin tutkimisesta.
- varautuu tiedottamaan talousveden käyttäjiä

Terveydensuojeluviranomainen:

- Arvioi terveyshaitan mahdollisuuden

4. Talousveden tutkimiseen johtavat toimenpiderajat

Syanobakteerien ja mikrokystiinin (tarvittaessa muidenkin toksiinien) tutkiminen talousvedestä on aloitettava, jos mahdollisesti toksiineja tuottavia sukuja havaitaan vedenkäsittelylaitokselle tulevassa vedessä enemmän kuin 100 000 solua/ml, biomassaa enemmän kuin 20 mg/l tai, jos mikrokystiiniä on enemmän kuin 1 µg/l (Taulukko 2). Jos syanobakteereja tai toksiineja havaitaan vedenkäsittelylaitokselle tulevassa vedessä näitä toimenpiderajoja enemmän:

Vesilaitos

- tarkkailee mikroskoopin avulla säännöllisesti lajistoa ja syanobakteerisolujen biomassaa sekä määrittää toksiinit vedenkäsittelylaitokselle tulevan veden lisäksi talousvedestä.
- tehostaa vedenkäsittelyä, ellei voida siirtyä käyttämään vaihtoehtoja raakavesilähdettä tai vedenotto-syvyyttä.
- tiedottaa veden käyttäjille talousveden laadusta syanobakteerien ja toksiinien osalta.

Terveydensuojeluviranomainen

- arvioi terveyshaitan mahdollisuuden

Dnro 1716/06.10.01/2016

4.4.2016

5. Talousvedessä syanobakteereja tai toksiineja

Talousveden käyttäjille on tiedotettava talousveden laadusta syanobakteerien ja havaittujen toksiinien osalta (Taulukko 1), jos talousvedessä on syanobakteereja, mikrokystiiniä tai todettavissa oleva pitoisuus jotain muuta syanobakteerien tuottamaa toksiinia.

Vesilaitos

- tarkkailee säännöllisesti syanobakteerien lajistoa ja biomassaa sekä määrittää toksiinit vedenkäsittelylaitokselle tulevan veden lisäksi talousvedestä.
- tehostaa vedenkäsittelyä, ellei voida siirtyä käyttämään vaihtoehtoisia raakavesilähdettä tai vedenotto-syvyyttä.
- tiedottaa talousveden käyttäjille yhteistyössä kunnan terveys-suojeluviranomaisen kanssa

Terveydensuojeluviranomainen

- arvioi terveyshaitan mahdollisuuden
- tiedottaa talousveden käyttäjille yhteistyössä vesilaitoksen kanssa.
- harkitsee, onko tarvetta antaa määräys, että talousvettä ei saa käyttää juoma- tai ruoanlaitto- vetenä sekä arvioi, onko tiedotettava, että veden käyttäminen pesu- vetenä voi aiheuttaa iho- tai ärsy- tysoireita herkkäihoisille henkilöille.

Talousveden soveltumista juomavedeksi ja ruuan laittamiseen harkitaan, jos vedessä on ajoittain enemmän kuin 1,0 µg/l mikrokystiiniä tai selvästi määritettävissä oleva pitoisuus muuta toksiinia (Taulukko 1). Kunnan terveydensuojeluviranomainen tiedottaa yhteistyössä vesilaitoksen kanssa talousveden käyttäjille talousveden laadusta syanobakteerien ja toksiinien osalta, toksiinien terveysvaikutuksista ja mahdollisista talousveden käyttö- rajoituksista.

Talousveden käyttäminen juomavetenä ja ruuan laitossa kielletään, jos talousvedessä on jatkuvasti enemmän kuin 1,0 µg/l mikrokystiiniä tai runsaasti muuta toksiinia (Taulukko 1). Kunnan terveydensuojeluviranomainen tiedottaa yhteistyössä vesilaitoksen kanssa talousveden käyttäjille talousveden laadusta syanobakteerien ja toksiinien osalta, toksiinien terveysvaikutuksista sekä talousveden käyttörajoituksista ja varavedenjakelun järjestämisestä.

Veden käyttäminen talousvetenä (myös peseytymiseen) kielletään, jos talousvedessä on enemmän kuin 10,0 µg/l mikrokystiiniä tai erittäin runsaasti muuta toksiinia (Taulukko 1). Vettä saa käyttää ainoastaan WC:n huuhteluun.

Taulukko 1. Vesilaitoksen mahdollisesti toksiineja tuottavien syanobakteerien (esim. *Microcystis* sp, *Anabaena* sp. ja *Planktothrix* sp.) ja niiden tuottaman mikrokystiinin tarkkailussa sovellettavat toimenpiderajat, toimenpiteet ja niistä tiedottaminen.

Dnro 1716/06.10.01/2016

4.4.2016

Toimenpideraja	Toimenpide	Tiedottaminen
Tulevassa vedessä >500 solua ml ⁻¹ tai >0,1 mg l ⁻¹ biomassaa	<ul style="list-style-type: none"> Tulevan veden tihennetty tarkkailu esim. kerran viikossa 	<ul style="list-style-type: none"> Varaudutaan kyselyihin
Tulevassa vedessä >5 000 solua ml ⁻¹ tai >1 mg l ⁻¹ biomassaa	<ul style="list-style-type: none"> Syanobakteerisukujen tunnistaminen ja määrän arviointi laitokselle tulevasta vedestä Jos havaitaan toksineja tuottavia syanobakteerisukuja, määritetään laitokselle tulevan veden toksiinipitoisuus Terveystuotteen viranomaisen arvioi terveyshaitan mahdollisuuden 	<ul style="list-style-type: none"> Laitos tiedottaa terveydensuojeluviranomaiselle syanobakteerien esiintymisestä tulevassa vedessä ja sen vuoksi tehtävistä toimenpiteistä Varaudutaan tiedottamaan veden käyttäjiä.
Tulevassa vedessä toksiinia tuottavia soluja >100 000 solua ml ⁻¹ tai >20 mg l ⁻¹ biomassaa tai >1 µg l ⁻¹ mikrokystiiniä	<ul style="list-style-type: none"> Syanobakteerien ja toksiinien tutkiminen talousvedestä Terveystuotteen viranomaisen arvioi terveyshaitan mahdollisuuden Vedenottokohdan muutos tai raakavesilähteen vaihtaminen Vedenkäsittelyn tehostaminen 	<ul style="list-style-type: none"> Tutkimisen jälkeen laitos tiedottaa veden käyttäjiä talousveden laadusta syanobakteerien ja toksiinien osalta
Talousvedessä toksiinia tuottavia soluja tai <1,0 µg l ⁻¹ mikrokystiiniä	<ul style="list-style-type: none"> Syanobakteerien ja toksiinien tutkiminen tulevasta vedestä ja talousvedestä Terveystuotteen viranomaisen arvioi terveyshaitan mahdollisuuden Vedenottokohdan muutos tai raakavesilähteen vaihtaminen Vedenkäsittelyn tehostaminen 	<ul style="list-style-type: none"> Laitos tiedottaa yhteistyössä terveydensuojeluviranomaisen kanssa veden käyttäjiä talousveden laadusta syanobakteerien ja toksiinien osalta
Talousvedessä >1,0 µg l ⁻¹ mikrokystiiniä	<ul style="list-style-type: none"> Syanobakteerien ja toksiinien tutkiminen tulevasta vedestä ja talousvedestä Yksittäisissä ylityksissä talousveden käyttämistä juomavetenä ja ruuan laittamiseen harkitaan Pitoisuuden ylittyessä jatkuvasti kielletään talousveden käyttäminen juomavetenä ja ruuan laitossa ja laitos järjestää varavedenjake-lun Vedenottokohdan muutos tai raakavesilähteen vaihtaminen Vedenkäsittelyn tehostaminen 	<ul style="list-style-type: none"> Laitos tiedottaa yhteistyössä terveydensuojeluviranomaisen kanssa veden käyttäjiä talousveden käyttörajoituksista ja sen laadusta syanobakteerien sekä toksiinien osalta Tiedotetaan toksiinin vaikutuksesta terveyteen Tiedotetaan varavedenjake-lusta
Talousvedessä >10,0 µg l ⁻¹ mikrokystiiniä	<ul style="list-style-type: none"> Syanobakteerien ja toksiinien tutkiminen tulevasta vedestä ja talousvedestä Veden käyttäminen talousvetenä kielletään. Vettä saa käyttää ainoastaan WC:n huuhteluun. 	<ul style="list-style-type: none"> Tiedotetaan talousveden käyttökiellosta Tiedotetaan varavedenjake-lusta

Dnro 1716/06.10.01/2016

4.4.2016

6. Näytteenotto ja määritykset

Näytteet otetaan puhtaaseen, näytevedellä huuhdeltuun lasi- tai muovipulloon.

- Raakavesilähteessä olevasta silmin havaittavasta syanobakteeri-esiintymästä (10–100 ml).
- Vedenkäsittelylaitokselle tulevasta vedestä (vähintään 100 ml).
- talousvedestä (vähintään 100 ml).

Syanobakteerien tunnistusnäyte kestäväidään Lugolin liuoksella, jos se on mahdollista. Toksiininäytettä ei kestäväidä. Näytteet säilytetään jääkaappissa ja toimitetaan laboratorioihin mahdollisimman pian. Syanobakteereja tunnistetaan mm. Suomen ympäristökeskuksessa. Syanobakteerien toksinimäärityksiä tehdään esimerkiksi Metropolilab:ssa (Viikinkaari 4, 00790 Helsinki).

7. Solutiheyden ja biomassan arvioiminen

Mahdollisesti toksineja tuottavien syanobakteerien (esim. *Microcystis*, *Anabaena* ja *Planktothrix*) solutiheyden ja biomassan vastaavuus voidaan arvioida karkeasti (Taulukko 2). Solutiheys määritetään mikroskoopin avulla laskemalla yksittäisiä soluja ja rihmojen pituuksia esim. 100 µm osina. Solujen koot, pituudet ja leveydet ovat erilaisia (Tikkanen ja Willén, 1992). Jos solutiheys muutetaan biomassaksi, muuttaminen pitää tehdä solutiheyden määrittävässä laboratorioissa. Syanobakteerien biomassaa määrittävä automaattianturi mittaa syanobakteereille ominaisen pigmentin, fykosyaniinin, pitoisuutta, joka muutetaan kertoimen avulla biomassaksi. Tätä biomassaa ei voi muuttaa solutiheydeksi ilman solujen määrä- ja tilavuustietoja.

Taulukko 2. Toimenpiderajoina käytettyjen syanobakteerien solutiheyden ja biomassan vastaavuus karkeasti arvioituna.

Solutiheys, soluja ml ⁻¹	Biomassa, mg l ⁻¹
500	0,1
5 000	1
100 000	20

8. Kirjallisuus

Chorus I & J. Bartram. [Toxic cyanobacteria in water – a guide to their public health consequences, monitoring and management. WHO 1999.](#)

Rapala J, Kilponen J, Järvinen M, Lahti K. Finland: Guidelines for monitoring of cyanobacteria and their toxins. Sivut 54-62. Teoksessa: [Chorus I. Current approaches to cyanotoxin risk assessment, risk management and regulation in different countries.](#) Umweltbundesamt 63/2012.

Tikkanen, T & T. Willén. Växtplanktonflora. Naturvårdsverket Förlag 1992.