Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Erikoistutkija Jouni Lehtoranta
Meri- ja vesiratkaisut/Ekosysteemien toiminta 31.10.2025 SYKE/2025/2049

Eduskunnan ympäristövaliokunta
YmV@eduskunta.fi

Viite: Ympäristövaliokunta tiistai 11.11.2025 klo 10.00 / KAA 5/2025 vp / Asiantuntijapyyntö

Asia: **KAA 5/2025 vp Suomen vesistöt EIVÄT ole vihreän siirtymän kaatopaikkoja**

https://www.eduskunta.fi/pdf/KAA+5/2025

Suomen ympäristökeskuksen asiantuntijalausunto

Sulfaatti – leviäminen ja vaikutukset vesiekosysteemeissä (Jouni Lehtoranta)

Suomen ympäristökeskus (Syke) kiittää mahdollisuudesta lausua Eduskunnan ympäristövaliokunnalle aiheesta.

Rikkiä sisältävää sulfaattia esiintyy luonnostaan vesistöissämme. Maa- ja kallioperämme ominaisuuksien vuoksi sulfaattia huuhtoutuu vesistöihimme niukasti. Rikin ilmalaskeuma on alentunut, mikä on pienentänyt sulfaattihuuhtoumia viime vuosikymmenien aikana. Vastaavasti sulfaatin pistekuormitus mm. kaivos- ja akkuteollisuudesta voi kasvaa ja lisätä sulfaattipitoisuuksia paikallisesti.

Pienissä metsäjärvissä sulfaattipitoisuus voi olla vain muutamia milligrammoja litrassa. Alunamaiden (eli happamat sulfaattimaat) ja kaivosteollisuuden kuormittamissa vesistöissä pitoisuudet nousevat useisiin kymmeniin ja myös yli 100:aan mg/l:ssa. Itämeressä ja rannikkoalueilla veden suolaisuus säätelee sulfaattipitoisuutta. Merialueillamme sulfaattipitoisuus onkin pienimmillään jokisuistoissa ja Perämerellä, ja suurimmillaan lounaisessa ulkosaaristossa. Itämeren suurin sulfaattilähde on Pohjanmeri, josta kulkeutuvat suuret suolapulssit voivat tuoda Itämereen sulfaattia yli sata miljoonaa tonnia muutamien päivien aikana.

Sulfaatti kasvattaa veden ionivahvuutta, joka vaikuttaa haitallisesti vesieliöihin. Sulfaatti on vedessä liukoisena ja pitoisuuden kasvu pohjan läheisessä vedessä lisää väistämättä sen kulkeutumista pohjasedimentin hapettomiin kerroksiin. Hapettomuudessa sulfaatti muodostaa sulfideja, jotka aiheuttavat ongelmia ympäristössä. Tunnetuin haitallinen sulfidi on eliöille myrkyllinen rikkivety. Sulfidit muodostavat raudan kanssa fosforia heikosti sitovia rautasulfideja, mikä voi

Suomen ympäristökeskus | Finlands miljöcentral | Finnish Environment Institute
Latokartanonkaari 11 | 00790 Helsinki | FINLAND
+358 295 251 000 | mailto: kirjaamo@syke.fi | Y-tunnus 0996189-5 | **syke.fi**

lisätä ravinnefosforin vapautumista veteen ja kiihdyttää rehevöitymistä. Tosin sulfidit sitovat myös ympäristölle haitallisina pidettyjä metalleja, kuten nikkeliä ja kuparia.

Sulfaatti ei vaikuta suoraan veden happamuuteen, eikä se lisää hapen kulumista vesistössä. Happamoituminen ja hapen kuluminen tapahtuu vasta kun sulfaatin pelkistymisessä muodostuneet sulfidit hapettuvat. Näin tapahtuu, kun esimerkiksi alunamaidemme sulfidit hapettuvat. Suuri sulfaattisuolan kuormitus, kuten muidenkin suolojen, voi kuitenkin aiheuttaa kerrostumista ja hidastaa veden vaihtumista pohjanläheisessä vesikerroksessa. Veden hidas vaihtuminen lisää hapettomuuden todennäköisyyttä.

Sulfaattikuormituksen laimeneminen sekoittumisen kautta sekä sulfaatin kulkeutuminen ovat keskeisiä tekijöitä, jotka määräävät kuormituksen aiheuttaman haitan vesistöissä ja rannikkoalueilla. Sulfaattikuormituksen osalta on huomioitava sisävesiemme pienet vesitilavuudet. Esimerkiksi pinta-alaltaan neljänneksi suurimman järvemme, Pielisen, tilavuus on noin 9 km^3. Suomenlahden vesitilavuus on noin 1100 km^3.

Sulfaatti - asetus VNa 1022/2006 ja ympäristönlaatunormit (Jukka Mehtonen)

Syke on ehdottanut muutoksia vesienhoidossa huomioitavien pilaavien aineiden listaan (Mehtonen ym. 2023). Kyseessä on vesipuitedirektiiviin perustuva vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden asetus (VNa 1022/2006), jonka tarkoituksena on suojella pinta- ja pohjavesiä sekä merivesiä.

Sulfaattia ja sen ympäristönlaatunormeja (= raja-arvoja pintavesissä) ehdotetaan lisättäväksi asetuksen (1022/2006) liitteeseen 1D kansallisiksi haitallisiksi aineiksi. Ehdotus perustuu riskinarviointiin aineiden haitallisuudesta vesiympäristölle. Ympäristönlaatunormien asettaminen helpottaa sulfaattipäästöjen aiheuttamien riskien arviointia. Ympäristönlaatunormit on asetettava erikseen sisävesille ja rannikkovesille. Ehdotus sulfaatin ympäristönlaatunormeiksi eli AA-EQS-arvoksi sisämaan pehmeille pintavesille (veden kovuus < 40 mg CaCO3/l eli < 0,8 mmol/l) on 39 mg/l ja MAC-EQS-arvoksi 279 mg/l (Leppänen ym. 2023a). Valtaosa Suomen sisävesistä on pehmeitä.

Murtovesille sulfaatin ekotoksisuustestaus ja aineiston mallintaminen on tehty rannikkomme tyypillisillä eliölajeilla Jyväskylän yliopiston ja Syken yhteistyönä. EQS-arvoehdotuksia laaditaan Sykessä parhaillaan. Sulfaatin AA-EQS-laatunormiehdotus rannikkovesille tulee olemaan huomattavasti korkeampi kuin pehmeille sisävesille ehdotettu 39 mg/l. Suuntaa antava AA-EQS -arvoehdotus on esitetty Hun väitöskirjassa (PNEC murtovesiarvo 469 mg/l, Hu 2025). Esitetty pitoisuus ei ole vielä Syken ehdotus sulfaatin AA-EQS -arvoksi rannikkovesille.

Sulfaatin ekotoksisuustestaukset ja aineiston mallintaminen sisämaan kovilla pintavesillä ovat käynnissä Jyväskylän yliopistossa ja Sykessä. Tulosten valmistuttua Syke laatii EQS-arvoehdotukset. Sulfaatin AA-EQS-ehdotus koville pintavesille tulee olemaan korkeampi kuin pehmeille sisävesille ehdotettu 39 mg/l. Luonnollinen taustapitoisuus voidaan ottaa huomioon sulfaatin ympäristönlaatunormiin perustuvissa paikkakohtaisissa riskinarvioinnissa EU-ohjeen (EC 2019) mukaisesti.

Syken tavoitteena on lähettää ympäristöministeriölle täydennetty ehdotus vuoden 2025 aikana. Ehdotus sisältää sulfaatin sisämaan pehmeiden pintavesien AA-EQS- laatunormiehdotuksen

Suomen ympäristökeskus | Finlands miljöcentral | Finnish Environment Institute
Latokartanonkaari 11 | 00790 Helsinki | FINLAND
+358 295 251 000 | mailto: kirjaamo@syke.fi | Y-tunnus 0996189-5 | syke.fi

lisäksi myös AA-EQS- laatunormiehdotukset sisämaan koville pintavesille ja rannikkovesille. Ehdotukset on tarkoitettu huomioitavaksi asetuksen 1022/2006 tarkastuksessa, kun asetus tulee direktiivimuutosten vuoksi ajankohtaiseksi ympäristöministeriössä. Syke ehdotti YM:lle asetuksen 1022/2006 liitteen 1D ainelistan tarkistamista vuonna 2014. Ehdotukset jätettiin huomioimatta, kun YM tulkitsi ne Sipilän hallitusohjelmassa mainituksi kansalliseksi lisäsääntelyksi, joka ei ole pakollista ja täten välttämätöntä EU-sääntelyä.

EU-maissa sulfaatin ympäristönlaatunormeista ja muista raja-arvoista on hyvin niukasti tietoa. EEA:n tietokannan (EEA 2019) mukaan vain Slovenia esittää sulfaatille AA-EQS -arvon 150 mg/l. Epäluotettavuutta arvon esittämiselle herättää se, että EQS-arvo on sama sisämaan vesille ja merivedelle. Merivedessä sulfaattia on 2700 mg/l ja eliöt ovat sopeutuneet korkeaan sulfaattipitoisuuteen. Kanadan Brittiläisen Kolumbian osavaltiossa sulfaatille on asetettu pintaveden ohjearvoja (ei sitovaa lainsäädäntöä), jotka vaihtelevat välillä 128 – 429 mg/l veden kovuuden mukaan (Meays & Nordin 2013). Ruotsissa sulfaatilla ei ole ympäristönlaatunormia. Sahlin ja Åkerstrand (2018) Tukholman yliopistosta ovat arvioineet, että 13 – 26 mg/l voisi olla vuosikeskiarvoon perustuva ympäristönlaatunormi (AA-EQS) ruotsalaisille pintavesille, mutta sulfaattia ja sen ympäristönlaatunormeja ei ole asetettu Ruotsin lainsäädäntöön.

Ksantaatit - asetus VNa 1022/2006 ja ympäristönlaatunormit (Jukka Mehtonen)

Nykyisin ksantaattien käyttöä ei säännellä EU-tasolla. Euroopan kemikaalivirasto ECHA on pyytänyt aineiden REACH-rekisteröijiltä lisätietoja ksantaateista, jotta aineilta edellytetyt tietovaatimukset täyttyisivät. Tukesin mukaan lisätiedot on toimitettu ECHAlle ja niiden arviointi on käynnissä ECHAssa. Millään EU-maalla ei ole ksantaatteja vesipuitedirektiivin mukaisina kansallisina haitallisina aineina, ja siten niille ei ole asetettu kansallisia ympäristönlaatunormeja (EEA 2019). ECHAn kemikaalitietokannassa on esitetty PNEC-arvoja ksantaateille, mutta niiden tietopohja ja laatu ovat puutteellisia. Ympäristönlaatunormit edellyttävät tasokasta ja luotettavaa ekotoksisuustestaustietoa.

Syke on ehdottanut ksantaattien osalta seuraavaa (Leppänen ym. 2023b): *”Lappiin on suunnitteilla useita kaivoksia, joiden arvioidut ksantaattien käyttömäärät ovat suuria. Lisää tutkimustietoa ksantaattien ympäristövaikutuksista pohjoisissa olosuhteissa tarvitaan nopealla aikataululla. Ehdotamme ksantaattien nostamista kansalliseen kartoitukseen. Ympäristökartoituksen tulee sisältää kaivosteollisuutta, metallinjalostusta ja mahdollista muuta teollisuutta, joka käyttää ksantaatteja. Erityisesti talviaikaisia pitoisuuksia vastaanottavissa pintavesissä, niiden taustatai referenssialueilla ja jätevedessä on tarpeen selvittää.*
Laadukkaan ja tarpeeksi alhaisen määritysrajan omaavan ksantaattianalytiikan kehittäminen on ykkösprioriteetti. Määritystarkkuudessa olisi päästävä µg/l- tasolle ja siihen kykenevä laboratorio olisi joko etsittävä ulkomailta tai mieluummin tehtävä kehitystyötä Suomessa.
PNEC-arvot pintavesille eivät ole tällä hetkellä luotettavia. Tarpeen olisi myös tuottaa toksisuustestiaineistoa suomalaisilla testieliöillä ja paikallisissa olosuhteissa, jotta saadaan tarkempia ja luotettavampia arviota haitattomista pitoisuuksista (PNEC) riskinarvion tueksi. Erityisesti syyskutuisten lohikalojen alkion ja poikasvaiheen testit ovat oleellisia. Lisäksi on tarpeen selvittää ksantaattien kaikki käyttökohteet ja niistä aiheutuvia päästöjä ja riskejä pintavesille Suomessa.”

Syke ei ole ehdottamassa ympäristöministeriölle ksantaattien lisäämistä asetuksen 1022/2006 liitteeseen 1D. Syke kuitenkin pitää tärkeänä, että tutkimus- ja kehitystyötä ksantaattien haitallisuuden selvittämiseksi edistetään pikaisesti. Ksantaattien mittausanalytiikkaa on kehitetty

Suomen ympäristökeskus | Finlands miljöcentral | Finnish Environment Institute
Latokartanonkaari 11 | 00790 Helsinki | FINLAND
+358 295 251 000 | mailto: kirjaamo@syke.fi | Y-tunnus 0996189-5 | syke.fi

ainakin Oulun, Jyväskylän ja Itä-Suomen yliopistossa. Oulun yliopistossa analytiikassa on saavu-tettu µg/l –taso (Suvela 2023).

Lähteet

EC 2019. Technical Guidance for implementing Environmental Quality Standards (EQS) for metals. Consideration of metal bioavailability and natural background concentrations in assessing compliance. Guidance document No. 38. Euroopan komissio.

EEA 2019. EEA:n Wise-tietokannan hakutaulu RBSP-aineiden EQS-arvoista, perustuu raportoituihin 2. vesienhoitokauden tietoihin (2nd River basin management plans, surface water: Standard types and threshold values for River Basin Specific Pollutants Workbook). Workbook: WISE_SOW_SWMET_SWRBSP. [Viitattu 3.10.2025]

Ekholm P., Lehtoranta J., Taka M., Sallantaus T., Riihimäki J. 2020. Diffuse sources dominate the sulfate load into Finnish surface waters. Science of the Total Environment 2020; 748: Art. 141297.

Hu X. 2025. Sulphate Sensitivity of Boreal Freshwater and Coastal Baltic Sea Biota
An Ecotoxicological Risk Assessment across Multiple Taxa. doctoral dissertation. JYU Dissertations 977. University of Jyväskylä. https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-86-0984-1

Leppänen M., Siimes K., Karjalainen J. & Hu X. 2023a. Luku 5.3.7 Sulfaatti julkaisussa Mehtonen J., Siimes K., Leppänen M., Junttila V., Äystö L., Vähä E., Karjalainen J., Hu X., Österholm P. & Nystrand M. 2023. Haitalliset aineet pintavesissä – muutosehdotuksia vesiympäristölle vaarallisten aineiden asetukseen. Syken raportteja 28/2023.

Leppänen M., Mehtonen J. & Junttila V. 2023b. Luku 5.1.3 Ksantaatit julkaisussa Mehtonen J., Siimes K., Leppänen M., Junttila V., Äystö L., Vähä E., Karjalainen J., Hu X., Österholm P. & Nystrand M. 2023. Haitalliset aineet pintavesissä – muutosehdotuksia vesiympäristölle vaarallisten aineiden asetukseen. Syken raportteja 28/2023.

Meays, C. & Nordin, R. 2013. Ministry of Environment, Providence of British Columbia Ambient Water Quality Guidelines For Sulfate. Water Protection & Sustainability Branch, Environmental Sustainability and Strategic Policy Division, BC Ministry of Environment, Updated Technical Appendix, April 2013.

Mehtonen J., Siimes K., Leppänen M., Junttila V., Äystö L., Vähä E., Karjalainen J., Hu X., Österholm P. & Nystrand M. 2023. Haitalliset aineet pintavesissä – muutosehdotuksia vesiympäristölle vaarallisten aineiden asetukseen. Syken raportteja 28/2023. http://hdl.handle.net/10138/566610.

Sahlin & Åkerstrand 2018. Sulfate. EQS data overview. Department of Environmental Science and Analytical Chemistry (ACES) Stockholm University. ACES report number 14.

Suomen ympäristökeskus. Jätevesien sulfaattikuorman rajoittamiseksi tarvitaan ympäristölaatunormit. Syke Policy Brief. Suomen ympäristökeskus, 7.11.2024.

Suvela R. 2023. Sustainable mining in the Arctic environment: Development of analytical methods for the determination of xanthates and application of the methods to environmental and process water samples. Doctoral dissertation.. Acta Univ. Oul. A 787, 2023. University of Oulu.

Zak D., Hupfer M., Cabezas A., Jurasinski G., Audet J., Kleeberg A., McInnes R., Kristiansen S.M., Rasmus Jes Petersen R.J., Liu H. & Goldhammer T. 2021. Sulphate in freshwater ecosystems: A review of sources, biogeochemical cycles, ecotoxicological effects and bioremediation. Earth Science Reviews 212 (2021) 103446.

Lausunnon valmisteluun osallistuivat erikoistutkija Jouni Lehtoranta ja erikoissuunnittelija Jukka Mehtonen.

Allekirjoitukset

Suomen ympäristökeskus | Finlands miljöcentral | Finnish Environment Institute
Latokartanonkaari 11 | 00790 Helsinki | FINLAND
+358 295 251 000 | mailto: kirjaamo@syke.fi | Y-tunnus 0996189-5 | syke.fi

Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Pääjohtaja Leif Schulman

Erikoistutkija Jouni Lehtoranta

Jakelu: YmV@eduskunta.fi
Kopio: kirjaamo@syke.fi