
Haitalliset aineet Nenäinniemen jätevedenpuhdistamolla vuonna 2018

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Johdanto..... | 1 |
| 2 | Analyysit ja datan käsittely..... | 1 |
| 3 | Valtioneuvoston asetuksen vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden asetuksen (1022/2006) mukaiset aineet..... | 3 |
| 4 | Muut aineet..... | 5 |
| 4.1 | Ftalaatit..... | 5 |
| 4.2 | Hormonit..... | 6 |
| 4.3 | Lääkeaineet..... | 6 |
| 4.4 | Perfluoratut aineet..... | 8 |
| 4.5 | Torjunta-aineet ja triklosaani..... | 9 |
| 5 | Vertailu aiemmin mitattuihin pitoisuuksiin..... | 10 |
| 6 | Yhteenveto..... | 11 |

1 Johdanto

Tähän raporttiin on koottu Jyväskylän Seudun Puhdistamo Oy:n Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon ympäristöön johdettavan käsitellyn jäteveden haitallisten aineiden tuloksia vuodelta 2018. Tuloksia on mahdollisuuksien mukaan verrattu haitallisuutta kuvaaviin viitearvoihin. Lisäksi pitoisuuksia on verrattu aiemmin v. 2014 jätevedestä tehtyihin mittauksiin. Yhteenvedossa (kappale 6) annetaan arvio puhdistamon tuloksista.

2 Analyysit ja datan käsittely

Nenäinniemen jätevedenpuhdistamolta on otettu vuonna 2018 näytteitä neljänä päivänä ja niistä on analysoitu vesiympäristölle haitallisia ja vaarallisia aineita. Analysoidut aineet ja niiden näytteenottopäivät on esitetty taulukossa 1. Taulukossa on esitetty lisäksi näytteenottovuorokauden virtaama. Yhteensä Nenäinniemen jätevedenpuhdistamolla käsiteltiin jätevettä 11 826 900 m³ vuonna 2018.

Taulukko 1. Jyväskylän Seudun Puhdistamo Oy:n Nenäinniemen jätevedenpuhdistamolta vuonna 2018 otetut haitallisten aineiden näytteet sekä virtaama näytteenottopäivänä.

| | Näytteenottopäivä | | | |
|---|-------------------|-----------|------------|------------|
| | 22.10.2018 | 5.11.2018 | 26.11.2018 | 18.12.2018 |
| Virtaama näytteenottopäivänä (m ³ /d) | 31 870 | 31 790 | 31 480 | 3 1380 |
| Metallit | X | X | | X |
| Alkyyfenolit ja alkyylifenolietoksilatit | X | X | X | X |
| Ftalaatit | | X | X | X |
| Palonestoaineet (bromatut difenyylietterit, HBCDD, TBBPA) | X | X | X | X |
| Hormonit ja lääkeaineet | X | | X | |
| Perfluoratut aineet | X | X | X | X |
| Torjunta-aineet (GC) | X | X | X | X |
| Torjunta-aineet (LC) | | X | X | |

Tässä raportissa on noudatettu seuraavia Ympäristöhallinto julkaisun ”Yhdyskuntajätevesien puhdistuslaitosten päästöjen seuranta ja raportointi – hyvien menettelytapojen kuvaus” periaatteita:

- Jakson käsitelty pitoisuus (KP, mg/l) lasketaan jakson aikana otettujen näytteiden pitoisuuksien virtaamapainotteisena keskiarvona. Painotuksena käytetään näytekertojen virtaamia. Tulos ilmoitetaan kahdella merkitsevällä numerolla.
- Jakson käsitelty kuorma lasketaan seuraavasti (KP*QJ)/1000, missä KP on jakson käsitelty pitoisuus (mg/l) ja QJ on jakson käsitelty virtaama. Tulos ilmoitetaan kahdella merkitsevällä numerolla.
- Käsitelty virtaama (QJ, m³/d), lasketaan jakamalla kuukausivirtaamien summa jaksonpituudella (d eli vuorokausina). Tulos ilmoitetaan kolmella merkitsevällä numerolla.

Lisäksi on noudatettu Ympäristöministeriön kuvausta hyvistä menettelytavoista liittyen Vesiympäristölle vaarallisia ja haitallisia aineita koskevan lainsäädännön soveltamiseen:

- Päästötarkkailun tulokset raportoidaan lupapäätöksen edellyttämällä tavalla ainekohtaisina analyysituloksina ja kuormitustietoina ympäristöhallinnon valvonta- ja kuormitustietojärjestelmään (VAHTI). On suositeltavaa, että (vuosi)kuormitukset raportoidaan myös niiltä vuosilta, jolloin mittauksia ei ole tehty. Tällöin kuormitusarvoksi raportoidaan sama arvo kuin edellisenä vuonna, jolloin mittauksia on tehty.
- Päästötarkkailun kemiallisten analyysien tulosten perusteella laskettavat kuormitusarvot suositellaan raportoitavaksi VAHTI-järjestelmään seuraavasti siinä tapauksessa, jos kemiallisen analyysin tuloksia on alle määrittäjärajat:
 - Jos parametri on analysoitu, mutta kaikki analyysit ovat alle määrittäjärajan, merkitään kyseiselle laskentajaksole kuormitusarvoksi nolla.

- Jos osa analyysituloksista on alle määritysrajan, lasketaan laskentajakson kuormitus kaikkien analyysitulosten perusteella siten, että kyseisellä laskentajaksolla alle määritysrajan olleiden analyysitulosten pitoisuusarvoina käytetään määritysrajan puolikasta.
- Jos kemiallisten mittaussuureiden pitoisuudet tietyssä pinta- ja pohjavesinäytteessä ovat alle määritysrajan, käytetään keskiarvojen laskemisessa näille arvona määritysrajan puolikasta. Jos näin laskettu keskiarvo on määritysrajaa pienempi, ei keskiarvon lukuarvoa ilmoiteta vaan todetaan sen olevan alle määritysrajan.
- Jos mittaussuureet ovat kemiallisten mittasuureiden ryhmän kokonaissummaa, mukaan luettuina niiden aineenvaihduntatuotteet ja hajoamis- ja muuntumistuotteet, yksittäisten aineiden määritysrajaa pienempien tulosten arvona käytetään nollaa kokonaissumman laskennassa.
- Jos eri analyysikerroilla on ollut eri määritysraja, huomioidaan alle määritysrajan olevien keskiarvon ilmoittamisessa korkein määritysraja.

3 Valtioneuvoston asetuksen vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden asetuksen (1022/2006) mukaiset aineet

Valtioneuvoston asetuksessa vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006) on listattu EU:n prioriteettiaineet ja niiden ympäristölaatunormit liitteen 1 kohdassa C2 ja kansalliset haitalliset aineet ja niiden ympäristölaatunormit liitteen 1 kohdassa D. Näistä aineista käytetään tässä raportissa nimitystä C2- ja D-aineet. Ne C1- ja D-aineet, joita on mitattu Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon käsittelystä jätevedestä sekä aineiden ympäristölaatunormit on esitetty taulukossa 2. Tuloksista nähdään, että vain nikkelin pitoisuus ympäristöön johdettavassa käsittelystä jätevedessä ylittää vuoden keskiarvopitoisuuteen perustuvan ympäristölaatunormin (AA-EQS). Muiden aineiden pitoisuudet ovat alle niille määrättyjen ympäristölaatunormien. Nikkelin AA-EQS -arvo viittaa liukoiseen pitoisuuteen eli liuosfaasiin vesinäytteessä, joka on saatu suodattamalla 0,45 µm:n suodattimella tai jonkin muun vastaavan esikäsittelyn avulla. Jätevesistä mitataan nikkelin kokonaispitoisuutta. Myös Ympäristöministeriön ohjeessa on neuvottu, että metallit mitataan päästöistä kokonaispitoisuuksina.

Taulukon aineista elohopea, PFOS, BDE ja HBCD ovat ns. ubikvitaarisia aineita. Ne ovat kaikkialla esiintyvät, laajalle alkuperäisistä päästölähteistään levinneitä aineita, jotka ovat pysyviä, kertyviä ja myrkyllisiä. Näiden aineiden pitoisuuksiin EU:n jäsenmailla ei ole keinoja vaikuttaa kansallisin toimenpitein. Siksi näiden aineiden osalta voidaan poiketa vesien hyvän tilan vaatimuksesta.

Taulukko 2. Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon ympäristöön johdetun käsitellyn jäteveden asetuksen 1022/2006 C2- ja D-aineiden pitoisuudet näytteenottopäivinä sekä vuosikeskiarvot ja vuosikuormat. Lisäksi on esitetty yhdisteiden ympäristölaatu normit (AA-EQS on vuoden keskiarvopitoisuuden ympäristölaatu normi ja MAC-EQS on suurin sallittu pitoisuus). Vihreällä pohjalla on merkitty ne tulokset, jotka alittavat ympäristölaatu normit ja punaisella ne, mitkä ylittävät ympäristölaatu normit. mr= määrittäjäraja

| Yhdiste | Ympäristölaatu- normit (µg/l) | | Pitoisuus näytteenottopäivänä (µg/l) | | | | Vuosi- keskiarvo (µg/l) | Vuosi- kuorma (kg/vuo- si) |
|---|----------------------------------|-------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|-------------------------------|-------------------------------------|
| | AA- EQS | MAC- EQS | 22.10. | 5.11. | 26.11. | 18.12. | | |
| Metallit | | | | | | | | |
| Kadmium | 0,08 | 0,45 | <0,01 | <0,01 | | <0,01 | <0,01 | 0 |
| Elohopea | | 0,07 | <0,05 | <0,05 | | 0,005 | 0,018 | 0,22 |
| Nikkeli | 4 | 34 | 6,8 | 5,5 | | 6,9 | 6,4 | 76 |
| Lyijy | 1,2 | 14 | 0,43 | 0,13 | | 0,31 | 0,29 | 3,4 |
| Alkyylifenolit ja niiden etoksilaatit | | | | | | | | |
| Nonyylifenoli (TEQ) | 0,3 | 2 | 0,16 | 0,05 | 0,08 | 0 | 0,073 | 0,86 |
| 4-tert-Oktyylifenoli | 0,1 | - | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,10 | <0,01 | 0 |
| Palonestoaineet | | | | | | | | |
| BDE summa ¹⁾ | | 0,14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 (< mr) | 0 |
| Heksabromisyklododekaani HBCDD (alfa,beeta,gamma) | | 0,5 | <0,0015 | <0,0015 | <0,0015 | <0,0015 | <0,0015 | 0 |
| Ftalaatit | | | | | | | | |
| Dibutyyliftalaatti | | 10 | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0 |
| Butyylibentsyyliftalaatti | | 10 | | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0 |
| Dietyyliheksyyliftalaatti (DEHP) | - | 1,3 | | 0,47 | 0,41 | <0,3 | 0,34 | 4,1 |
| Perfluoratut yhdisteet | | | | | | | | |
| Perfluoro- oktaanisulfonaatti (PFOS) | - | 36 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | <0,001 | 0,0011 | 0,013 |
| Torjunta-aineet | | | | | | | | |
| Terbutryyni | 0,065 | 0,34 | 0,015 | <0,005 | <0,005 | 0,006 | 0,0065 | 0,077 |
| Diuron | 0,2 | 1,8 | | 0,014 | <0,01 | | 0,010 | 0,11 |
| DDT ²⁾ | 0,025 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 (< mr) | 0 |
| syklodieeni- torjunta- aineet: aldriini, dieldriini, endiini, isodriini | 0,01 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 (< mr) | 0 |
| HCH (heksakloorisykloheksaani) | 0,02 | 0,04 | <0,004 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,01 | 0 |
| Bifenoksi | 0,012 | 0,04 | <0,010 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,01 | 0 |
| Sypermtriini | 0,00008 | 0,0006 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0 |
| alfa-Endosulfaani | 0,005 | 0,01 | <0,0025 | <0,0025 | <0,0025 | <0,0025 | <0,0025 | 0 |
| Sybutryyni (Irgaroli) | 0,0025 | 0,016 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | 0 |
| Pentaklooribentseeni | 0,007 | | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0 |

| | Ympäristölaatu- | | Pitoisuus näytteenottopäivänä (µg/l) | | | | Vuosi- keskiarvo (µg/l) | Vuosi- kuorma (kg/vuo- si) |
|-----------------|-----------------|--------|--------------------------------------|---------|---------|--------|-------------------------------|-------------------------------------|
| | normit (µg/l) | | | | | | | |
| Prokloratsi | 1 | | <0,20 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | 0 |
| Trifluraliini | 0,03 | | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0 |
| Aklonifeeni | 0,12 | 0,12 | | <0,010 | <0,010 | | <0,01 | 0 |
| Alakloori | 0,3 | 0,7 | | <0,010 | <0,010 | | <0,01 | 0 |
| Atratsiini | 0,6 | 2 | | <0,005 | <0,005 | | <0,005 | 0 |
| Bronopoli | 4 | | | <0,010 | <0,20 | | <0,2 | 0 |
| Diklorovossi | 0,0006 | 0,0007 | | <0,0005 | <0,0005 | | <0,0005 | 0 |
| Dimetooatti | 0,7 | | | <0,010 | <0,010 | | <0,01 | 0 |
| Isoproturoni | 0,3 | 1 | | <0,010 | <0,010 | | <0,01 | 0 |
| Klorfenvinfossi | 0,1 | 0,3 | | <0,010 | <0,010 | | <0,01 | 0 |
| Klorpyrifossi | 0,03 | 0,1 | | <0,010 | <0,010 | | <0,01 | 0 |
| Kvinoksifeeni | 0,15 | 2,7 | | <0,010 | <0,010 | | <0,01 | 0 |
| MCPA | 1,6 | | | <0,010 | <0,010 | | <0,01 | 0 |
| Metamitron | 32 | | | <0,010 | <0,010 | | <0,01 | 0 |
| Simatsiini | 1 | 4 | | <0,010 | <0,010 | | <0,01 | 0 |

¹⁾ BDE-28, -47, -99, -100, -153 ja -154 summa (kaikkien pitoisuus olis alle määrittämissä, jolloin summapitoisuus = 0)

²⁾ Kokonais-DDT on isomeerien 1,1,1-trikloori-2, 2-bis (p-kloorifenyyl)etaanin (CAS-numero 50-29-3), EU-numero 200-024-3), 1,1,1- trikloori-2 (o-kloorifenyyl)etaanin (CAS-numero 789-02-6), EU-numero 212-332-5), 1,1-dikloori-2,2 bis (p-kloorifenyyl) etyleenin (CAS-numero 72-55-9, EU-numero 200-784-6), ja 1,1-dikloori-2,2 bis (p-kloorifenyyl) etaanin (CAS-numero 7254-8, EU-numero 200-783-0) summa.

4 Muut aineet

Tässä kappaleessa tarkastellaan muiden kuin asetuksen 1022/2006 mukaisten aineiden tuloksia. Osalle aineista on esitetty ympäristössä haitattomiksi arvioituja pitoisuuksia (PNEC= predicted no effect concentration) ja verrattu käsitellystä jätevedestä mitattuja tuloksia näihin arvoihin. PNEC-arvot on poimittu lähteestä Loos ym. (2018, Review of the 1st Watch List under the Water Framework Directive and recommendations for the 2nd Watch List).

4.1 Ftalaatit

Ftalaateille DEHP, DBP ja BBP on asetettu ympäristölaatu-normit ja niitä on käsitelty kappaleessa 3. Muista ftalaateista vain dietyyliftalaatin pitoisuus ylitti määrittämissä. Sen vuosikeskiarvo oli 0,048 µg/l ja vuosikuorma 0,6 kg/vuosi. Dietyyliftalaatille ei ole tiedossa PNEC-arvoa, joten sen pitoisuustason arviointi ei ole mahdollista.

4.2 Hormonit

Hormonien pitoisuudet Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon ympäristöön johdettavassa käsitellyssä jätevedessä on esitetty taulukossa 3. Osalle aineista on esitetty myös PNEC-arvot. Suurin osa mitatuista pitoisuuksista ovat alle määritysrajojen. On kuitenkin huomattava, että mittausten määritysrajat ovat selvästi korkeammat kuin aineiden haitattomiksi arvioidut ympäristöpitoisuudet. Analyysien mittaustarkkuuden riittämättömyys on yleinen haaste hormonien analysoinnissa. Estronin osalta toisena näytteenottopäivänä aineen pitoisuus on ylittänyt haitattomaksi arvioidun ympäristöpitoisuuden. Ylitys on kuitenkin vähäinen ja pitoisuus laimenee jäteveden sekoituessa vastaanottavan vesistön vesimassaan.

Taulukko 3. Hormonien pitoisuudet Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon käsitellyssä jätevedessä. Lisäksi on esitetty aineiden haitattomiksi arvioidut ympäristöpitoisuudet (PNEC).

| Yhdiste | PNEC (µg/l) | Pitoisuus näytepäivänä | |
|-------------------|-------------|------------------------|------------|
| | | 22.10.2018 | 26.11.2018 |
| Estradioli | 0,0004 | <0,005 | <0,005 |
| Estrioli | | <0,005 | <0,005 |
| Estroni | 0,0036 | <0,005* | 0,005 |
| Etinyliestradioli | 0,000035 | <0,001 | <0,001 |
| Progesteroni | | <0,001 | <0,001 |
| Testosteroni | | <0,001 | <0,001 |
| Levonorgestreeli | | <0,01 | <0,01 |
| Noretisteroni | | <0,02 | <0,02 |

*Todettu alle määritysrajan oleva ja yli toteamisrajan ylittävä pitoisuus

4.3 Lääkeaineet

Kuusi lääkeainetta on luokiteltu EU:n tarkkailulistan aineiksi. Nämä aineet ovat EU-tasolla päätettyjä aineita, joiden esiintymistä vesiympäristössä tulee kartoittaa. Osa saattaa nousta myöhemmin prioriteettiaineiksi. Ensimmäisen tarkkailulistan aineet päätettiin 20.3.2015 ja komissio julkaisi uuden ainelistan vuonna 2018. Tälle listalle nostettiin aiempien lääkeaineiden lisäksi antibiootit amoksisilliini ja siprofloksasiini. Listalta poistettiin diklofenaakki. Diklofenaakki on tulehduskipulääke ja muut listan aineista ovat antibiootteja. Näiden kuuden tarkkailtavan lääkeaineen pitoisuudet Nenäinniemen ympäristöön johdettavassa käsitellyssä jätevedessä on esitetty taulukossa 4. Taulukossa on esitetty myös arvioidut haitattomat ympäristöpitoisuudet (PNEC). Amoksisilliinin, erytromysiinin ja siprofloksasiinin pitoisuudet olivat käsitellyssä jätevedessä alle määritysrajojen. Määritysrajat ovat kuitenkin korkeampia kuin PNEC-arvot eli on mahdollista, että aineiden pitoisuudet jätevedessä ylittävät haitattomat ympäristöpitoisuudet. Atsitromysiinin ja diklofenaakin pitoisuudet ovat käsitellyssä jätevedessä korkeampia kuin PNEC-arvot, klaritromysiinin pitoisuudet olivat PNEC-arvoa pienempiä. On tietenkin muistettava, että aineiden pitoisuudet vastaanottavassa vesistössä ovat selvästi jätevesiä pienempiä, sillä jätevesi sekoittuu vastaanottavan vesistön vesimassaan.

Taulukko 4. EU:n tarkkailuainelistalla olleet tai olevat lääkeaineet, niiden pitoisuudet ja vuosikuormat Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon käsitellyssä jätevedessä sekä aineiden PNEC-arvot.

| Yhdiste | PNEC (µg/l) | Näytteenottopäivä (µg/l) | | Vuosikeskiarvo (µg/l) | Vuosikuorma (kg/vuosi) |
|------------------|-------------|--------------------------|------------|-----------------------|------------------------|
| | | 22.10.2018 | 26.11.2018 | | |
| Amoksisilliini | 0,078 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0 |
| Atsitromysiini | 0,019 | 1,5 | 0,68 | 1,1 | 13 |
| Erytromysiini | 0,2 | <0,25 | <0,25 | <0,25 | 0 |
| Klaritromysiini | 0,12 | 0,093 | 0,056 | 0,075 | 0,9 |
| Diklofenaakki | 0,05 | 0,7 | 0,68 | 0,69 | 8,2 |
| Siprofloksasiini | 0,089 | <0,25 | <0,05 | <0,25 | 0 |

Jätevedestä mitattiin 123 lääkeaineen pitoisuudet, joista 52:n (taulukon 4 aineet mukaan lukien) pitoisuus ylitti määrittäjärajan vähintään yhdessä näytteessä. Taulukkoon 5 on koottu muiden kuin tarkkailuainelistalla olevien lääkeaineiden pitoisuudet ja vuosikuormat Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon käsitellyssä jätevedessä. Taulukossa on esitetty vain ne aineet, joiden pitoisuus ylitti määrittäjärajan ainakin yhdessä näytteessä. Mitatuista lääkeaineista 71 pitoisuudet olivat alle määrittäjärajojen. Taulukon aineet on jaoteltu niin, että ylimpänä on vuosikeskiarvona korkeimmalla pitoisuudella mitattu lääkeaine. Aineiden pitoisuuksia ei ole verrattu PNEC-arvoihin, sillä useimmille aineille PNEC-arvoja ei ole saatavilla tai tietoa ei ole helposti saatavilla.

Taulukko 5. Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon käsitellyn jäteveden lääkeaineiden pitoisuuksia ja vuosikuormat. Taulukossa on esitetty vain ne aineet, joiden pitoisuudet ylittivät määrittäjärajat. Taulukossa on esitetty muut kuin EU:n tarkkailuainelistalla olevat lääkeaineet, joiden pitoisuudet on esitetty taulukossa 4.

| Yhdist | Pitoisuus näytteenotto-päivänä (µg/l) | | Vuosikeskiarvo (µg/l) | Vuosikuorma (kg/vuosi) |
|-----------------------------|---------------------------------------|------------|-----------------------|------------------------|
| | 22.10.2018 | 26.11.2018 | | |
| 5-metyylibentsotriatsoli | 3,3 | 2,7 | 3,0 | 36 |
| Bentsotriatsoli | 3,3 | 1,5 | 2,4 | 28 |
| Hydroklooritiatsidi | 1,4 | 3,1 | 2,3 | 27 |
| Setiritsiini | 2,2 | 2 | 2,1 | 25 |
| Furosemiidi | 0,81 | 1,8 | 1,3 | 15 |
| Lamotrigiini | 1,6 | 0,97 | 1,29 | 15 |
| Tramadoli | 1,5 | 0,95 | 1,2 | 15 |
| Losartaani | 0,81 | 1,2 | 1,01 | 12 |
| Atorvastatiini | 1,6 | 0,26 | 0,93 | 11 |
| Iopamidoli | 1,4 | 0,2 | 0,80 | 9,5 |
| Venlafaksiini | 0,59 | 0,61 | 0,6 | 7,1 |
| Bisoprololi (β-Adrenergics) | 0,57 | 0,43 | 0,50 | 5,9 |
| Metoprololi | 0,45 | 0,44 | 0,45 | 5,3 |
| Trimetoprim | 0,35 | 0,55 | 0,45 | 5,3 |
| Karbamatsepiini | 0,47 | 0,38 | 0,43 | 5,0 |

| Yhdist | Pitoisuus näytteenotto- päivänä (µg/l) | | Vuosikeskiarvo (µg/l) | Vuosikuorma (kg/vuosi) |
|-----------------------------------|---|---------|--------------------------|---------------------------|
| 4-Asetamidoantipyriini | 0,53 | 0,29 | 0,41 | 4,8 |
| Diatritsoaatti (Amidotritsoaatti) | <3,0 | 0,41 | 0,41 | 4,8 |
| Atenololi | 0,36 | 0,18 | 0,27 | 3,2 |
| Sitalopraami | 0,23 | 0,27 | 0,25 | 3,0 |
| 4-Formyyliaminoantipyriini | 0,27 | 0,2 | 0,24 | 2,8 |
| Klotsapiini | 0,21 | 0,24 | 0,23 | 2,7 |
| Naprokseeni | 0,054 | 0,26 | 0,16 | 1,9 |
| Mometasonifuroaatti | <0,02 | 0,26 | 0,14 | 1,6 |
| Propanololi | 0,15 | 0,13 | 0,14 | 1,7 |
| Mirtatsapiini | 0,14 | 0,1 | 0,12 | 1,4 |
| Metronidatsoli | 0,078 | 0,11 | 0,094 | 1,1 |
| Sertraliini ja norsertraliini | 0,077 | 0,054 | 0,066 | 0,8 |
| Ketoprofeeni | 0,072 | 0,046 | 0,059 | 0,7 |
| Fluoksetiini | 0,044 | 0,063 | 0,054 | 0,6 |
| Kofeiini | 0,05 | 0,043 | 0,047 | 0,5 |
| Ramipriili | 0,039 | 0,043 | 0,041 | 0,5 |
| Betsafibraatti | 0,02 | 0,049 | 0,035 | 0,4 |
| Ketiapiini | 0,048 | 0,022 | 0,035 | 0,4 |
| Enrofloksasiini | <0,02 | 0,052 | 0,031 | 0,4 |
| Tetrasykliini | 0,032 | 0,026 | 0,029 | 0,3 |
| Fenbendatsoli | <0,025 | 0,009 | 0,011 | 0,1 |
| Verapamiili | 0,009 | 0,01 | 0,010 | 0,1 |
| Varfariini | <0,005 | 0,018 | 0,010 | 0,1 |
| Desloratadiini | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,1 |
| Propyfenatsoni | 0,01 | 0,006 | 0,008 | 0,1 |
| Roksitromysiini | 0,012 | <0,005 | 0,0073 | 0,1 |
| Sulfametoksatsoli | <0,01 | <0,01 | 0,005 | 0,1 |
| Amiloridi | <0,005 | 0,006 | 0,0043 | 0,1 |
| Mianseriini | 0,006 | <0,005 | 0,0043 | 0,1 |
| Ksylometatsoliini | 0,007 | 0,001 | 0,004 | 0,05 |
| Syklofosfamidi | <0,005 | <0,005* | <0,005 | 0 |

4.4 Perfluoratut aineet

Taulukossa 6 on esitetty ne perfluoratut aineet, joiden pitoisuudet ylittivät määrittäjärajan. Perfluoratuista aineista PFOS on EU:n prioriteettiaine ja sitä on käsitelty tarkemmin kappaleessa 3. Yhteensä perfluorattuja aineita mitattiin 24 ja määrittäjärajat ylittivät 9:llä aineella. Perfluoratuista aineista PFOS ja PFOA ovat ympäristöön

joutuessaan kemiallisesti ja biologisesti erittäin pysyviä. Ne eivät hajoa biologisesti, fotolyttisesti, hydrolyttisesti eivätkä valohapettumisen kautta ilmakehässä. Niiden ei ole havaittu muuntuvan maaperässä, sedimentissä, lietteessä, vedessä tai eliöissä. PFOA:n arvioitu haitaton ympäristöpitoisuus on 0,023 µg/l (Vieno ym. 2018, Puhdistamolietteiden sisältämien haitta-aineiden aiheuttamat riskit lannoitekäytössä, Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 58/2018, Luonnonvarakeskus Luke), joka alittui Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon käsitellyn jäteveden näytteissä. Koska aine kuitenkin on erittäin pysyvä, sen ympäristöhaitallisuus perustuu ennemminkin kertyvyyteen kuin suoraan toksisuuteen. Muille perfluoratuille aineille ei juuri ole määritetty haitattomia ympäristöpitoisuuksia.

Taulukko 6. Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon käsitellyn jäteveden perfluorattujen aineiden pitoisuuksia ja vuosikuormat. Taulukossa on esitetty vain ne aineet, joiden pitoisuudet ylittivät määrittärajat.

| Yhdiste | Pitoisuus näytteenotto-päivänä (µg/l) | | | | Vuosikeskiarvo (µg/l) | Vuosi-kuorma (kg/vuosi) |
|--|---------------------------------------|--------|--------|--------|-----------------------|-------------------------|
| | 22.10. | 5.11. | 26.11. | 18.12. | | |
| Perfluoroheksaanihappo (PFHxA) | 0,005 | 0,009 | 0,007 | <0,005 | 0,006 | 0,07 |
| Perfluoro-oktaanihappo (PFOA) | 0,004 | <0,005 | 0,003 | <0,005 | 0,003 | 0,04 |
| Perfluorobutaanisulfonaatti (PFBS) | 0,003 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,003 | 0,03 |
| Perfluoroheptaanihappo (PFHpA) | 0,001 | <0,005 | 0,002 | <0,005 | 0,002 | 0,02 |
| Perfluorinonaanihappo (PFNA) | 0,0008 | <0,005 | 0,0006 | <0,005 | 0,002 | 0,02 |
| Perfluorodekaanihappo (PFDA) | 0,0007 | <0,005 | 0,0006 | <0,005 | 0,002 | 0,02 |
| Perfluoroheksaanisulfonaatti (PFHxS) | <0,0005 | <0,005 | 0,0006 | <0,005 | 0,001 | 0,02 |
| 1H,1H,2H,2H-Perfluoro-oktaanisulfonaatti (6:2 FTS) | <0,0005 | <0,005 | 0,001 | <0,005 | 0,002 | 0,02 |
| Perfluoro-oktaanisulfonaatti (PFOS) | 0,001 | 0,002 | 0,001 | <0,005 | 0,001 | 0,01 |

4.5 Torjunta-aineet ja triklosaani

Nenäinniemen jäteveden ympäristöön johdettavasta käsitellystä jätevedestä analysoitiin suuri joukko torjunta-aineita. Osa näistä aineista on EU:n prioriteettiaineita ja on käsitelty kappaleessa 3. Taulukossa 7 on esitetty ne aineet, joiden pitoisuudet ylittivät määrittärajat vähintään yhdessä näytteessä. Näitä aineita oli vain muutama. Näistäkin triklosaanin pitoisuus ylitti vain toteamisrajan. Aineista kolme on sellaisia, että niitä käytetään kuluttajille markkinoitavissa torjunta-aineissa tai kosmetiikassa. Yhtä aineista käytetään rikkaruohomyrkkujen valmistuksessa. Aineille ei etsitty PNEC-arvoja eikä niiden ympäristöhaitallisuutta voida tarkemmin arvioida.

Taulukko 7. Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon käsitellyn jäteveden torjunta-aineiden pitoisuuksia ja vuosikuormat. Taulukossa on esitetty vain ne aineet, joiden pitoisuudet ylittivät määrittämissä rajat.

| Yhdiste | Käyttötarkoitus | Pitoisuus näytteenottopäivänä (µg/l) | | | | Vuosikeskiarvo (µg/l) | Vuosikuorma (kg/vuosi) |
|--------------------------|---|--------------------------------------|---------|---------|--------|-----------------------|------------------------|
| | | 22.10. | 5.11. | 26.11. | 18.12. | | |
| Dietyylitoluamidi (DEET) | Hyönteiskarkotteiden tehoaine | 0,11 | 0,085 | 0,045 | 0,054 | 0,074 | 0,9 |
| 2,4-Dikloorifenoli | Rikkaruohomyrkköjen valmistus | 0,022 | 0,023 | 0,021 | 0,015 | 0,020 | 0,2 |
| Piperonylibutoksidi | Tuhoeläinten torjunta-aineissa (esim. RAID) | <0,005 | 0,006 | <0,005 | 0,007 | 0,005 | 0,06 |
| Triklosaani | Kosmetiikan antibakteerinen aine | <0,005 | <0,005* | <0,005* | <0,005 | <0,005 | 0 |

*Todettu alle määrittämissä oleva ja yli toteamisrajan ylittävä pitoisuus

5 Vertailu aiemmin mitattuihin pitoisuuksiin

Nenäinniemen jätevedenpuhdistamolta on aiemmin mitattu haitallisten aineiden pitoisuuksia sekä tulevasta että ympäristöön johdetusta käsitellystä jätevedestä. Näiden aineiden pitoisuudet on esitetty taulukossa 8, johon on myös lisätty vuoden 2018 pitoisuuksien vuosikeskiarvot.

Taulukko 8. Haitallisten aineiden pitoisuuksia Nenäinniemen jätevedenpuhdistamolla v. 2014 ja v. 2018.

| Aine | Tuleva v. 2014 (µg/l) | Lähtevä v. 2014 (µg/l) | Lähtevä v. 2018 (µg/l) | HUOM. |
|---------------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|---|
| NP | 1.1 | 0.08 | 0.14 | |
| NP ₁ EO | 1.3 | < 0.05 | <0.05 | |
| NP ₂ EO | 0.45 | < 0.1 | <0.01 | |
| NP + NP _x EO ¹⁾ | 1.98 | <0.125 | 0.07 | Summapitoisuus v. 2018 korkeampi. |
| OP | < 0.1 | < 0.1 | <0.01 | |
| OP ₁ EO | 0.42 | < 0.1 | <0.05 | |
| OP ₂ EO | < 0.1 | < 0.1 | <0.1 | |
| DEHP | 4.5 | 1.4 | 0.34 | Pitoisuus v. 2018 matalampi. |
| PFOS | < 0.1 | < 0.005 | 0.0011 | UBI |
| Terbutryyni | < 0.1 | 0.02 | 0.0065 | Kansallisessa selvityksessä terbutryyniä löytyi vain Nenäinniemen jätevedestä. Aineen pitoisuus edelleen > määrittämissä rajan. |
| Elohopea | 0.26 | 0.008 | 0.018 | Ubikvitäärinen aine, pitoisuus v. 2018 korkeampi. |
| Kadmium | 0.14 | 0.01 | <0.01 | |
| Lyijy | 3.7 | 0.16 | 0.29 | Pitoisuus v. 2018 korkeampi. |
| Nikkeli | 5.8 | 10 | 6.4 | Pitoisuus v. 2018 matalampi. |
| BDE summa ¹⁾ | 0.0093 | 0.00032 | 0 | Ubikvitäärinen aine, pitoisuus v. 2018 matalampi. |
| BDE-28 | < 0.0002 | <0.00004 | <0.00005 | |
| BDE-47 | 0.0053 | 0.00014 | <0.000125 | |



| Aine | Tuleva v. 2014 (µg/l) | Lähtevä v. 2014 (µg/l) | Lähtevä v. 2018 (µg/l) | HUOM. |
|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|---|
| BDE-99 | 0.0024 | 0.00010 | <0.000125 | |
| BDE-100 | 0.00055 | <0.00004 | <0.00005 | |
| BDE-153 | 0.00058 | <0.00004 | <0.000075 | |
| BDE-154 | 0.00036 | <0.00004 | <0.0003 | |
| Tributyyliitina | 0.0006 | < 0.0002 | - | Ei mitattu v. 2018 |
| Diuroni | < 0.05 | < 0.05 | 0.01 | Kansallisessa selvityksessä diuronia löytyi hyvin harvoista jätevedenpuhdistamoista. Aineen pitoisuus oli Nenäniemessä tuolloin alle määritysrajan. |
| Endosulfaani | <0.00015 | <0.00015 | <0.0025 | |
| HBCD summa ²⁾ | 0.00498 | 0.0001 | <0.0015 | Ubikvitäärinen aine. Määritysrajat v. 2018 korkeammat, josta saattaa johtua < mr olevat tulokset. |
| α-HBCD | 0.00244 | 0.0001 | <0.00069 | |
| β-HBCD | 0.00016 | <0.00009 | <0.00035 | |
| γ-HBCD | 0.00238 | <0.00009 | <0.00046 | |
| Sybutryyni | < 0.01 | < 0.01 | <0.002 | |
| Sypermtriini | < 0.1 | < 0.001 | <0.005 | |
| Aklonifeeni | < 0.1 | < 0.01 | <0.01 | |
| Bifenoksi | < 0.3 | < 0.03 | <0.01 | |
| DBP | < 0.1 | < 0.1 | <0.05 | |
| BBP | < 0.1 | < 0.1 | <0.02 | |
| TCMTB | < 0.1 | < 0.1 | - | |
| MCPA | < 0.02 | < 0.02 | - | |
| MBeT | < 0.5 | < 0.5 | - | |
| Karbamatsepiini | 0.26 | 0.32 | 0.43 | Pitoisuus v. 2018 korkeampi. |
| Diklofenaakki | 0.32 | 0.22 | 0.69 | Pitoisuus v. 2018 korkeampi. |
| Ibuprofeeni | 26 | <0.05 | <0.05 | |
| Etinyyliestradioli | <0.001 | <0.001 | <0.001 | |
| Estradioli | 0.037 | 0.0031 | <0.005 | Määritysraja v. 2018 korkeampi, josta saattaa johtua < mr tulokset. |

6 Yhteenveto

Valtioneuvoston vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden asetuksessa (1022/2006) listattujen aineiden osalta ainoastaan nikkelin pitoisuus ylittää tällä hetkellä aineelle asetetun ympäristölaatunormin. Muiden aineiden osalta ympäristölaatunormit eivät ylity. EU:n prioriteettiaineita on kuitenkin tarkkailtava päästöistä, jos niiden pitoisuudet ylittävät määritysrajat. Kansallisia haitallisia aineita on tarkkailtava, jos niiden pitoisuudet päästössä ylittävät ympäristölaatunormit. Tarkkailukynnyksen ylittäviä aineita on Nenäniemen jätevedessä seuraavat aineet:

- elohopea
- nikkeli
- lyijy
- nonyyliifenoli ja sen etoksilaatit
- dietyyliheksyyliiftalaatti (DEHP)

- terbutryyni
- diuroni

Lisäksi ubikvitaarisia aineita (PFOS, BDE-aineet ja HBCD) tulee mitata aika ajoin, jotta voidaan todentaa niiden päästöjen pieneneminen ajan kuluessa. Ubikvitääriset aineet ovat kaikkialla esiintyviä, laajalle alkuperäisistä päästölähteistään levinneitä aineita, jotka ovat pysyviä, kertyviä ja myrkyllisiä.

Terbutryynin lähteet jätevedessä olisi hyvä selvittää. Tätä ainetta löytyi vuoden 2014 kansallisessa hankkeessa ainoastaan Nenäinniemen jätevedenpuhdistamolta. Ainetta löytyy edelleen ympäristöön johdettavassa käsitellyssä jätevedessä. Terbutryyniä on aiemmin käytetty maataloudessa pestisidinä, mutta tämä käyttö on kielletty EU:ssa vuodesta 2003 lähtien. Ainetta käytetään edelleen biosidinä rakennusmateriaaleissa.

Diuronia ei jätevedestä löydetty vuoden 2014 mittauksessa, mutta vuonna 2018 ainetta löytyi määräysrajan ylittävänä pitoisuutena toisesta analysoidusta näytteestä. Toisessa näytteessä aine ylitti toteamisrajan, mutta ei määräysrajaa. Diuronin pääasiallinen käyttökohde on maalien biosidinä ja sen pitoisuudet jätevesissä ovat Suomessa yleensä olleet alle määräysrajojen.

Lainsäädännön asettamia viitearvoja ei ole asetettu muille kuin kappaleessa 3 käsitellyille aineille. Joillekin aineille on kuitenkin EU-tasolla arvioitu haitattomia ympäristöpitoisuuksia, joita sovellettiin Nenäinniemen jätevesien mittaustuloksiin. Nämä aineet ovat olleet tai ovat tällä hetkellä EU:n tarkkailulistalla, mikä tarkoittaa, että esiintymistä vesiympäristössä tulee kartoittaa. Osa saattaa nousta myöhemmin prioriteettiaineiksi. Tässä tarkastelussa todettiin, että Nenäinniemen puhdistamon ympäristöön johdettavassa käsitellyssä jätevedessä antibiootti atsitromysiiniin, tulehduskipulääke diklofenaakin ja hormoni estronin pitoisuudet ylittävät haitattomiksi arvioidut ympäristöpitoisuudet. Aineiden pitoisuudet vastaanottavassa vesistössä ovat kuitenkin pienempiä kuin jätevedessä, koska jätevesi sekoittuu vastaanottavan vesistön vesimassaan. Pitoisuudet todennäköisesti laimenevat alle haitattomien pitoisuuksien. Antibioottien amoksisilliini, erytromysiini ja siprofloksasiini sekä hormonien etinyliestradioli ja estradioli pitoisuudet olivat käsitellyssä jätevedessä alle määräysrajojen. Määritysrajat olivat kuitenkin korkeampia kuin aineiden arvioidut haitattomat ympäristöpitoisuudet. Ei siis voida varmuudella sanoa, esiintyvätkö nämä aineet ympäristöön johdettavassa käsitellyssä jätevedessä sellaisessa pitoisuudessa, että haitaton ympäristöpitoisuus voisi ylittyä.