

Keski-Uudenmaan ympäristökeskuksen julkaisuja 2/2026

Tuusulanjärven fosfori- ja typpikuormitus vuosina 1990–2025

Jaana Hietala ja Paula Luodeslampi



Keski-Uudenmaan ympäristökeskuksen julkaisu 2/2026

Tekijät: Jaana Hietala ja Paula Luodeslampi

Kuvat: Keski-Uudenmaan ympäristökeskus

Kannen valokuvat: Tero Taponen ja Keski-Uudenmaan ympäristökeskus

Keski-Uudenmaan ympäristökeskus

Järvenpää, Kerava, Mäntsälä, Nurmijärvi, Tuusula

www.keskiuudenmaanymparistokeskus.fi

Julkaisun nimi	Tuusulanjärven fosfori- ja typpikuormitus vuosina 1990–2025		
Tekijät	Jaana Hietala ja Paula Luodeslampi		
Sarja	Julkaisu 02/2026		22 sivua + 2 liitettä

Tuusulanjärvi on rehevöitynyt järvi Tuusulan kunnan Järvenpään kaupungin alueilla. Järven ja siihen laskevien uomien vedenlaatua on seurattu pitkään. Tuloksia käytettiin vuosien 1990–2025 fosfori- ja typpikuormituksen laskennassa. Seurantatulosten perusteella voidaan arvioida pitkäaikaisia muutoksia järven vedenlaadussa ja kuormitusmäärissä.

Fosforin keskimääräinen vuosikuorma on 4 800 kg ja typen 77 000 kg. Molempien ravinteiden kuormituksen määrä on selvästi yhteydessä sadantaan ja järveen tulevaan vesimäärään. Sateisten vuosien ravinnekuormitus voi olla yli kaksinkertainen kuivempiin vuosiin verrattuna. Myös vuodenaikojen välinen vaihtelu on suurta. Kuormitus on yleensä vähäisintä kesäisin ja suurinta syksyisin ja lauhoina talvina.

Tuusulanjärven valuma-alueesta kolmasosa on peltoa ja maatalouden vesiensuojelutoimet ovat keskeisiä kuormituksen hallinnassa. Myös taajamien hulevedet ovat merkittävä kuormituslähde. Fosforin ja typen keskimääräiset vuosikuormitukset eivät juurikaan ole vähentyneet seurantajaksolla, mutta siitä huolimatta molempien kesäaikaiset pitoisuudet järvivedessä ovat laskeneet. Maatalouden ympäristötukien mukaiset toimet, kuten tarkennettu lannoitus, ovat todennäköisesti vähentäneet kesäaikaista kuormitusta ja järven ravinnepitoisuuksia. Taustalla voi olla myös sisäisen kuormituksen vähentämistoimet: hoitokalastus ja hapetus.

Ilmaston muuttumisen seurauksena ääriolosuhteet kasvukaudella, rankkasateet tai hellejaksot ja kuivuus ovat aiempaa todennäköisempiä. Vesitaseen muutokset tulevat näkymään talven virtaamien kasvuna, kevättulvien pienenemisenä, pidempien kesien aiheuttamien kuivuusriskien lisääntymisenä ja myös kesäsateiden aiheuttamina tulvina. Sademäärät ja valumat kasvavat etenkin talvella, mikä lisää kiintoaine- ja ravinnekuormitusta, etenkin jos maa on kasvipeitteetön. Vesiensuojelutoimia on jatkettava erityisesti maataloudessa mutta myös hulevesien hallinnassa järven tilan parantamiseksi.

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	5
2	Laskennan toteuttaminen	7
3	Sadanta ja järveen tuleva vesimäärä.....	8
4	Fosforipitoisuudet ja -kuormitus.....	10
5	Typpipitoisuudet ja -kuormitus.....	14
6	Tuusulanjärven kuormituksen arviointi vedenlaatumalleilla.....	18
7	Tulosten tarkastelua	20
	Lähdeluettelo	22
	Liitteet	23
	Liite 1. Tuusulanjärven tulevat ja järvestä poistuvat kokonaisfosforimäärät.....	23
	Liite 2. Tuusulanjärven tulevat ja järvestä poistuvat kokonaistypinmäärät.....	24

1 Johdanto

Keski-Uudellamaalla, Tuusulan kunnan ja Järvenpään kaupungin alueilla, sijaitsevan Tuusulanjärven pinta-ala on 5,9 km², keskisyvyys 3,2 metriä ja tilavuus 19 milj. m³ (Taulukko 1). Järven syvin kohta, 9,8 metriä, sijaitsee Pekka Halosen taitelijakodin, Halosenniemen edustalla. Etelä- ja pohjoispää ovat matalia ja keskisyvänteen (syvyys > 6 m) pinta-ala on n. 80 ha (SYKE, avoin tieto).

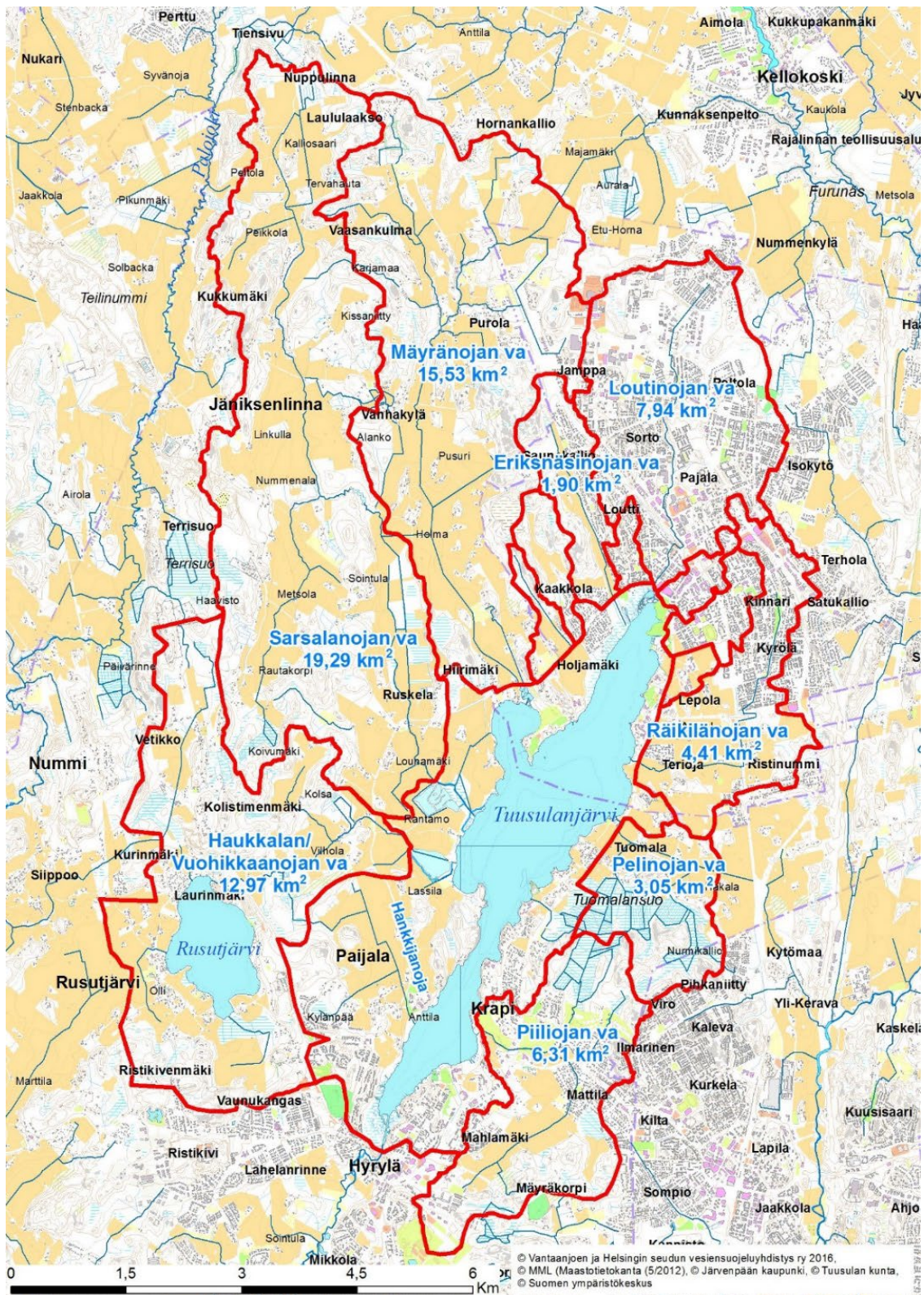
Taulukko 1. Tuusulanjärven hydrologiset ja morfologiset ominaisuudet.

Muuttuja	
Järven pinta-ala (A)	5,93 km ²
Suurin syvyys (D _{max})	9,8 m
Keskisyvyys (D)	3,2 m
Vesitilavuus (V)	19 milj. m ³
Teoreettinen viipymä	225 vrk
Valuma-alueen pinta-ala	92 km ²
Maatalousmaata	31 %
Metsää	43 %
Rakennettua	26 %

Tuusulanjärvi on luontaisesti rehevä savialueen järvi ja sen valuma-alueen pinta-ala on n. 92 km². Valuma-alueesta savikoita on 52 %. Moreenia esiintyy jonkin verran kaikilla osavaluma-alueilla. Liejua ja turvemaata löytyy Sarsalanojan, Mäyränojan ja Pelinojan osavaluma-alueilta (Lahti ym. 2016). Maatalousmaan osuus koko valuma-alueen maa-alasta on 31 %, metsien 43 % ja rakennettujen alueiden 26 % (Taulukko 1).

Osavaluma-alueista suurimmat ovat Sarsalanojan ja Mäyränojan alueet, jotka ovat maatalousvaltaisia ja alajuoksultaan tulvaherkkiä. Järvenpään kaupungissa sijaitsevien Loutinojan ja Räikilänojan alueet ovat pääosin rakennettuja. Myös lähivaluma-alueen itäisillä ranta-alueilla on paljon rakennettua aluetta. Muut osavaluma-alueet ovat Haukkalanoja / Vuohikkaanoja, Piilioja, Pelinoja, Hankkijanoja ja Eriksnäsiänoja (Kuva 1). Haukkalanojan valuma-alueella sijaitsee Tuusulanjärveä pinta-alaltaan pienempi Rusutjärvi (pinta-ala 1,4 km²).

Tuusulanjärveen johdettiin vuoteen 1979 asti Järvenpään kaupungin ja Tuusulan kirkonkylän jätevesiä, mikä johti järven voimakkaaseen rehevöitymiseen (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto 1984). Tuusulanjärven veden laatua ja ravinnekuormitusta on seurattu pitkään ja ensimmäiset järven vesi- ja ravinnetaseet laskettiin vuonna 1974 (Ojanen 1979). Ravinnekuormitusta on seurattu myös tämä jälkeen (Turunen 1981, Kylmälä 1996; 1998, Marttila 2004, Luodeslampi ym. 2017). Kuormituksen seuranta on tärkeää, jotta saadaan kuva järveen päätyvistä ravinnemääristä. Tulosten perusteella voidaan suunnitella kuormituksen vähentämiseen tähtävien toimia ja arvioida niiden tehokkuutta.



Kuva 1. Tuusulanjärvi ja sen osavalmu-alueet.

2 Laskennan toteuttaminen

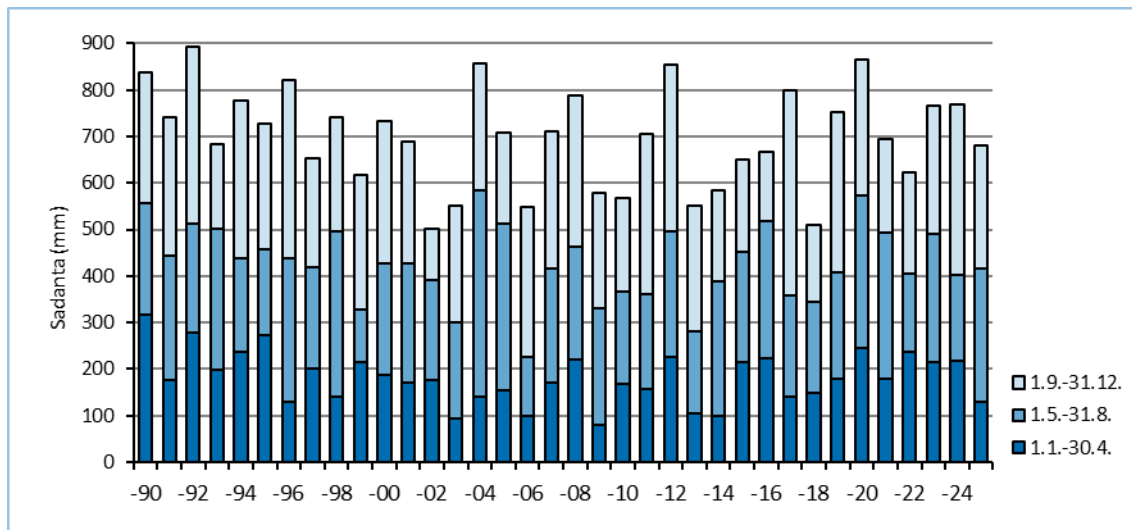
Tuusulanjärven kokonaisfosfori- ja kokonaistypikuormitus (jatkossa fosfori ja typpi) laskettiin 36-vuotijaksolle 1990–2025. Kuormitus laskettiin valuma-alueelta tulevan hajakuormituksen ja järven pinnalle tulevan laskeuman summana. Järveen laskevien uomien ja järven vedenlaatu-, virtaama- ja sadantatiedot kerättiin ympäristöhallinnon Hertta-järjestelmästä (5.1.2026). Laskennoissa käytettiin WSFS-Vemala-mallin simuloimia haihdunta-arvoja, koska aiemmissa laskennoissa käytetyiltä Vihdin ja Jokioisten sääasemilta ei enää ole tietoja saatavilla koko seurantajaksoille. Vesi- ja ravinnetaseiden tarkat laskentaperusteet on esitetty Marttilan (2004) julkaisussa.

Tuusulanjärven fosfori- ja typpipitoisuudet on mitattu yleensä kuukausittain syvännepisteeltä päällysvedestä (1 m), keskisyvyydeltä (5 m) ja alusvedestä (9 m). Syvyysvyöhykkeiden tilavuuden ja ravinnepitoisuuksien perusteella laskettiin koko vesimassan ravinnesisältö eri kuukausille. Järvestä poistuvat ravinteet on mitattu luusuan näytepisteeltä.

Tuusulanjärven suurimmat järveen laskevat uomat, Mäyrän- ja Sarsalanoja ovat olleet ympäristöhallinnon säännöllisessä vedenlaadun seurannassa koko seurantajakson ajan. Näitä tuloksia käytettiin myös muiden uomien kautta tulevan kuormituksen laskennassa suhteutettuna niiden valuma-alueiden pinta-alaan. Haukkalanojan kautta tuleva kuorma laskettiin kuitenkin erikseen: vuosina 1990–1999 käytettiin Rusutjärven vedenlaatuanalyysien tuloksia ja vuodesta 2000 lähtien Haukkalanojan tuloksia.

3 Sadanta ja järveen tuleva vesimäärä

Vuosina 1990–2025 Tuusulanjärven aluesadanta vaihteli 502 ja 892 mm välillä (Kuva 2). Seurantajakson keskimääräinen vuosisade oli 700 mm. Suurin sademäärä mitattiin vuonna 1992. Sademäärä ylitti 800 mm kuutena vuotena: 1990, 1992, 1996, 2002, 2012 ja 2020. Vuoden 2000 jälkeen sademäärän vuosittainen vaihtelu on suurempaa kuin aiempina vuosina 1990-luvulla. Vuosien 2000–2025 suurimmat sademäärät olivat yli 800 mm ja pienimmät vuosina 2002 ja 2018 (n. 500 mm).

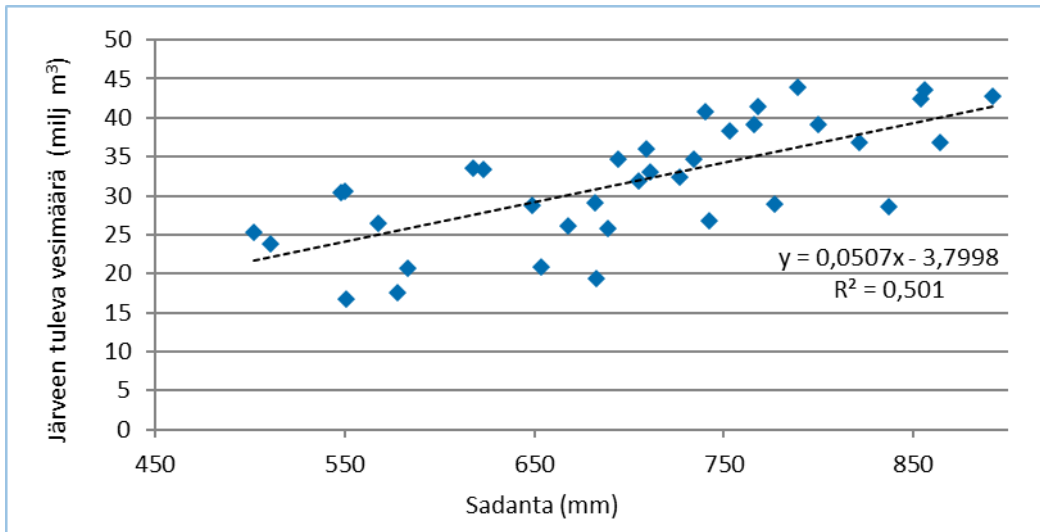


Kuva 2. Vuosien 1990–2025 aluesadanta (mm) Tuusulanjärven valuma-alueella kolmasosavuosittain.

Tammi-huhtikuun sadanta on keskimäärin 182 mm, touko-elokuun 246 mm ja syys-joulukuun 272 mm. Sadanta oli yleensä suurin syys- joulukuussa, mutta vuosien 1993, 2004 ja 2005 touko-elokuussa satoi syksyä enemmän. Sateisin syyskausi oli vuonna 2017, jolloin satoi yli puolet koko vuoden sademäärästä. Vuoden 1996 talvella satoi vähän, mutta kesän ja syksyn sateet olivat runsaat. Pienin alkuvuoden sademäärä oli 81 mm vuonna 2009, myös alkuvuodet 2003, 2012 ja 2013 olivat vähäsateisia. Vuoden 1990 alkuvuosi oli sateisin.

Tammi-huhtikuun sademäärät ovat pienentyneet 2000-luvulla verrattuna vuosiin 1990–1995, jolloin sademäärä oli keskimäärin 210 mm. Vuosien 2001–2025 tammi-huhtikuun sadanta oli keskimäärin 168 mm. Kesän ja syyskauden sademäärät ovat olleet 2000-luvulla keskimäärin samaa suuruusluokkaa kuin 1990-luvun alkupuolella.

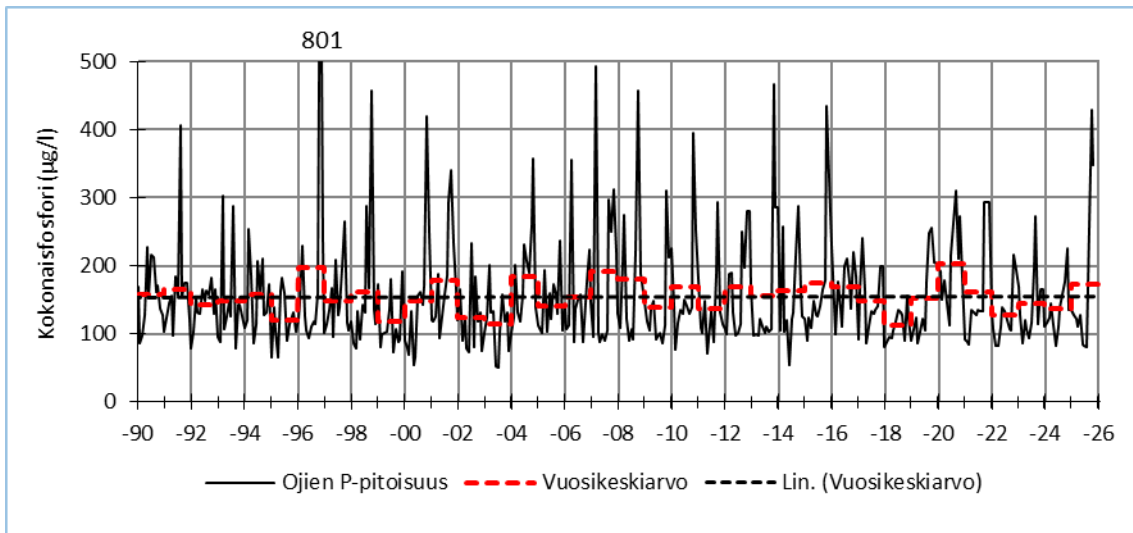
Tuusulanjärveen tuleva vesimäärä seuraa sadantaa (Kuva 3). Vuosina 1990–2025 järveen tuli vettä vuoden aikana keskimäärin 32 milj. m³, josta tammi-huhtikuussa 14 milj. m³, touko-elokuussa 7 milj. m³ ja syys-joulukuussa 10 milj. m³. Sateisen vuoden aikana järveen tuleva vesimäärä voi olla yli kaksinkertainen vähäsateisen vuoden vesimäärästä. Järveen valuma-alueelta virtaava vesimäärä oli suuri esimerkiksi vuosina 2004 ja 2008. Kesän 2004 rankkasateet lisäsivät kesän valuntaa, talvi 2008 oli puolestaan lauha ja talviaikainen valunta oli suurta.



Kuva 3. Järveen valuma-alueelta tulevan vesimäärän ja sadannan välinen riippuvuus.

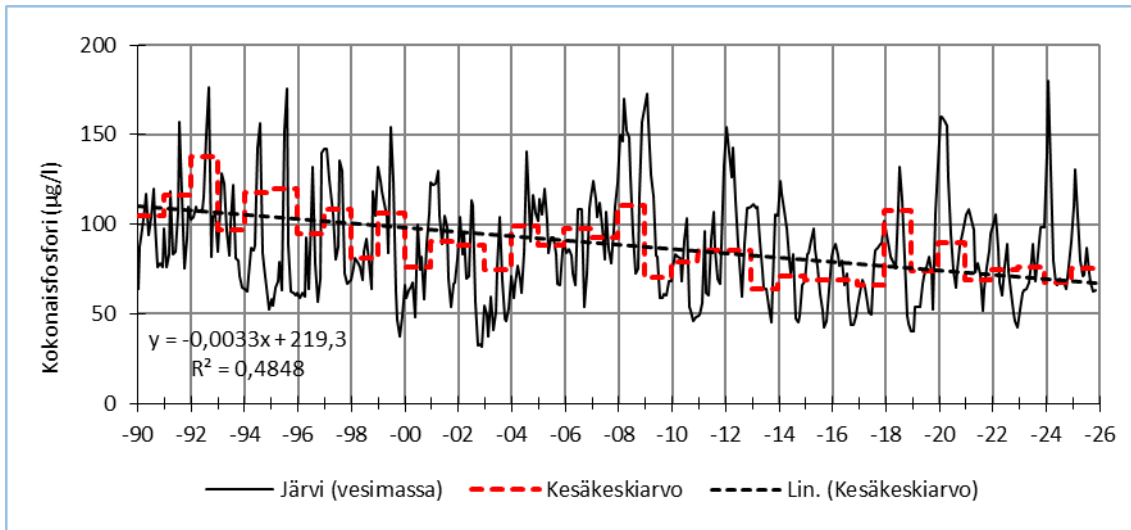
4 Fosforipitoisuudet ja -kuormitus

Tuusulanjärven tulouomien fosforipitoisuudet vaihtelivat voimakkaasti vuodenajan mukaan, mutta keskimääräinen fosforipitoisuus ei juuri muuttunut seurantajaksolla (Kuva 4). Korkein pitoisuus mitattiin marraskuussa 1996. Kesäajan pitoisuudet ovat olleet usein n. 100 µg/l ja vähäateisina kesinä 2000, 2002 ja 2003 jopa alle sen. Kesän ja syksyn sateet ja lumensulamisvedet keväällä nostavat virtaamaa ja ojavesien ravinnepitoisuutta.



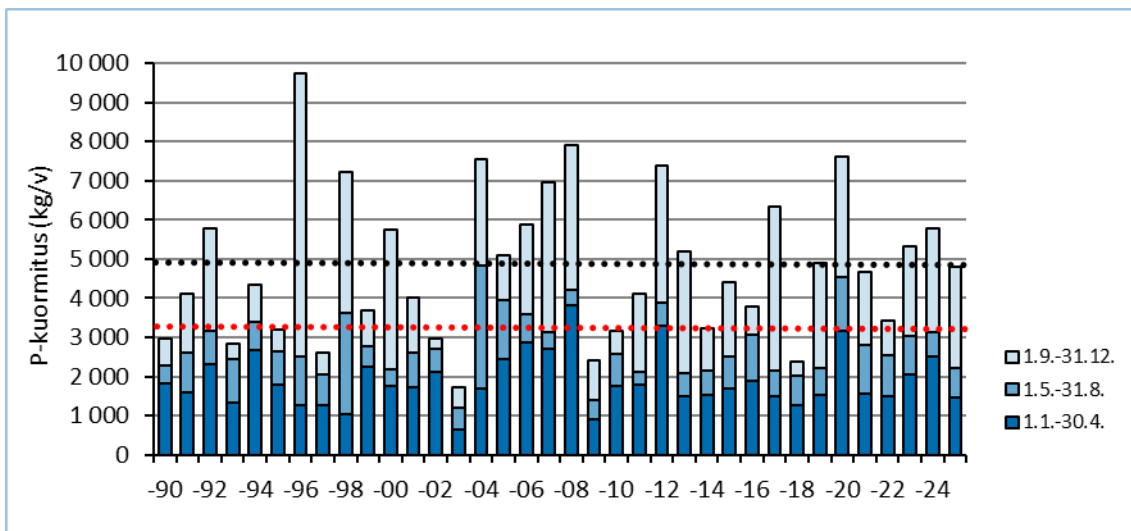
Kuva 4. Tuusulanjärveen laskevien uomien fosforipitoisuuden kuukausiarvot ja vuosikeskiarvot 1990–2025. Asteikon yli menevän vuoden 1996 marraskuun pitoisuus on 801 µg/l.

Tuusulanjärven vesimassan keskimääräiset fosforipitoisuudet ovat olleet korkeimmillaan (>150 µg/l) keväisin ja syksyisin. Kesäaikaiset pitoisuudet (Kuva 5, alimmat pisteet) ovat alimmillaan olleet alle 50 µg/l ja 1990-luvun kesinä korkeammat kuin 2000-luvun kesinä (n. 80 µg/l). Tuusulanjärven vesimassan kesäajan pitoisuudessa on havaittavissa laskeva trendi. Kesäaikainen pitoisuus on 2000-luvulla pienentynyt ja on ollut n. 70 µg/l. Lauha ja sateinen vuosi 2008 erottuu muista 2000-luvun vuosista korkeampana keskiarvopitoisuutena, myös kesällä 2018 fosforin keskipitoisuus oli yli 100 µg/l.



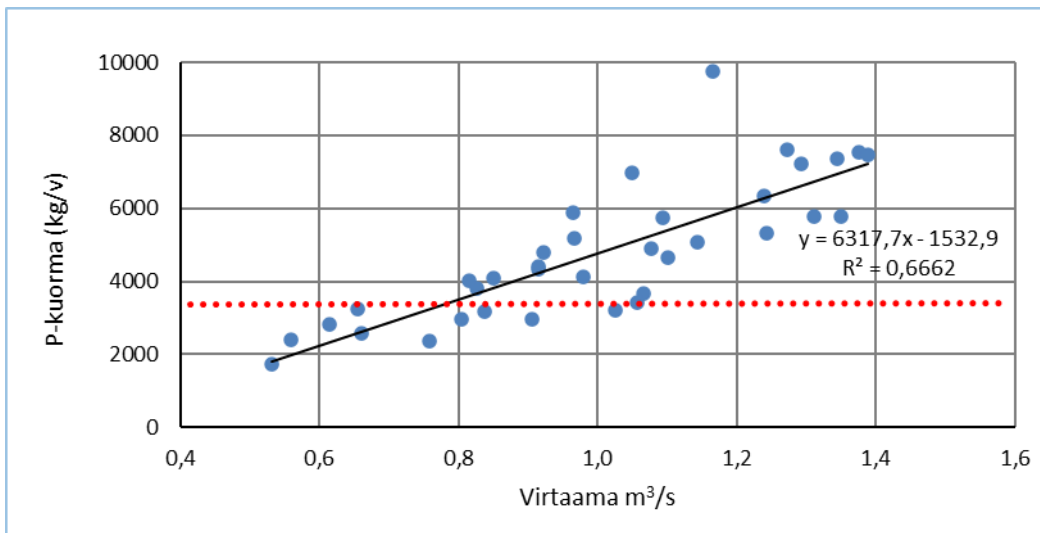
Kuva 5. Tuusulanjärven vesipatsaan fosforipitoisuuden kuukausiarvot ja kesä- syyskuun keskiarvot 1990–2025.

Fosforikuorman vuosien 1990–2025 keskiarvo on 4 800 kg, joka on 1 600 kg enemmän kuin VEMALA-mallilla arvoitu hyvään tilaan johtava kuormitustaso (3 200 kg) (Kuva 6). Fosforikuorma ylitti keskiarvon 15 kertaa ja alitti tai oli lähellä tavoitearvoa vain yhtenätoista vuotena. Vuonna 1996 fosforikuormitus oli seurantajakson suurin runsaiden syysateiden seurauksena. Vuosina 2004–2008 oli jakso, jolloin kuormitus ylitti keskiarvon. Vuoden 2017 syyskuu oli sateinen ja yli puolet vuoden kuormasta tuli syys- joulukuun aikana. Kesäaikainen kuormitus oli yleensä vähäistä, mutta vuonna 2004 lähes puolet kuormasta tuli runsaiden kesäateiden jälkeen. Vuosina 2008, 2012 ja 2020 alkuvuoden kuormitus oli yli 3 000 kg.



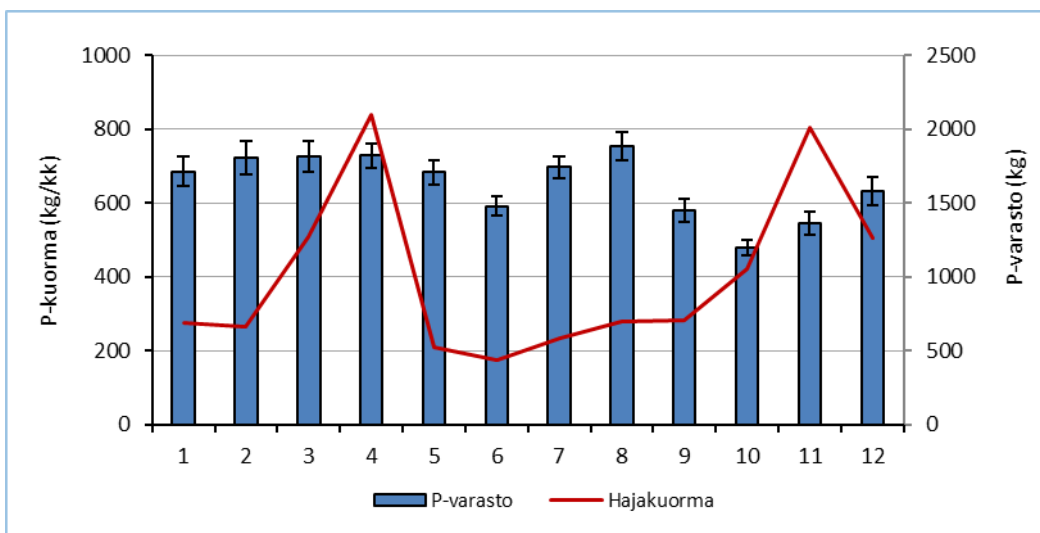
Kuva 6. Tuusulanjärven fosforikuormitus (kg/v) 1990–2025 kolmasosavuosittain. Musta katkoviiva on koko jakson keskiarvo (4 800 kg) ja punainen kuormituksen tavoitetaso (3 200 kg/v).

Tuusulanjärveen tuleva fosforikuormitus vaihteli pääsääntöisesti tulovirtaaman mukaan. Tulovirtaaman ollessa alle 0,8 m³/s, kuorma alitti aina tavoitetason ja yli kuution virtaamalla useimpina vuosina ylitti sen. (Kuva 7).



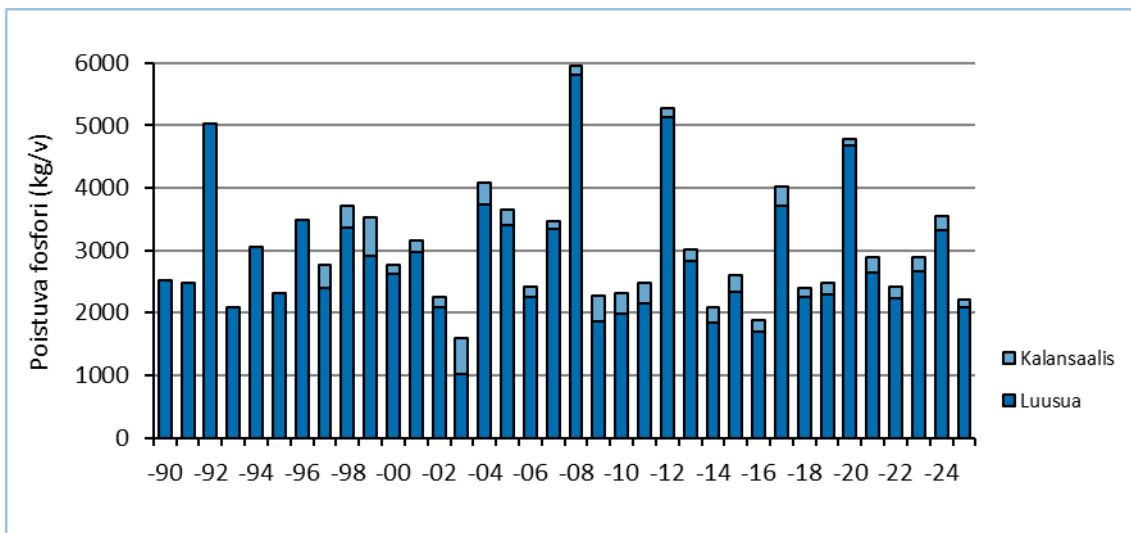
Kuva 7. Järven tulovirtaaman ja fosforikuormituksen välinen riippuvuus.

Järveen tuleva fosforin keskimääräinen kuukausikuorma oli pienin alkutalvella lumipeitteiseen aikaan (n. 300 kg/kk) ja se lähes kolminkertaistuu kevättulvien myötä huhtikuussa (Kuva 8). Kesäaikaan kuorma vähenee ja marras- joulukuussa se taas kasvaa syysateiden seurauksena. Tuusulanjärven koko vesimassan fosforivarasto oli keskimäärin 1 620 kg (1 400–1 900 kg). Se on suurimmillaan alkutalvella ja loppukesällä. Elokuun vesimassan alkukesää korkeampi fosforivarasto selittyy sisäisellä kuormituksella, koska hajakuorma on silloin melko vähäistä. Syysateiden seurauksen virtaama Tuusulanjokeen kasvaa ja järven fosforivarasto pienenee.



Kuva 8. Tuusulanjärven vesimassan fosforivaraston ja järveen tuleva fosforin hajakuorman kuukausikeskiarvot (1990-2025).

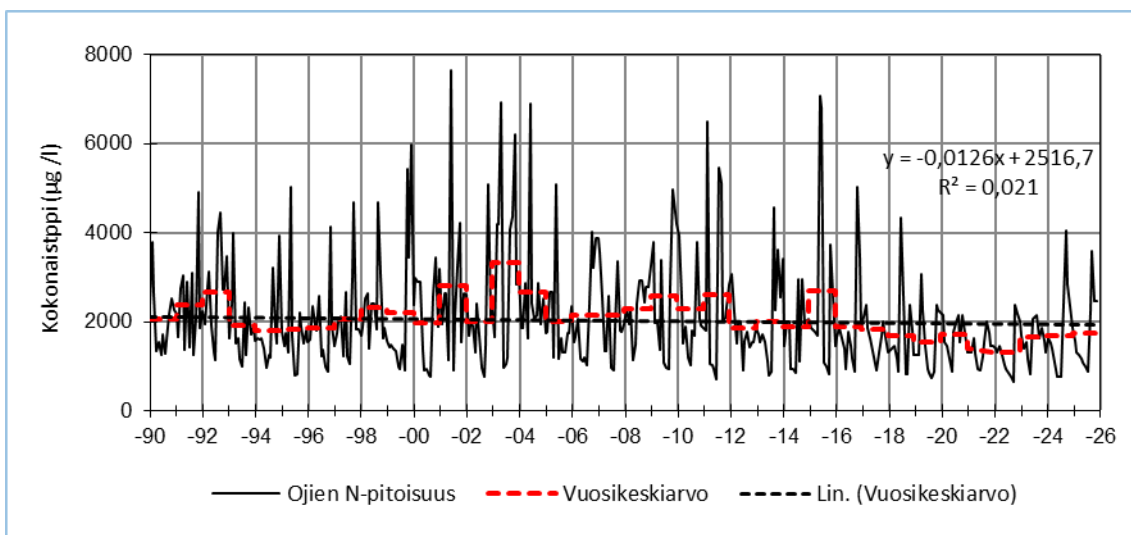
Tuusulanjärven viipymä on vain 225 vrk ja vesi vaihtuu nopeasti. Vuosina 1990–2025 järvestä poistui luusuan kautta ja hoitokalastussaaliin mukana keskimäärin 2 850 kg fosforia vuodessa (Kuva 9). Vähäsateisina vuosina luusuan kautta poistuu yli 90 % tulokuormasta ja sateisina vuosina vain 40 %. Tuusulanjärven hoitokalastus aloitettiin vuonna 1998. Hoitokalastuksen keski-saalis vuosina 1998–2025 on 42 000 kg, jonka mukana on poistunut fosforia keskimäärin 225 kg/v.



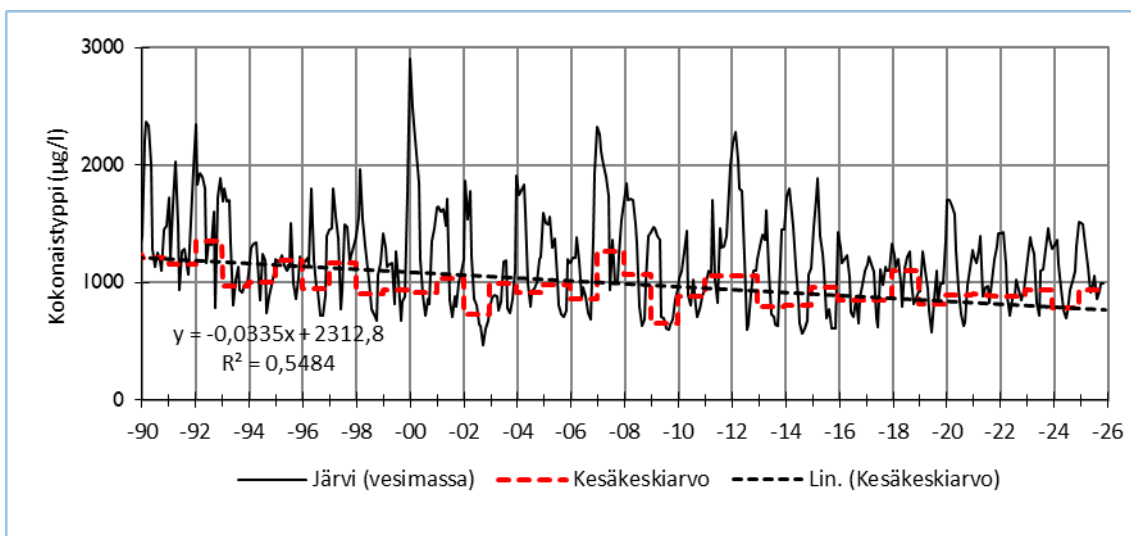
Kuva 9. Tuusulanjärven luusuasta ja kalansaaliissa vuosittain poistunut fosfori 1990–2025.

5 Typpipitoisuudet ja -kuormitus

Seurantajakson korkein tulouomien typpipitoisuus, 7 600 µg/l, mitattiin kesäkuussa 2001 (Kuva 10). Muita vuosia, jolloin tyypeä oli ojavedessä runsaasti ovat 2003, 2004, 2011 ja 2015. Vähiten tyypeä on ollut yleensä kesäaikaan, usein 800–900 µg/l. Syksyn sateet ja lumensulamisedet keväällä nostavat virtaamaa ja ojavesien ravinnepitoisuutta. Ojavesien typpipitoisuudet ovat pienentyneet vuoden 2016 jälkeen.



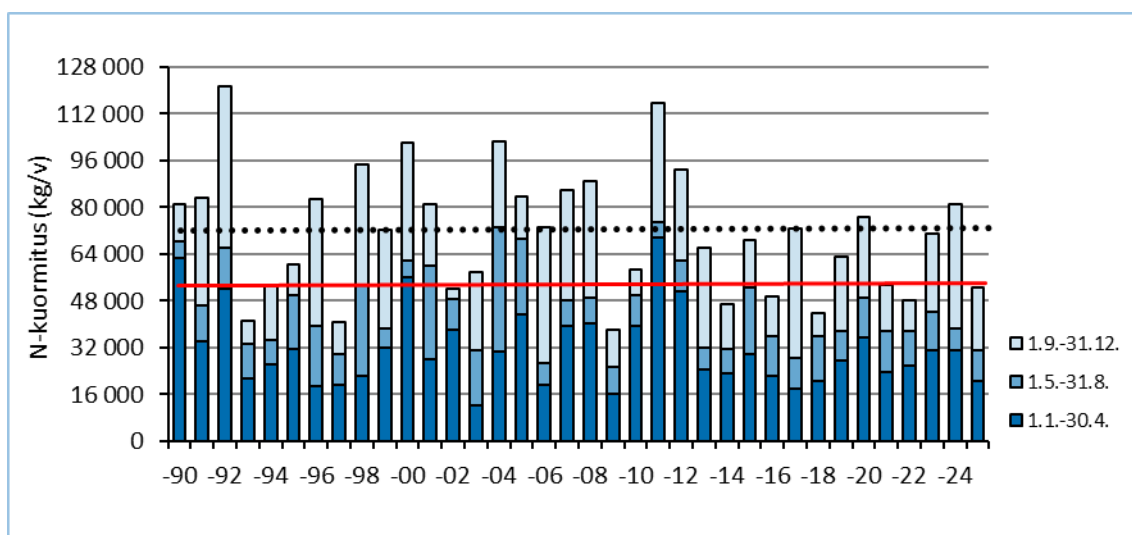
Kuva 10. Tuusulanjärveen laskevien uomien typpipitoisuuden kuukausiarvot ja vuosikeskiarvot 1990–2025.



Kuva 11. Tuusulanjärven vesipatsaan typpipitoisuuden kuukausiarvot ja kesä- syyskuun keskiarvot 1990–2025.

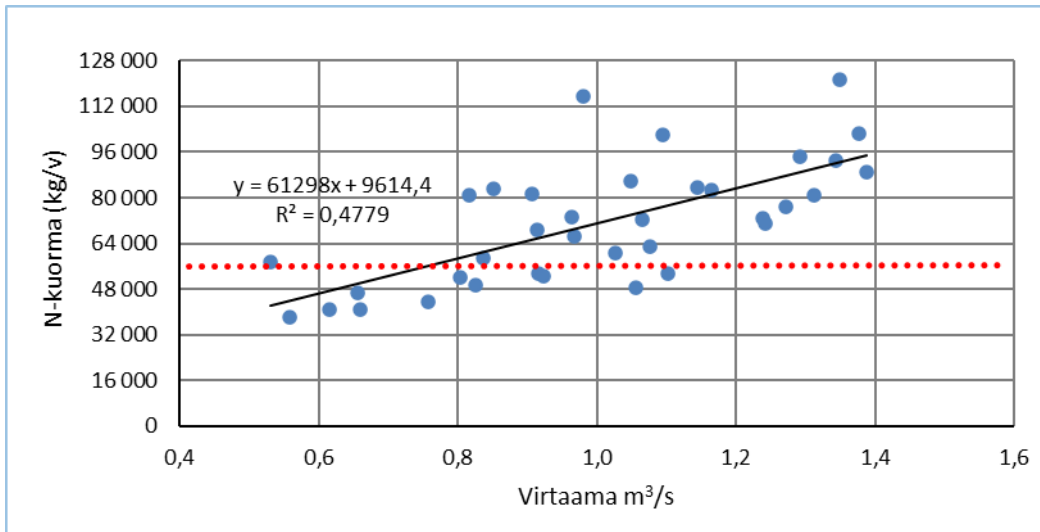
Tuusulanjärven vesimassan keskimääräiset typpipitoisuudet ovat olleet korkeimmillaan (>2 000 µg/l) keväisin ja syksyisin (Kuva 11). Kesäaikaiset pitoisuudet (kuvan alimmat pisteet) ovat alimmillaan olleet alle 700 µg/l ja 1990-luvun kesinä korkeammat kuin 2000-luvun kesinä. Kesäaikainen pitoisuus on pienentynyt ja on useina 2000-luvun vuosina ollut alle 1 000 µg/l. Vuosina 2007 ja 2018 kesäaikainen typen keskipitoisuus oli yli 1 000 µg/l (kuva 11). Molempina vuosina järvellä havaittiin poikkeuksellisen runsas syanobakteerien kukinta.

Typpekuorman seurantajakson keskiarvo oli 71 000 kg/v, joka on 15 000 kg enemmän kuin VEMALA-mallilla arvoitu hyvään tilaan johtava kuormitustaso (56 000 kg/v) (Kuva 12). Vuonna 1992 typpekuormitus oli seurantajakson suurin, 121 000 kg/v runsaiden syysateiden seurauksena. Kuormitus oli yli 100 000 kg/v myös vuosina 2000, 2004 ja 2011. Typen kuorma ylitti keskiarvon 15 kertaa ja alitti tai oli lähellä tavoitearvoa vain kolmenatoista vuotena. Typpekuormitus on vähentynyt vuoden 2012 jälkeen: se oli keskimäärin 61 000 kg, kun edeltävien vuosien keskiarvo on 77 000 kg. Kesäaikainen kuormitus oli yleensä vähäistä, mutta vuonna 2004 lähes puolet vuosikuormasta tuli runsaiden kesäateiden jälkeen. Vuosina 1990, 2011 ja 2012 alkuvuoden kuormitus oli yli puolet kyseisen vuoden kokonaiskuormasta.



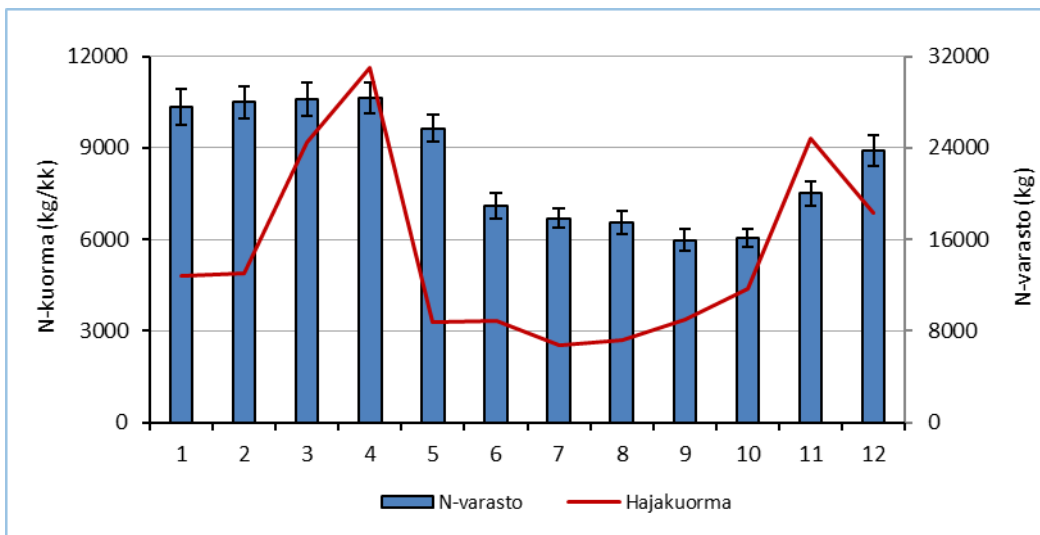
Kuva 12. Tuusulanjärven typen hajakuormitus (kg/v) 1990–2025 kolmasosavuositain. Musta katkoviiva on koko jakson keskiarvo (77 000 kg/v) ja punainen kuormituksen tavoitetaso (56 000 kg/v).

Tuusulanjärveen tuleva typpekuormitus vaihteli pääsääntöisesti tulovirtaaman mukaan. Tulovirtaaman ollessa alle 0,8 m³/s, kuorma alitti aina tavoitetason ja yli kuution virtaamalla useimpina vuosina ylitti sen. Poikkeuksen on vuosi 2003, jonka kokonaiskuorma oli 57 000 kg ja virtaama jakson pienin, 0,5 m³/s (Kuva 13).



Kuva 13. Järven tulovirtaaman ja typpikuormituksen välinen riippuvuus.

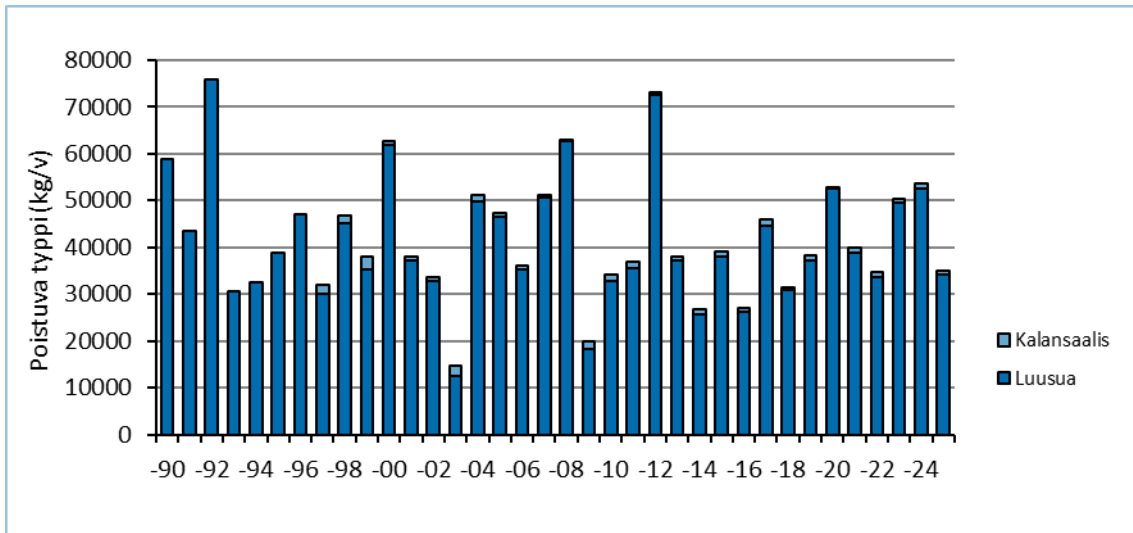
Järveen tuleva typen kuukausikuorma on keskimäärin 5 500 kg (2 600–11 600 kg). Se on suurimmillaan kevättulvien aikana huhtikuussa ja lähes neljä kertaa pienempi (n. 3 000 kg/kk) keski-kesällä. Kuormitus kasvaa syysateiden seurauksena marraskuussa (kuva 14). Tuusulanjärven koko vesimassan typpivarasto on keskimäärin 22 000 kg (16000–28000 kg). Se on suurimmillaan alkutalvella ja pienin lokakuussa. Typen määrä vesimassassa puolittuu kesällä. Silloin kuormitus on melko vähäistä. Kesällä, kun vesi on lämmintä, typpeä vapautuu myös kaasuna ilmakehään denitrifikaatiobakteerien aineenvaihdunnan seurauksena.



Kuva 14. Tuusulanjärven vesimassan typpivaraston ja järveen tuleva typen hajakuorman kuukausikeskiarvot (1990-2025).

Vuosina 1990–2025 järvestä poistui luusuan kautta keskimäärin 41 000 kg typpeä vuodessa, joka on 60 % tulokuorman keskimääräisestä typpimäärästä. Tuusulanjärven hoitokalastus aloitettiin

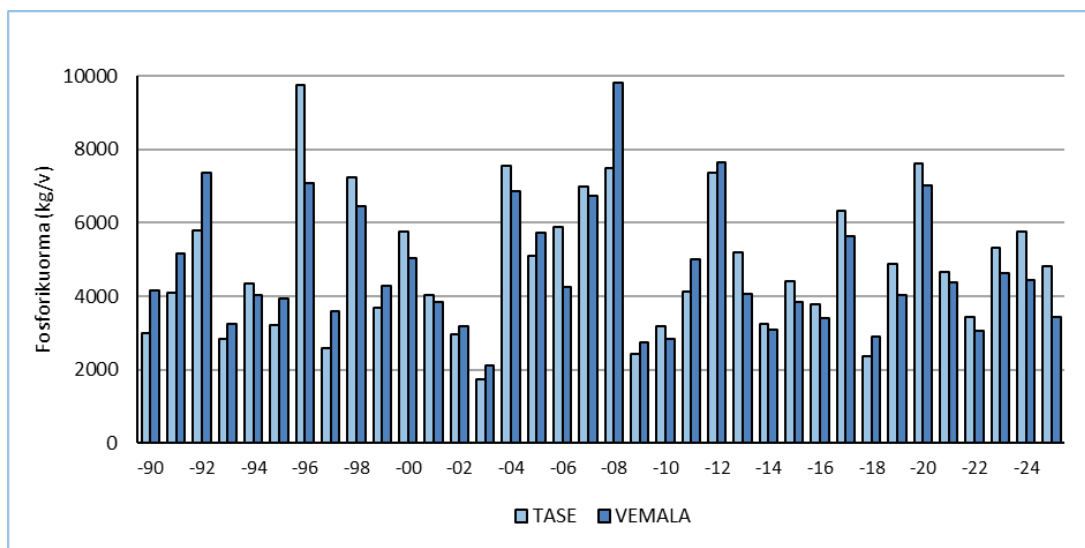
vuonna 1998. Hoitokalastuksen keskisaalis vuosina 1998–2025 on 42 000 kg/v, jonka mukana on poistunut tyypeä keskimäärin 900 kg/v (Kuva 14).



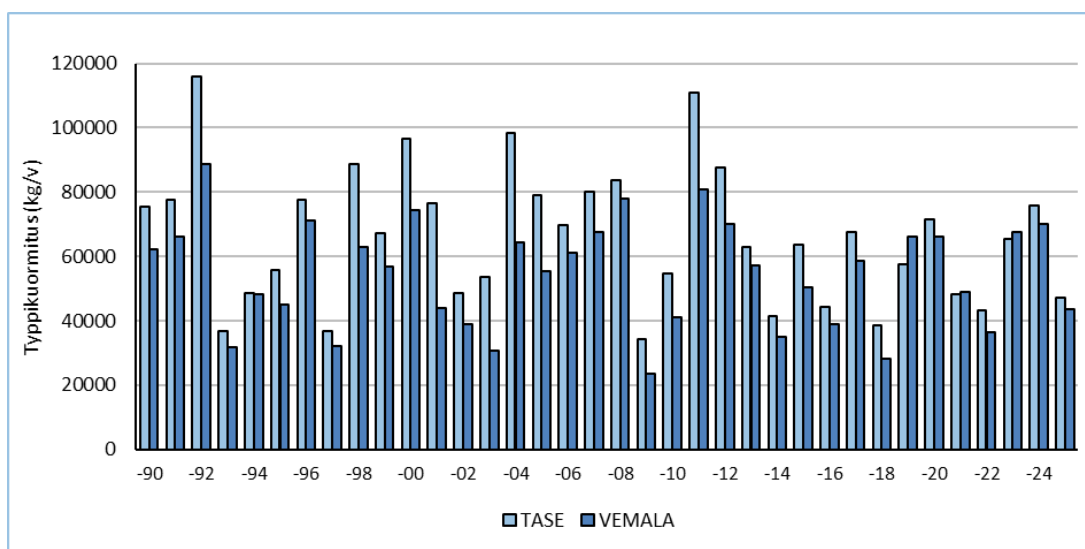
Kuva 14. Tuusulanjärven luusuasta ja kalansaaliissa vuosittain poistuva tyyppi 1990–2025.

6 Tuusulanjärven kuormituksen arviointi vedenlaatumalleilla

Taselaskentaan perustuvat fosforin ja typen kuormitusarviot olivat useina vuosina korkeampia kuin VEMALA-mallin fosforikuormitusarviot, mutta tulokset vastasivat toisiaan melko hyvin (Kuva 15 ja Kuva 16). Typen kuormissa ero mallien välillä oli suurempi kuin fosforin.



Kuva 15. Taselaskentaan perustuvat ja VEMALA-mallilla arvioidut fosforin vuosikuormat (kg/v).



Kuva 16. Taselaskentaan perustuvat ja VEMALA-mallilla arvioidut typen vuosikuormat (kg/v).

Molemmat laskentatavat käyttävät lähtöaineistona samaa vedenlaadun seuranta-aineistoa. Erona on virtaaman mallinnus: taselaskennassa virtaama arvioidaan kuukausikeskiarvoina, kun VEMALA-mallintaa päivittäisen virtaaman. Ravinnekuormitus on suoraan verrannollinen virtaamaan (Kuva 7 ja Kuva 13) ja päivittäisen virtaaman avulla laskettu kuormitus on siksi tarkempi.

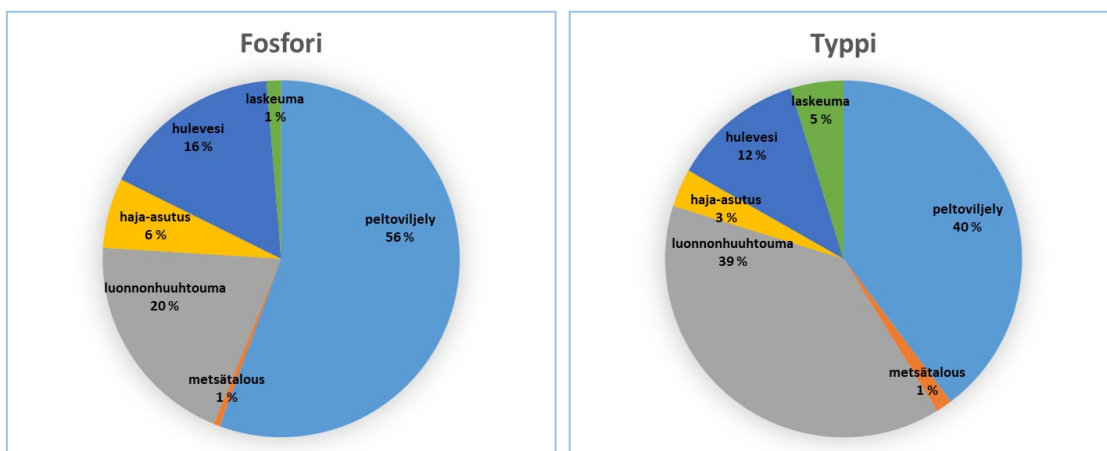
Taselaskentaan perustuvassa arvioinnissa ojavesien fosforipitoisuuksia mitataan vain Haukkalanojasta sekä Mäyrän- ja Sarsalanojasta. Haukkalanojan pitoisuus käsitellään erikseen, mutta Mäyrän- ja Sarsalanojan pitoisuudet yleistetään koskemaan koko Tuusulanjärven valuma-alueella. Näiden ojien valuma-alueella on suhteellisesti enemmän peltoja kuin muulla valuma-alueilla ja siten suurempi kuormituspotentiaali. Tämä voi kasvattaa taselaskentaan perustuvaa kuormitusarviota. VEMALA mallintaa Tuusulanjärven osavaluma-alueet erikseen, mikä vähentää pinta-aloiltaan suurimpien Mäyrän- ja Saralanojen vaikutusta kuormitusarvioon.

Molemmilla laskentatavoilla saadaan käsitys ravinnekuormituksen kehittymisestä ja VEMALA-malli laskee ravinnekuormat takautuvasti aina vuodesta 1974 lähtien. VEMALA-malli on kehitetty työkaluksi mm. vesienhoidon suunnitteluun. Perinteiseen taselaskentaan verrattuna sen käyttö on nopeampaa ja sillä voidaan ennustaa myös ilmastonmuutoksen vaikutuksia.

7 Tulosten tarkastelua

Tuusulanjärven fosforin kuormitus ei ole juurikaan vähentyneet vuosina 1990–2025, mutta typen kuormitus on näyttää vähentyneen vuoden 2012 jälkeen. Molempien ravinteiden kuormituksen vuosittainen vaihtelu on kuitenkin suurta. Hydrologiset tekijät eli vuotuinen sadanta ja valunta vaikuttavat järveen tulevan kuormituksen määrään. Suuri sademäärä lisää valuma-alueelta järveen huuhtoutuvien maa-aineksen, fosforin ja typen määriä. Sateisina vuosina kuormitus voi olla yli kaksinkertainen kuiviin vuosiin verrattuna. Myös vuodenaika vaikuttaa kuormituksen ajoittumiseen. Alkuvuodesta valunta on yleensä vähäistä, mikäli maa on lumen peitossa. Ensimmäinen kuormitushuippu ajoittuu maaliskuuhun, jolloin lumensulamisedet huuhtovat maa-ainesta pelloilta ja pientareilta ojiin ja jokiin. Vuoden toinen kuormitushuippu ajoittuu syksyyn, jolloin haihdunta vähenee ja suurempi osa sadannasta huuhtoo maaperää. Jos maaperässä on kasveilta käyttämättä jäänyttä typpeä, se huuhtoutuu valumavesien mukana uomiin. Kuormitus vähenee talvella maan routaantuessa ja jäädessä lumen alle.

Tuusulanjärven valuma-alueen pinta-alasta puolet on savimaata ja kolmasosa peltoa. Fosforikuormituksesta tuleekin yli puolet peltoviljelystä ja typpikuormasta 40 % (Kuva 14). Hulevesien osuus kokonaiskuormituksesta on kohtalaisen suuri ja rakentamisen myötä sen osuus kasvaa tulevina vuosina. Fosforikuormituksen vähentämistarve on vielä vähintään 30 % nykyisestä tasosta. Typen hajakuorma on jo lähellä hyvää ekologista luokkaa vastaavaa tasoa. (Ahokas ym. 2022, Hietala ym. 2022).



Kuva 14. Fosfori- (vas.) ja typpikuormituksen (oik.) lähteet VEMALA-mallin kuormitusarvion (5.1.2026) mukaan.

Vaikka ravinnekuormitus ei vielä ole vähentynyt, järven kesäaikaiset ravinnepitoisuudet ovat vähentyneet 2000-luvulla (Kuvat 5 ja 10). Kesällä valunta ja kuormitus ovat vähäisiä, sillä haihdunta on suurta ja maaperä on kasvien peitossa. Kasvit sitovat ja käyttävät ravinteita tehokkaasti kasvuunsa, jolloin ravinteiden huuhtoutumisriski pysyy pienenä. Myös järvellä tehdyt hoitotoimet: kalastus ja hapetus ovat vähentäneet sisäistä ravinnekuormitusta (Hietala ym. 2022). Kalansaa-liin biomassan mukana poistuvien ravinteiden määrä on pieni verrattuna vuosikuormiin, mutta kalojen epäsuorat vaikutukset järven ravinnekiertoihin kasvukaudella voivat pienentää ravinnepitoisuuksia (Hietala ym. 2022).

Noin puolet Tuusulanjärven ulkoisesta kuormituksesta on peräisin maanviljelystä ja siksi maatalouden vesiensuojelu on ensiarvoisen tärkeää Tuusulanjärven tilan pysyvälle paranemiselle. Maatalouden ravinnekuormitusta on pyritty vähentämään 1990-luvulta lähtien ympäristötoimin, minkä ansiosta erityisesti typen huuhtoutuminen Tuusulanjärveen on jo vähentynyt. Tuusulanjärven kunnostuksen suurimmat haasteet kohdistuvat tällä hetkellä ulkoisen ravinnekuormituksen, erityisesti fosforikuormituksen, vähentämiseen. Tuusulanjärven valuma-alueen maaperä on savea ja pienet savipartikkelit sekä niihin sitoutunut fosfori lähtevät herkästi liikkeelle rankkasateilla aiheuttaen kiintoaine- ja ravinnekuormitusta. Eroosion torjunta on tehokkain tapa vähentää savialueiden fosforikuormaa. (Lahti ym. 2016).

Tuusulanjärven valuma-alueelle rakennetaan tulevaisuudessa uusia asuinalueita. Järvenpäässä Räikilänojan alueen pellot rakentuvat lähivuosina asuinalueeksi. Myös järven länsipuolelle, Tuusulaan on tulossa uusia asuinalueita. Maankäytön muutos pellostä asutukseen vähentää lannoiteravinteiden huuhtoutumista, mutta erityisesti rakentamisen aikana kiintoaineen huuhtoumat voivat olla suuria. Se on vältettävissä huolellisella hankesuunnittelulla. Hulevesien hallinnan kokonaisvaltaisella suunnittelulla voidaan parantaa taajama-alueiden vesienhallintaa ja lisätä luonnon monimuotoisuutta taajama-alueilla.

Ilmastomuutoksen suuruuteen ja sen vesistövaikutusten ennustamiseen liittyy epävarmuuksia (Havens & Jeppesen 2018), mutta talviaikaisten sademäärien ja valumien ennakoidaan kasvavan. Toistuvat maan jäätymis- ja sulamisjaksot lisäävät eroosiota ja ravinteiden huuhtoutumisriskiä. Tämä lisää kiintoaine- ja ravinnekuormitusta, etenkin jos maa on kasvipeitteetön (Parjanne ym. 2018). Ilmastomuutoksen myötä kasvanut sadanta ja lauhat talvet ovatkin jo voineet vähentää tehtyjen vesiensuojelutoimenpiteiden tehoa (Räike ym. 2020). Valuma-alueen vesiensuojelutoimia olisikin tehostettava, jotta nykyinen ekologinen tila edes säilyisi tai paranisi. Kuormituksen kasvua voi lieventää vesienhoitosuunnitelman mukaisilla toimilla maataloudessa, jätevesien ja hulevesien käsittelyssä (Ahokas ym. 2022). Ääriolosuhteet kasvukaudella, rankkasateet tai hellejaksot ja kuivuus ovat aiempia vuosia todennäköisempiä (Veijalainen ym. 2012). Valuma-alueen vesienhallinnassa olisikin syytä huomioida ravinteiden pidättämisen lisäksi myös varautuminen kuivuusjaksoihin lisäämällä valumavesien viivytystä valuma-alueella.

Lähdeluettelo

- Ahokas, T., Vähä-Vahe A. & Loikkanen, H. 2022 (toim.). Uudenmaan vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2022–2027. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus Raportteja 42/2022.
- Havens, K. & Jeppesen, E. 2018: Ecological Responses of Lakes to Climate Change. *Water* 10, 917. <https://doi.org/10.3390/w10070917>.
- Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto 1984. Tuusulanjärven kunnostussuunnitelma. Vantaa, Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto.
- Kylmä, P. 1996. Tuusulanjärven vesi- ja ainetaseet 1991–1995. [Kerava, Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto]. 6 s.
- Kylmä, P. 1998. Tuusulanjärven vesi- ja ainetaseet 1991–1997. [Kerava, Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä]. 5 s.
- Lahti, K., Särkeä, A., Valkama, P., Vahtera, H., Hietala, J. & Laakso S. 2016. Tuusulanjärven ulkoisen kuormituksen vähentämistoimenpiteitä vuosille 2016–2021. *VHVSY Raportti* 17/2016.
- Luodeslampi, P., Marttila, J. & Hietala, J. 2017: Tuusulanjärven vesitase ja ravinnetaseet vuosina 1990–2013. Julkaisussa: Hietala, J. (toim.) Tuusulanjärven kunnostus vuosina 1999–2013. Hoitotoimia ja seuranta. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus Raportteja 56/2017.
- Marttila, J. 2004. Tuusulanjärven vesi-, fosfori- ja typpitaseet 1991–2002. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskus – monisteita 141. 74 s. ISBN 952-463-060-5 (nid.).
- Ojanen, T. 1979. Tuusulanjärven typpi- ja fosforitase 1974–1979. Helsinki, Helsingin yliopisto, Limnologian laitos. Pro gradu-työ.
- Parjanne, A., Silander, J., Tiitu, M. & Viinikka, A. 2018. Suomen tulvariskit nyt ja tulevaisuudessa – Varautuminen maankäytön, talouden ja ilmaston muutokseen. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 30/2018. 78 s. <http://hdl.handle.net/10138/278893>.
- Puustinen, M., Tattari, S., Koskiaho, J. & Linjama, J. 2007. Influence of seasonal and annual hydrological variations on erosion and phosphorus transport from arable areas in Finland. *Soil & Tillage Research* 93, 44 - 55.
- Räike, A., Taskinen, A. & Knuuttila, S. 2020. Nutrient export from Finnish rivers into the Baltic Sea has not decreased despite water protection measures. *Ambio* 49: 460–474. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01217-7>.
- Turunen, R. 1981. Tuusulanjärven typpi- ja fosforitase 1978–1980. Helsinki, Vesihallitus. Vesihallituksen monistesarja 88. 42 s. ISSN 0358-7169.
- Veijalainen, N., Jakkila, J., Nurmi, T., Vehviläinen, B., Marttunen, M. & Aaltonen, J. 2012: Suomen vesivarat ja ilmastonmuutos – vaikutukset ja muutoksiin sopeutuminen. WaterAdapt-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 16/2012. 100 s.+ liitteet.
- Yli-Viikari, A. (toim.). 2019. Maaseutuohjelman (2014–2020) ympäristöarviointi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 63/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 215 s.

Liitteet

Liite 1. Tuusulanjärveen tulevat ja järvestä poistuvat kokonaisfosforimäärät

Vuosi	Fosforikuormitus			
	Järveen tuleva (kg/v)	Luusuasta pois- tuva (kg/v)	Kalansaalessa poistuva (kg/v)	Varaston muutos (kg/v)
1990	2980	2530	0	450
1991	4100	2480	0	1620
1992	5780	5030	0	750
1993	2830	2090	0	740
1994	4340	3060	0	1280
1995	3200	2320	0	880
1996	9750	3490	0	6260
1997	2590	2390	380	-180
1998	7240	3370	350	3520
1999	3670	2910	620	140
2000	5750	2630	140	2980
2001	4030	2970	190	870
2002	2950	2100	170	680
2003	1730	1010	590	130
2004	7550	3740	340	3470
2005	5080	3400	250	1430
2006	5880	2250	170	3460
2007	6970	3330	120	3520
2008	7480	5820	130	1530
2009	2420	1870	410	140
2010	3170	1990	320	860
2011	4110	2160	320	1630
2012	7370	5120	140	2110
2013	5180	2840	170	2170
2014	3220	1830	260	1130
2015	4420	2330	280	1810
2016	3790	1700	170	1920
2017	6330	3710	300	2320
2018	2370	2260	140	-30
2019	4880	2290	190	2400
2020	7620	4680	110	2830
2021	4650	2650	240	1760
2022	3430	2240	180	1010
2023	5330	2660	220	2450
2024	5770	3310	240	2220
2025	4800	2090	130	2580

Liite 2. Tuusulanjärveen tulevat ja järvestä poistuvat kokonaistyyppimäärät

Vuosi	Typpikuormitus			
	Järveen tuleva (kg/v)	Luusuasta poistuva (kg/v)	Kalansaaliissa poistuva (kg/v)	Varaston muutos (kg/v)
1990	75300	58800	0	16500
1991	77700	43400	0	34300
1992	115800	75900	0	39900
1993	36600	30600	0	6000
1994	48700	32600	0	16100
1995	55700	38800	0	16900
1996	77500	47100	0	30400
1997	36900	30100	1830	4970
1998	88800	45200	1560	42040
1999	67300	35300	1800	30200
2000	96700	62000	650	34050
2001	76600	37100	860	38640
2002	48500	32900	680	14920
2003	53800	12600	2200	39000
2004	98500	49800	1270	47430
2005	78900	46400	1040	31460
2006	69700	35300	730	33670
2007	80200	50600	470	29130
2008	83500	62600	490	20410
2009	34500	18300	1700	14500
2010	54900	32900	1270	20730
2011	111100	35700	1250	74150
2012	87500	72600	540	14360
2013	62800	37200	690	24910
2014	41500	25700	1040	14760
2015	73200	38100	1120	33980
2016	56300	26300	760	29240
2017	70200	44500	1420	24280
2018	34300	30800	670	2830
2019	62500	37300	850	24350
2020	74500	52400	500	21600
2021	52400	38800	1100	12500
2022	43300	33800	860	8640
2023	66000	49500	1040	15460
2024	71300	52500	1130	17670
2025	57300	34300	600	22400

