

Pälkäneveden ja Kukkian kuormitusvähennyksen arviointi LLR-mallilla

**Niina Kotamäki, Olli Malve
Suomen ympäristökeskus (SYKE)**



**Tutkimusraportti
14.1.2022**

Tiivistelmä

Tässä työssä arvioitiin kahden vesimuodostuman, Kukkian (Kukkaa 35.781.1.002) ja Pälkäneveden (35.715.1.001x2), ulkoisen kuormituksen vaikutusta vedenlaatuun sekä vesimuodostumien kuormitusvähennystarvetta. LLR-mallin lähtötietoina käytettiin vesimuodostumien perustietoja (keskisyvyys, pintavesityyppi), keskeisten syvänteiden pitkän ajan vedenlaatatuloksia, arvioituja vuosikuormituksia ja lähtövirtaamia. Tulosten perusteella Kukkian kokonaisravinnepitoisuudet ja *a*-klorofylli ovat hyvin todennäköisesti vähintään hyvässä tilaluokassa. Näin ollen Kukkian osalta kuormitusvähennystarvetta ei tulosten perusteella ole. Pitkän ajan keskimääräisen kuormituksen perusteella myös Pälkäneveden kokonaisfosfori on hyvässä tilassa (94 % todennäköisyydellä), mutta kokonaistyyppi on hyvän ja tyydyttävän rajalla (53 % todennäköisyydellä hyvässä tilassa). Mallinnettu *a*-klorofyllin tilaluokka sen sijaan on tyydyttävä (64 % todennäköisyydellä). Pälkäneveden kuormitusvähennystarve riippuu siitä, millä todennäköisyydellä hyvän tilan saavuttamiseen halutaan päästä. Kokonaisfosforin osalta kuormitusvähennystarve on 0–4 % ja kokonaistypen osalta 0–24 % keskimääräisestä kuormituksesta. *A*-klorofyllin keskimääräinen hyvä tila saavutetaan hyvin pienellä fosforikuorman vähennyksellä. Mikäli halutaan olla lähestulkoon varmoja (95 % todennäköisyys) hyvän klorofylliluokan saavuttamisesta, sekä tyyppi- että fosforikuormia tulisi samanaikaisesti vähentää noin 35 % nykyisestä.

1 JOHDANTO

1.1 Tavoite

Tavoitteena oli arvioida Pirkanmaalla sijaitsevien Pälkäneveden ja Kukkian ulkoisen kuormituksen vähentämistarve, sekä arvioida kuormituksen vaikutusta järvien tilaan ja kuormitusvähennyksiin.

1.2 Tausta

Suvi-hanke on vuoden 2021 alussa alkanut Pälkäneen vesiensuojeluhanke, jonka tavoitteena on lisätä tietoisuutta vesistöjen tilasta sekä kannustaa eri tahoja vähentämään vesistöihin valuvaa kuormitusta niin, että hyvä ekologinen tila säilyisi tai muuttuisi tyydyttävästä hyväksi. Hankkeen taustatahona on Luopioisten Säästöpankkisäätiö ja hanke saa rahoitusta ympäristöministeriön vesiensuojelun tehostamisohjelmasta. Pälkäneveden rannoilla ja valuma-alueilla on kiinnostusta kuormituksen vähentämiseen ja järven pitämiseen hyvässä tilassa. LLR-mallinnuksen toivotaan antavan lisätietoa siitä, miten paljon kuormitusta tulisi vähentää ja miten resursseja tulisi kuormitusvähennyksiin jatkossa suunnata. LLR-mallin käyttö vaatii perehtyneisyyttä ja päivitettyjen lähtötietojen käyttöä. Tässä tilanteessa Suvi-hanke on päättänyt tilata kyseisen työn Suomen ympäristökeskukselta (SYKE).

1.3 Käytetyt menetelmät

Arvioinneissa käytetään SYKEssä kehitettyä LLR-järvimallia. LLR, eli Lake Load Response, on selainpohjainen mallinnustyökalu kuormitusvaikutusten arviointiin (Kotamäki ym. 2015, Malve ym. 2016, Väisänen 2013, [SYKE:n LLR-nettisivu](#)). LLR auttaa kuormitusvähennystarpeen arvioinnissa ja siten vesistöalueiden hoidon suunnittelussa ja siihen liittyvässä päätöksenteossa. Mallin laskelmat perustuvat yksinkertaisiin, tunnettuihin yhteyksiin ravinnekuormituksen, vedenlaadun ja järven ominaisuuksien välillä. Ennusteiden tilastojakaumasta saadaan luokittelun ja kuormitusvähennystavoitteiden epävarmuus ja luottamusvälit (Kotamäki ym. 2015, Hjerpe ym. 2016, Malve 2007, Malve & Qian 2006). Mallinnustulosten luottamusvälit ja tilastolliset jakaumaominaisuudet on raportoitu tulosten yhteydessä. LLR-mallin avulla on mahdollista arvioida:

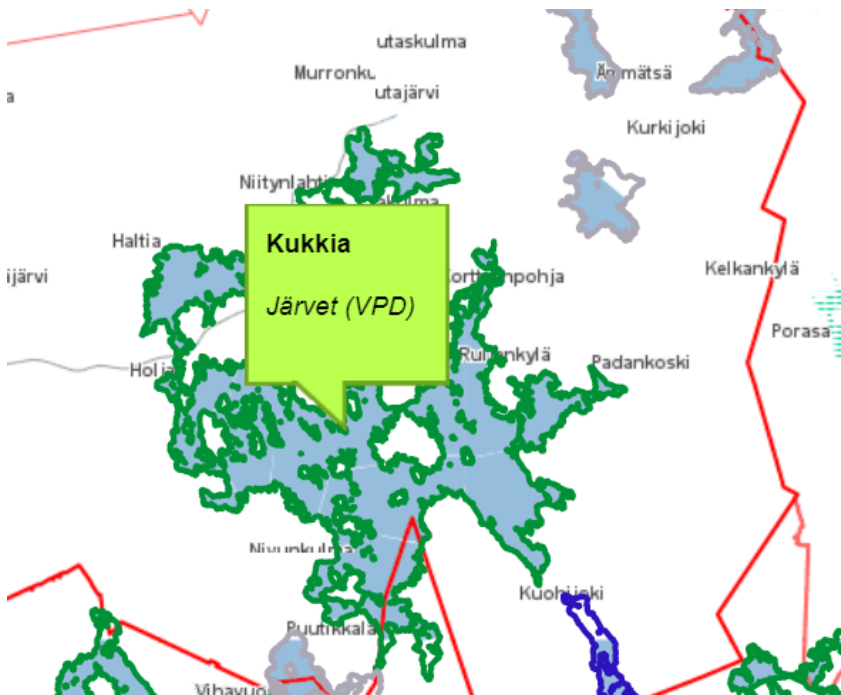
- keskimääräisen kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforikuormituksen vähennystarpeen hyvän tilaluokan saavuttamiseen (kokonaisravinteet ja *a*-klorofylli)
- tilaluokkien todennäköisyydet nykyisellä kuormituksella (kokonaisravinteet ja *a*-klorofylli)
- kriittisen kuormituksen eri todennäköisyyksillä (kokonaisravinteet ja *a*-klorofylli)

Huom. Tässä raportissa tila/tilaluokka tarkoittaa LLR:llä mallinnettua ravinne- tai a-klorofylliluokkaa, ei ekologista kokonaistilaa.

2 TULOKSET

2.1 Kukkia 35.781.1.002

Kukkia on Kokemäenjoen vesistöalueeseen kuuluva kirkasvetinen, karu järvi, joka sijaitsee Pirkanmaan ja Kanta-Hämeen maakunnissa (Kuva 1). Kukkia kuuluu suuriin vähähumuksisten järvien tyyppiin ja sen ekologinen kokonaisluokitus on hyvä.



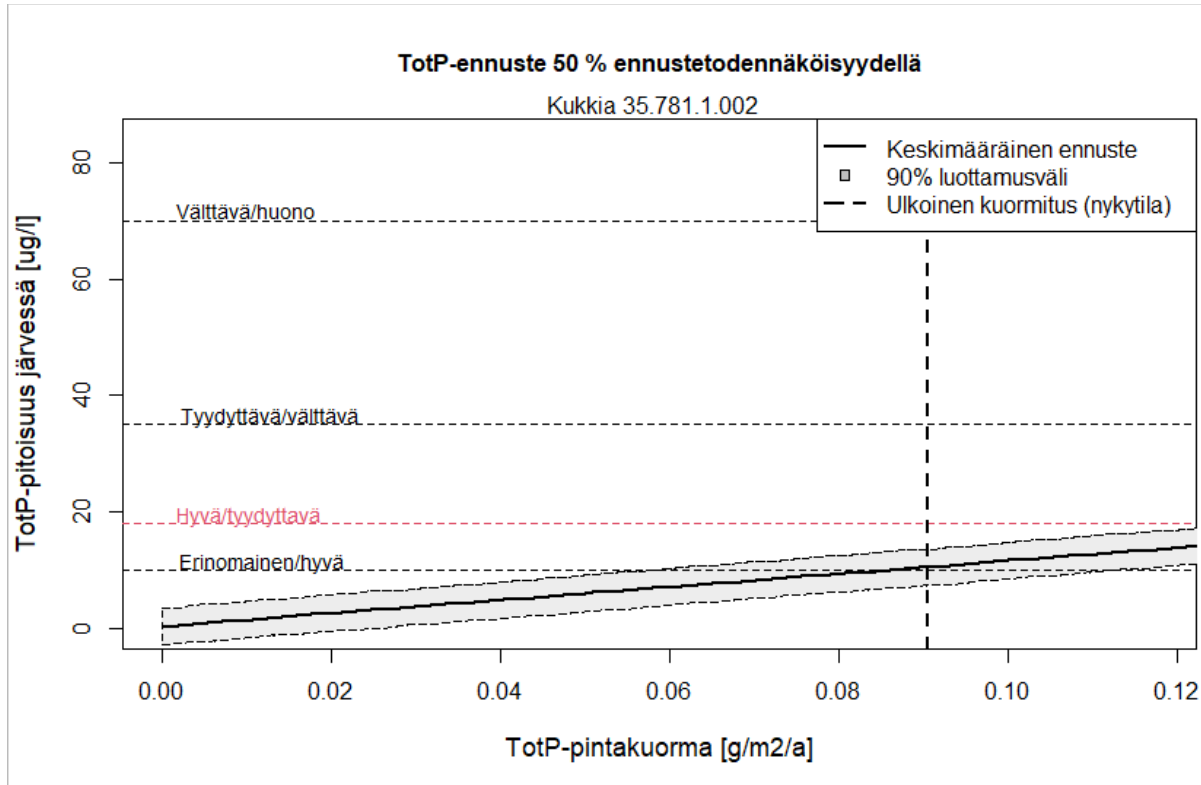
Kuva 1 Kukkian kartalla. Lähde: Vesinetti.fi

Mallin syöttötiedot: LLR-mallinnusta varten kerättiin vesimuodostuman perustiedot (Taulukko 1) sekä aikasarjat tulevasta kuormituksesta, lähtövirtaamasta ja keskeisimmän syvänteen (Kukkia 100) kokonaisravinnepitoisuuksista (Taulukko 2, Liite 1). Ulkoisen kuormituksen arvioina käytettiin VEMALA-mallin (Huttunen ym. 2016) tuottamia kokonaisravinnekuormituksia. Kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudeksi (TotN, $\mu\text{g/l}$ ja TotP, $\mu\text{g/l}$) laskettiin viipymäjaksos keskiarvo ja laskennassa huomioitiin vain kasvukauden aikana tehtyjen näytteenottojen tulokset. LLR-laskennassa käytetään viipymäajan keskiarvoja. Kukkiassa veden viipymäaika on pitkä, joten keskiarvo laskettiin kahden peräkkäisen kasvukauden havainnoista. Vastaavasti kuormitusarvoina (LN, kg/d ja LP, kg/d) käytettiin viipymäjaksolta arvioitua, järveen tulevaa keskimääräistä kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforikuormaa ja järvestä lähtevää virtaamaa (Q , m^3/s).

Taulukko 1 LLR-mallinuksessa käytettävät Kukkian perustiedot.

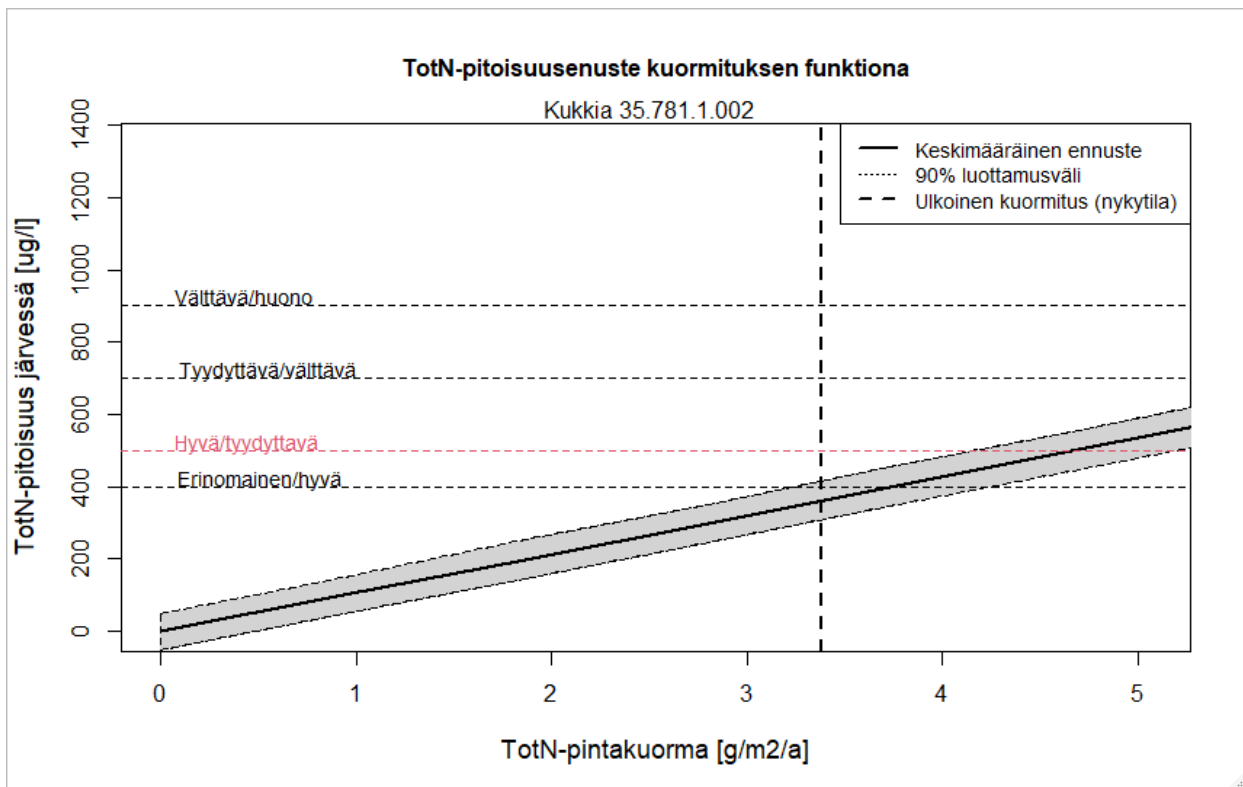
	Vesimuodostuma: Kukkia 35.781.1.002
Keskisyvyys	5,2 m
Pinta-ala	43,9 km^2
Tilavuus	229 milj. m^3
Pintavesityyppi	SVh
Viipymäaika	935 vrk (laskennallinen Vemalasta)
Kokonaisfosforin luokka (2019)	Hyvä (tavoite 18 $\mu\text{g/l}$)
Kokonaistypen luokka	Hyvä (tavoite 500 $\mu\text{g/l}$)
A-klorofyllin luokka	Erinomainen (tavoite 7 $\mu\text{g/l}$)

Mallinnuksen tulokset: LLR-mallin tulosten perusteella Kukkia on kokonaisfosforin osalta hyvässä tai erinomaisessa tilassa 100 % varmuudella (Liite 1, Kuva 3). Kukkiän keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus on 11 µg/l, kun hyvän tilan tavoitepitoisuus on 18 µg/l. Näiden laskelmien mukana Kukkiän avovesialueen luokka ei ole vaarassa huonontua mallinnetun ravinnemuuttujan osalta, mikäli ulkoinen kuormitus ei merkittävästi kasva. Kriittinen kuorma, jolla todennäköisyys saavuttaa vähintään hyvä tila 50 % todennäköisyydellä, on 0,15 g/m²/a (18 kg/d) (Kuva 2). Pitkän ajan keskimääräinen kuormitus on ollut 0.09 g/m²/a (11 kg/d).



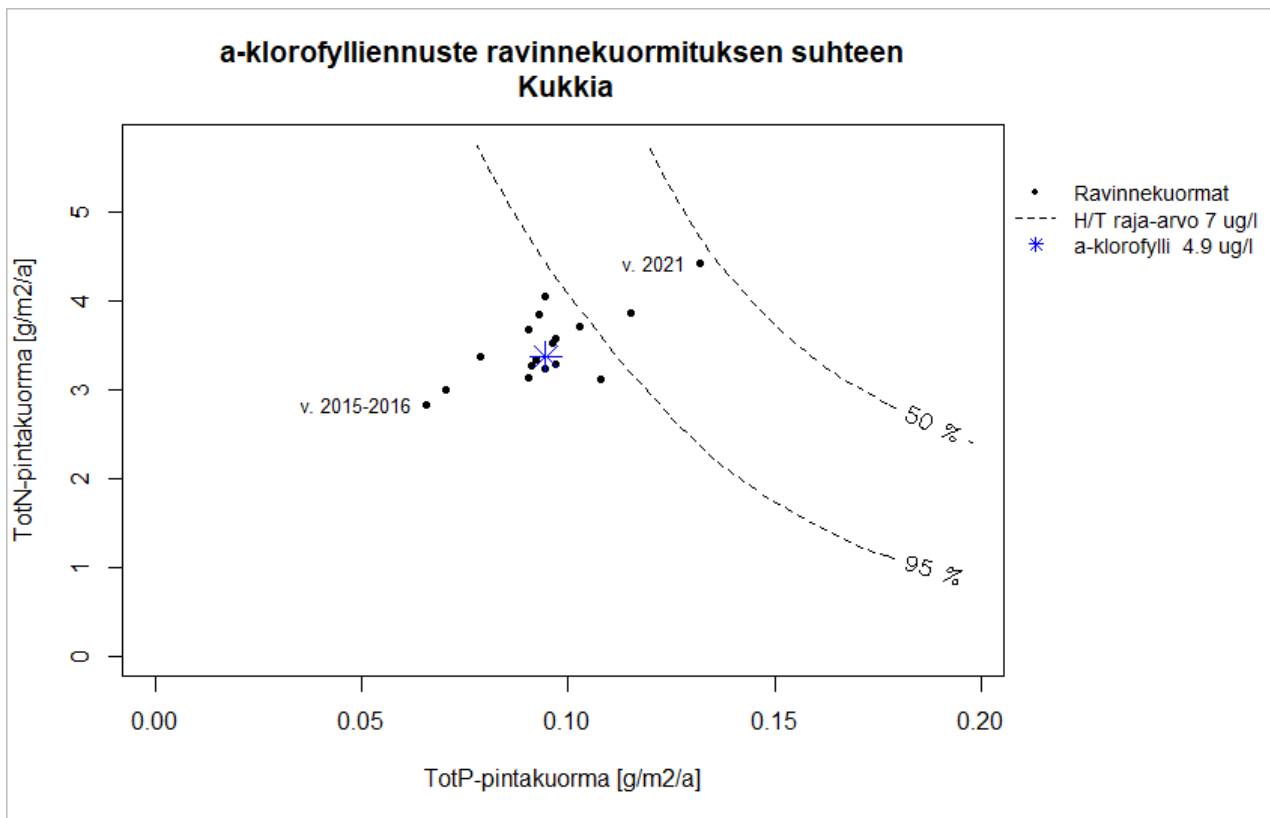
Kuva 2 LLR-mallilla laskettu Kukkiän kokonaisfosforipitoisuuden (y-akseli) muuttuminen kokonaisfosforikuormaan (x-akseli) nähden ja ennusteen 90 % luottamusväli. Pystysuora katkoviiva on Kukkiän keskimääräinen kuormitus.

Kokonaistypen keskimääräinen taso LLR-mallilla laskettuna on 362 µg/l, joka on selvästi alle hyvän tilan raja-arvon (500 µg/l). Kokonaistypen osalta vesimuodostuma on keskimäärin hyvässä tai erinomaisessa tilassa 100 % varmuudella (Liite 1, Kuva 4). Kriittinen typpikuorma on 4,7 g/m²/a (563 kg/d), kun keskimääräinen kuormitustaso on ollut 3,4 g/m²/a (408 kg/d). Kuormitusvähennystarvetta hyvän kokonaistyyppipitoisuuden saavuttamiseksi ei siis ole (Kuva 3).



Kuva 3 LLR-mallilla laskettu Kukkian kokonaistyyppipitoisuuden (y-akseli) muuttuminen kokonaistyyppikuormaan (x-akseli) nähden ja ennusteen 90 % luottamusväli. Pystysuora katkoviiva on Kukkian keskimääräinen tyyppikuormitus.

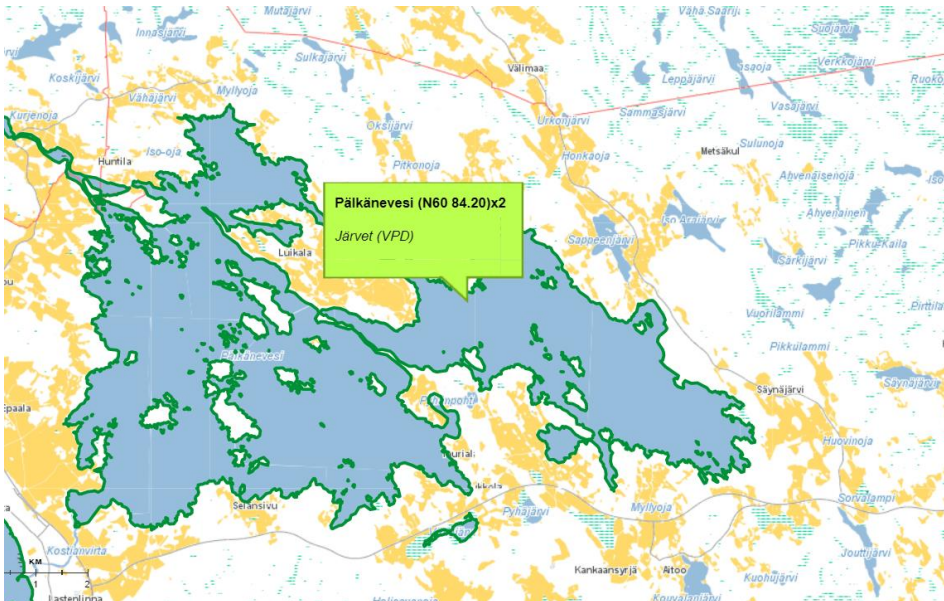
Samoin kuin kokonaisravinteiden osalta, myös a-klorofyllitaso Kukkiassa on keskimäärin hyvässä luokassa. LLR-mallin mukaan a-klorofyllin keskimääräinen ennuste on 4,9 µg/l pitkän ajan typpi- ja fosforikuormituksilla laskettuna. Hyvän tilan raja-arvo on 7 µg/l. Hyvän tilaluokan todennäköisyys on 100 % (Liite 1, Kuva 5). Kuvasta 4 voidaan arvioida kuormitusyhdistelmät, joilla hyvän tilan raja vielä saavutetaan joko 50 % tai 95 % todennäköisyydellä.



Kuva 4 LLR-mallilla arvioitu keskimääräinen a-klorofylliennuste typpi- ja fosforikuormituksen funktiona. Kuvassa olevat tasa-arvokäyrät (katkoviiva) osoittavat minkälaisilla typpi- ja fosforikuormayhdistelmillä saavutetaan hyvä tilaluokka (alle 7 ug/l) 50 % ja 95 % todennäköisyydellä. A-klorofylliarvio (4,9 ug/l) on laskettu keskimääräisillä fosfori- ja typpikuormituksilla. Suurimmat ja pienimmät viipymääjan kuormituksen on merkitty erikseen (ks. Taulukko 1 Liite 1).

2.2 Pälkänevesi 35.715.1.001 x2

Pälkänevesi on jaettu kahteen vesimuodostumaan. Tässä tarkastellaan vesimuodostumaa Pälkänevesi 35.715.1.001 x2 (Kuva 5, tästä lähtien vain 'Pälkänevesi'). Pälkäneveden ekologinen tila on hyvä (2019). Yksittäisistä luokittelumuuttujista kokonaisravinteet ovat hyvässä luokassa samoin a-klorofylli. A-klorofyllin luokittelu perustuu vedenlaatuluokitukseen ja asiantuntija-arvioon.



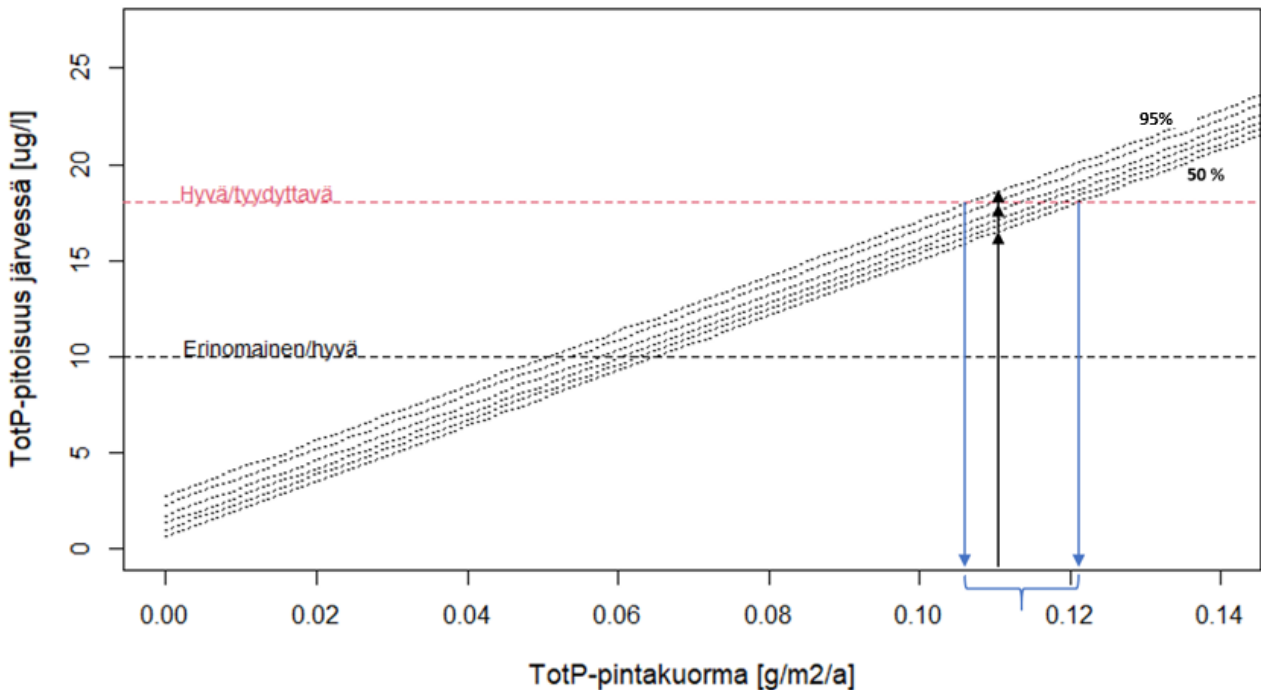
Kuva 5 Pälkänevedestä tarkasteltiin kartassa oikealla olevaa vesimuodostumaa, eli Pälkänevesi (N60 84.20)x2. Lähde: Vesinetti.fi

Mallin syöttötiedot: Kun vesimuodostumasta on havaintoja useasta eri paikasta, käytetään ensisijaisesti keskeisimmän syvänteen näytteenottotuloksia. Pälkäneveden kokonaisravinnepitoisuudet ja a-klorofylli on koottu kahdelta keskeiseltä syvännepaikalta (Pälkänev Joutess Kalas Kalas sekä Pälkänev Joutess Kylänn). LLR-mallinnukseen tarvittavat kokonaiskuormitusarviot ja luusuan virtaama saatiin Vemala-mallista. Mallin syöttötiedot vuosilta 1991–2021, keskiarvoistettuna kahden vuoden viipymääjan keskiarvoiksi on koottu Liitteen 2 Taulukkoon 1.

Taulukko 2 Pälkäneen perustiedot, joita käytetään LLR-mallinnuksessa.

PERUSTIEDOT	Pälkänevesi 35.715.1.001 x2
Keskisyvyys	7,9 m
Pinta-ala	16,1 km ²
Tilavuus	126,3 milj. m ³
Pintavesityyppi	Vh
Viipymäaika	>1000 vrk (laskennallinen Vemalasta)
Kokonaisfosforin luokka (2019)	Hyvä
Kokonaistypen luokka	Hyvä
A-klorofyllin luokka	Hyvä (vedenlaatuluokitus)
Ekologinen luokka	Hyvä

Mallinnuksen tulokset: LLR-tulosten perusteella Pälkäneveden keskimääräinen kokonaisfosforiluokka on todennäköisimmin hyvä (94 % todennäköisyys, Liite2, Kuva 3). Keskimääräinen fosforiennuste annetuilla kuormitustiedoilla on 16,1 µg/l, joka on alle hyvän tilan raja-arvon (18 µg/l). Pitkän ajan keskimääräinen ulkoinen fosforikuormitus on 0,11 g/m²/a (4,7 kg/d) ja kriittinen kuorma vaihtelee välillä 0,107–0,112 g/m²/a riippuen siitä miten suurella todennäköisyydellä hyvä tila halutaan saavuttaa (Kuva 5, Taulukko 3).



Kuva 6 Pälkäneveden kokonaisfosforipitoisuus eri kokonaisfosforikuormituksen arvoilla ja eri todennäköisyyksillä (50-95 %). Pälkäneveden pitkän ajan keskimääräinen kuormitus on 0,11 g/m²/a (musta nuoli).

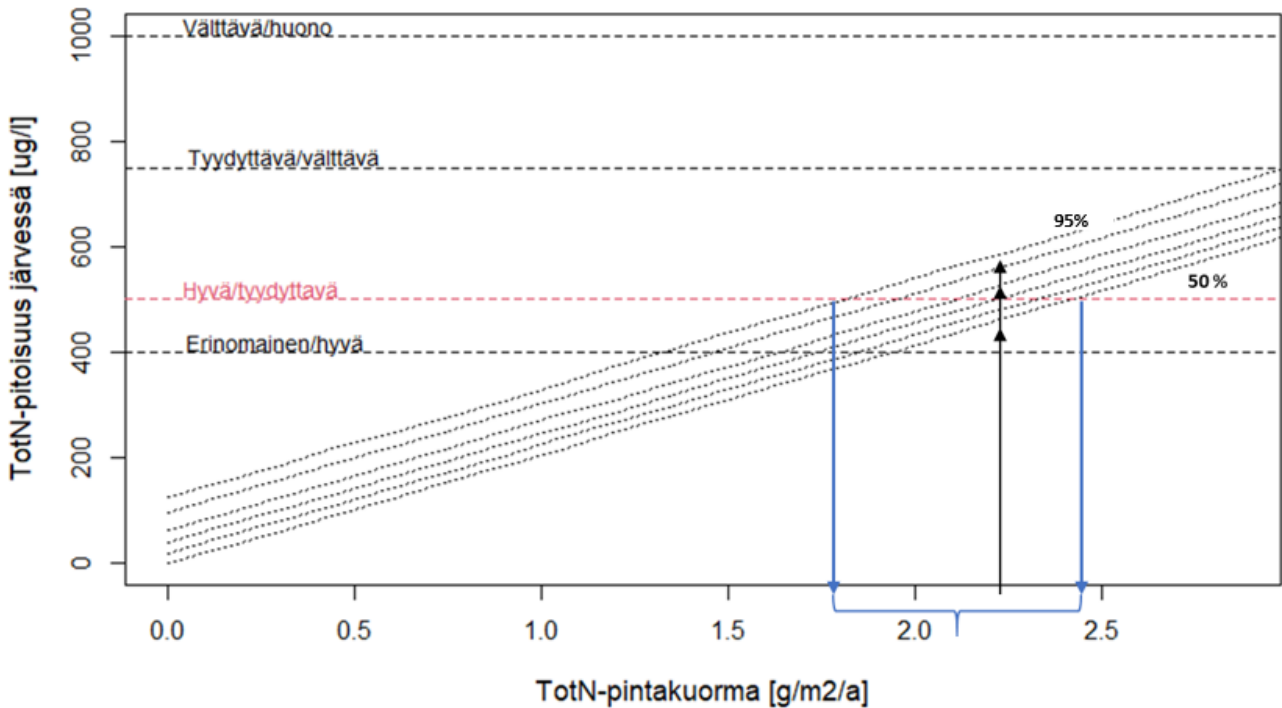
Jos todennäköisyyden hyvän tilan saavuttamiselle halutaan olevan suuri (95 %), kuormitusvähennystarve nykyisestä on 4 %. Mikäli 50 % todennäköisyys tai toistuvuus hyvän tilan ylitykselle riittää, kuormitusvähennystarvetta ei ole (Taulukko 3).

Taulukko 3 Kriittinen fosforikuormitus, jolla hyvä tilaluokka vielä saavutetaan sekä kuormitusvähennystarve nykyiseen kuormitukseen (0,11 g/m²/a verrattuna), ilmaistuna eri todennäköisyyksillä (%).

Todennäköisyys, että hyvä P-luokka saavutetaan	Kriittinen fosforikuorma g/m ² /a	Fosforikuormitusvähennystarve hyvään tilaan g/m ² /a	Fosforikuormitusvähennystarve hyvään tilaan %	Kriittinen fosforikuorma kg/a
95 %	0,1037	0,004	4	4,54
90 %	0,1082	-	-	4,74
80 %	0,1105	-	-	4,84
70 %	0,1127	-	-	4,94
60 %	0,1172	-	-	5,14
50 %	0,1172	-	-	5,14

Typen osalta pitoisuudet vaihtelevat enemmän ja LLR-tulosten mukaan kokonaistypelle hyvän tai erinomaisen luokan todennäköisyys on 53 % (Kuva 4, Liite 2). Tyydyttävän tilaluokan todennäköisyys on 47 %. Pitkän ajan kuormituskeskiarvolla Pälkäneen kokonaistyyppipitoisuus pitkän ajan

kuormituskeskiarvolla (2,4 g/m²/a) on 495 µg/l, joka jää hivenen alle hyvän ja tyydyttävän luokkarajan (500 µg/l).



Kuva 7 Pälkäneveden kokonaistyyppipitoisuus eri kokonaisfosforikuormituksen arvoilla ja eri todennäköisyyksillä (50-95 %). Sinisten nuolien välinen alue x-akselilla on kokonaisfosforikuormitus, joka pitää tyyppipitoisuuden hyvän tilan tavoitteessa. Pälkäneveden pitkän ajan keskimääräinen tyyppikuormitus on 2,37 g/m²/a (musta nuoli).

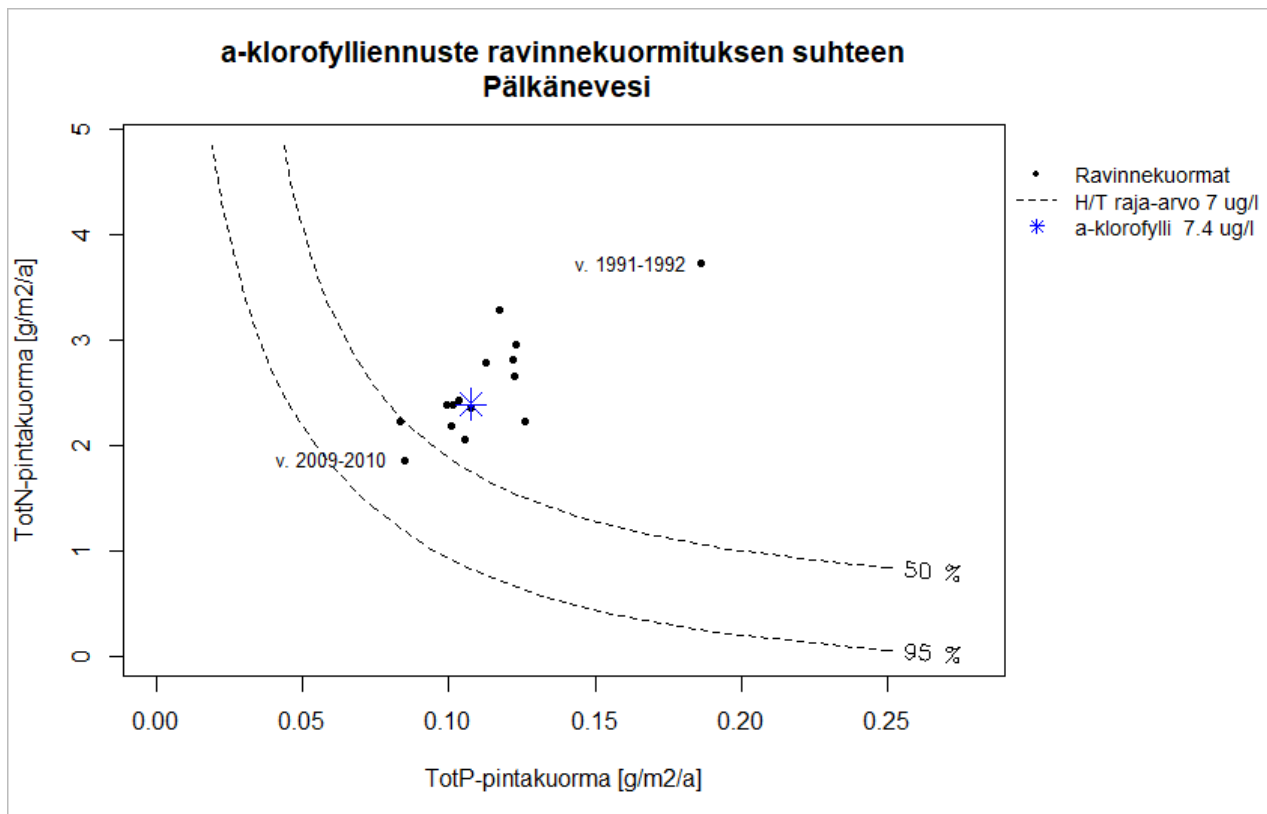
Kriittinen kokonaistyyppikuorma vaihtelee välillä 1,81–2,41 g/m²/a riippuen siitä, miten suuri todennäköisyys hyvän tilan saavuttamiselle halutaan (Taulukko 4). Jos todennäköisyyden hyvän tilan saavuttamiselle halutaan olevan suuri (95 %), kuormitusvähennystarve nykyisestä on 24 %. Mikäli 50 % todennäköisyys tai toistuvuus hyvän tilan ylitykselle riittää, kuormitusvähennystarvetta ei ole. Edelleen, esim. 80 % todennäköisyyden saavuttamiseen kuormitusta tulisi vähentää 12 % nykyisestä.

Taulukko 4 Kriittinen tyyppikuormitus (g/m²/a), jolla hyvä tilaluokka vielä saavutetaan sekä kuormitusvähennystarve nykyiseen kuormitukseen (2,37 g/m²/a verrattuna), ilmaistuna eri todennäköisyyksillä (%).

Todennäköisyys, että hyvä N-luokkaa saavutetaan	Kriittinen tyyppikuorma g/m ² /a	Tyyppikuormitusvähennystarve hyvään tilaan g/m ² /a	Tyyppikuormitusvähennystarve hyvään tilaan %	Kriittinen tyyppikuorma kg/a
95 %	1,81	0,58	24	79
90 %	1,96	0,43	18	86
80 %	2,11	0,28	12	92
70 %	2,26	0,13	6	99
60 %	2,41	-	-	105
50 %	2,41	-	-	105

A-klorofyllin osalta annetuilla pitkän ajan fosfori- ja tyyppikuormituksilla hyvän ja tyydyttävän tilan raja-arvo (7 µg/l) ylittyy, ja keskimääräinen a-klorofylliennuste on 7,4 µg/l. LLR:n perusteella

Pälkäneen pitkän ajan a-klorofylli kuuluu tyydyttävään tilaluokkaan 64 % todennäköisyydellä (Kuva 5, Liite 2). Hyvän tilan todennäköisyys on 36 %. Keskimäärin (50 % todennäköisyys) saadaan tavoitetila pienellä kuormitusvähennyksellä, mutta jos halutaan pysyvämmiin hyvän tilan puolelle (esim. 95 % todennäköisyydellä), vähennystarve on suurempi (Kuva 8).



Kuva 8 LLR-mallilla arvioitu keskimääräinen a-klorofylliennuste typpi- ja fosforikuormituksen funktiona. Kuvassa olevat tasa-arvokäyrät (katkoviiva) osoittavat minkälaisilla typpi- ja fosforikuormayhdistelmillä saavutetaan hyvä tilaluokka (alle 7 ug/l) 50 % ja 95 % todennäköisyydellä. A-klorofylliarvio (7,4 ug/l) on laskettu keskimääräisillä fosfori- ja typpikuormituksilla. Suurimmat ja pienimmät viiptympäajan kuormituksen on merkitty erikseen (ks. Taulukko 1 Liite 2).

Alla olevassa taulukkoon on listattu kokonaisravinnekuormien yhdistelmiä, joilla hyvä klorofylliluokka voitaisiin saavuttaa 95 % todennäköisyydellä. Käytännössä nämä ovat muutamia valikoituja pistepareja kuvan 8 tasa-arvokäyrältä (95 %). Esimerkiksi jos fosfori- ja typpikuormitusta vähennettäisiin noin 35–36 %, päästäisiin hyvään klorofyllitilaan hyvin todennäköisesti. Jos fosforikuorma pysyisi muuttumattomana, typpikuormaa pitäisi vähentää noin 65 %. Vastaavasti, jos typpikuorma pysyisi samana, fosforikuoritusvähennys olisi 56 %.

Taulukko 5 Hyvään a-klorofylliluokkaan vaadittavat typpi- ja fosforikuormitukset ja kuormitusvähennystarve. Näillä yhdistelmillä a-klorofylli jäisi alle tavoitetason 7 ug/l 95 % todennäköisyydellä. Keskimääräinen typpikuormitus on 2,4 g/m2/a ja fosforikuormitus 0,11 g/m2/a.

Kokonaistyyppi-kuormitustavoite (g/m2/a)	Kokonaisfosfori-kuormitustavoite (g/m2/a)	Tarvittava typpi-kuormitusvähennys %	Tarvittava fosfori-kuormitusvähennys %
0,89	0,11	65	0
1,27	0,08	47	25
1,53	0,07	36	35
1,85	0,06	22	45
2,39	0,05	0	56

VIITTEET

Hjerppe, T., Taskinen, A., Kotamäki, N., Malve, O. and Kettunen, J. Environmental Management. 2016. Probabilistic Evaluation of Ecological and Economic Objectives of River Basin Management Reveals a Potential Flaw in the Goal Setting of the EU Water Framework Directive doi:10.1007/s00267-016-0806-z

Huttunen, I., Huttunen, M., Piirainen, V., Korppoo, M., Lepistö, A., Räike, A., Tattari, S., Vehviläinen, B. 2016. A national-scale nutrient loading model for Finnish watersheds-VEMALA. Environmental Model-ing and Assessment 21 (1): 83-109.

Kotamäki N., Pätynen A., Taskinen A., Huttula T. & Malve O. 2015. Statistical dimensioning of nutrient loading reduction - LLR assessment tool for lake managers. Environmental Management 56: 480–491. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0514-0>

Malve O. & Qian S. 2006. Estimating nutrients and chlorophyll-a relationships in Finnish Lakes. Environ. Sci. Technol. 40:7848–7853.

Malve, O., Hjerppe, T., Tattari, S., Väisänen, S., Huttunen, I., Kotamäki, N., Kallio, K., Taskinen, T. & Kauppila, P. 2016. Participatory operations model for cost-efficient monitoring and modeling of river basins — A systematic approach, Science of The Total Environment, Volume 540, 2016, Pages 79-89, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.06.105>

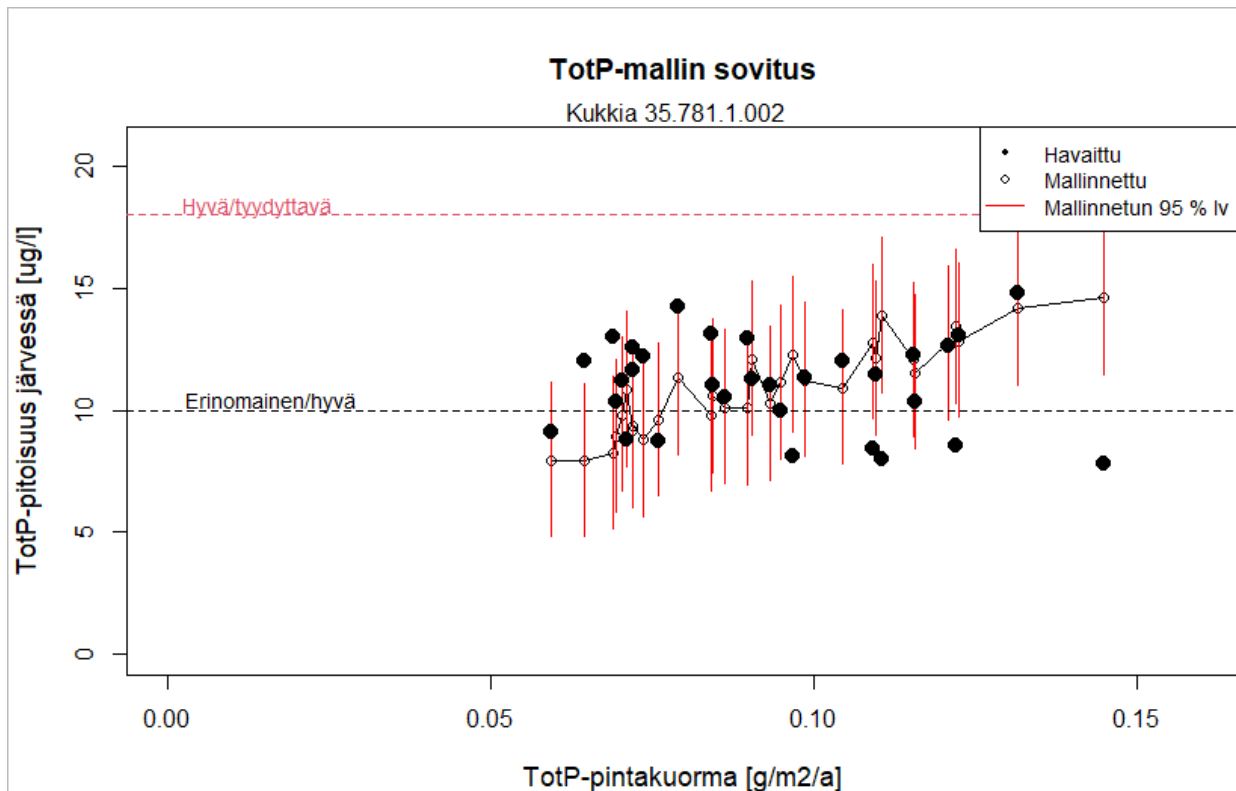
Väisänen, S. (toim.), 2013, Mallit avuksi vesienhoidonsuunnitteluun GisBloom-hankkeen pilottialueilla. Suomen ympäristökeskuksen raportteja, ISSN 1796-1726 ; 29, ISBN 978-952-11-4226-0, <http://hdl.handle.net/10138/41111>

LIITTEET

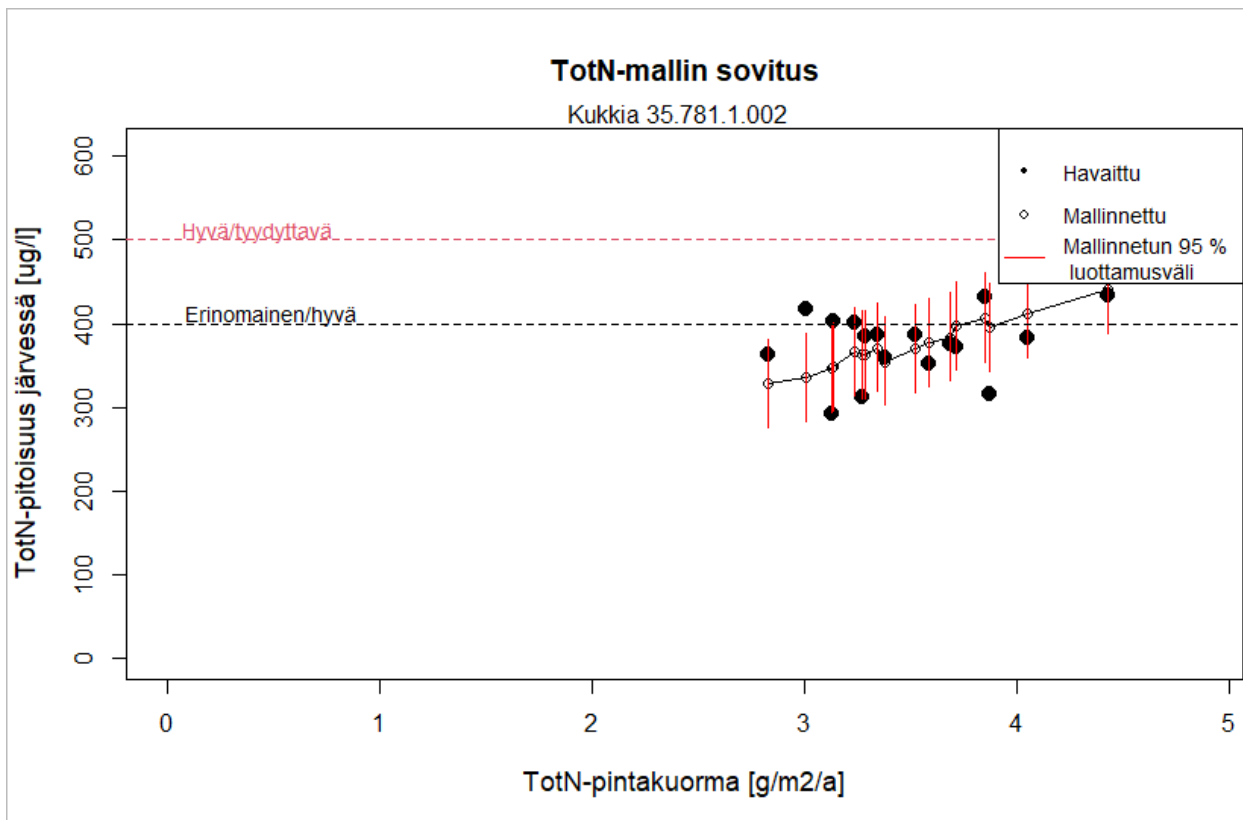
Liite 1 Kukkia

Taulukko 1 Kukkian syöttötiedot LLR:ään. Viipymääjan (2v) keskiarvot typpi- ja fosforikuormituksesta (LN, LP), ja -pitoisuuksista (TotN, TotP) ja luusuan virtaamasta (Q).

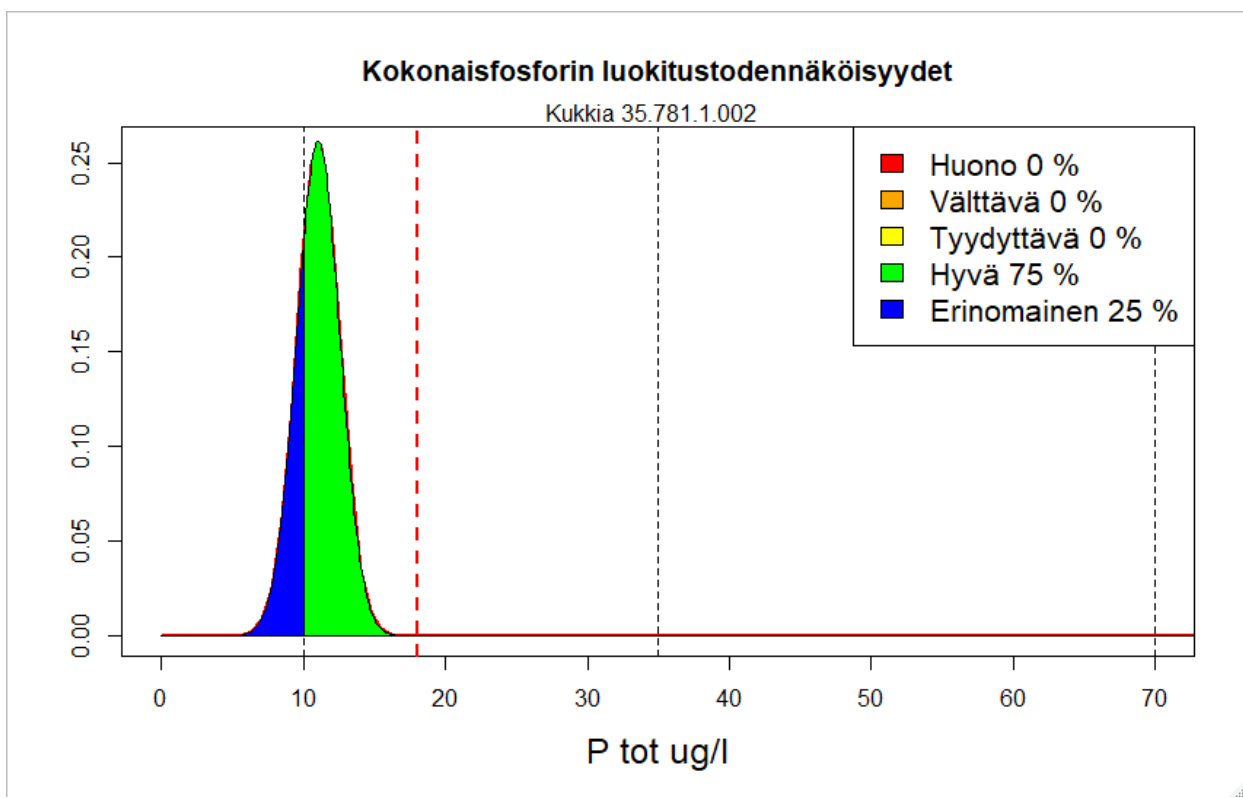
Vuosi	LN (kg/d)	LP (kg/d)	TotN (µg/l)	TotP (µg/l)	Q (m3/s)
1991-1992	467,3	13,9	316,4	10,5	7,1
1993-1994	394,6	11,0	311,4	9,3	6,0
1995-1996	447,8	12,4	371,9	9,8	6,5
1997-1998	425,3	11,6	386,6	11,7	6,7
1999-2000	432,7	11,7	352,5	10,7	6,7
2001-2002	444,6	10,9	374,7	10,4	6,8
2003-2004	377,6	13,0	292,5	8,3	6,0
2005-2006	396,8	11,7	384,5	10,6	6,1
2007-2008	488,6	11,4	383,5	12,2	7,2
2009-2010	363,1	8,5	417,1	12,8	5,9
2011-2012	464,1	11,2	431,9	10,8	6,6
2013-2014	407,7	9,5	359,0	11,5	6,7
2015-2016	341,5	7,9	363,3	10,4	5,4
2017-2018	378,4	10,9	402,8	12,1	6,0
2019-2020	390,2	11,4	401,8	12,9	5,7
2021	534,4	15,9	434,5	14,8	7,4



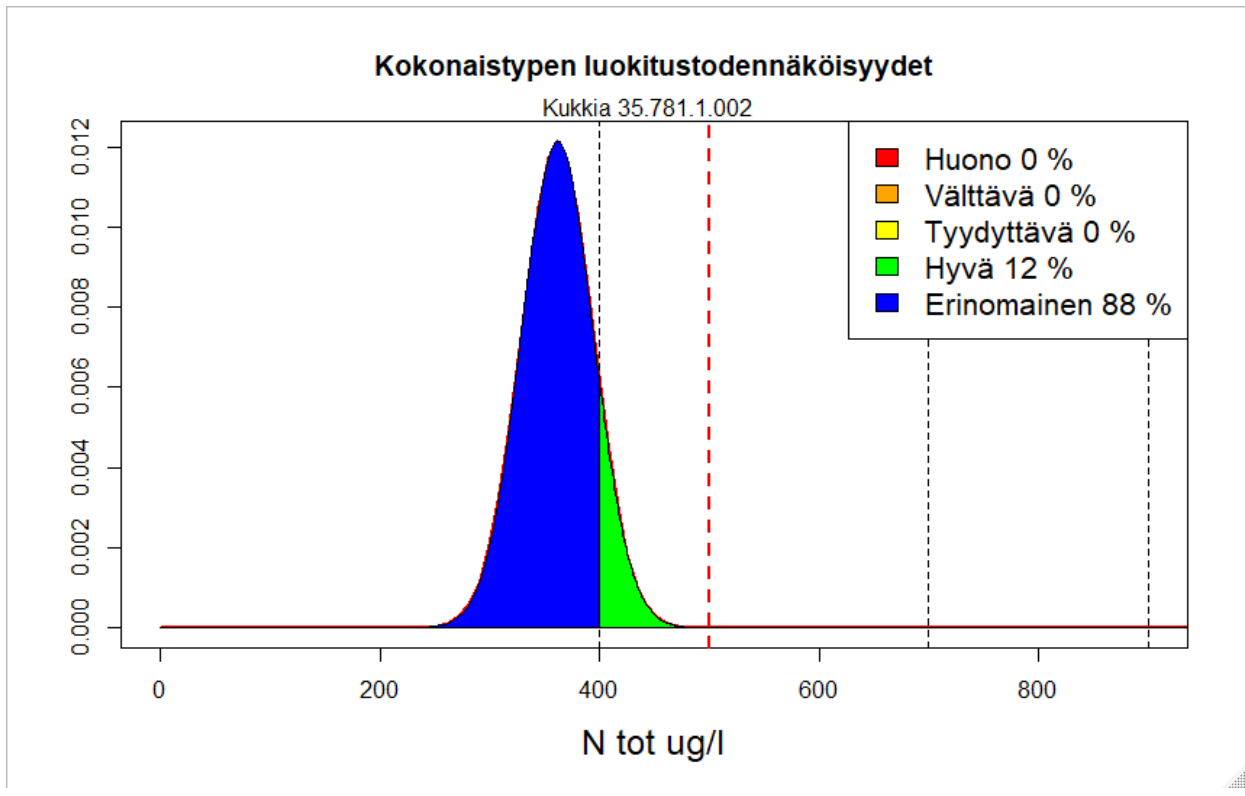
Kuva 1



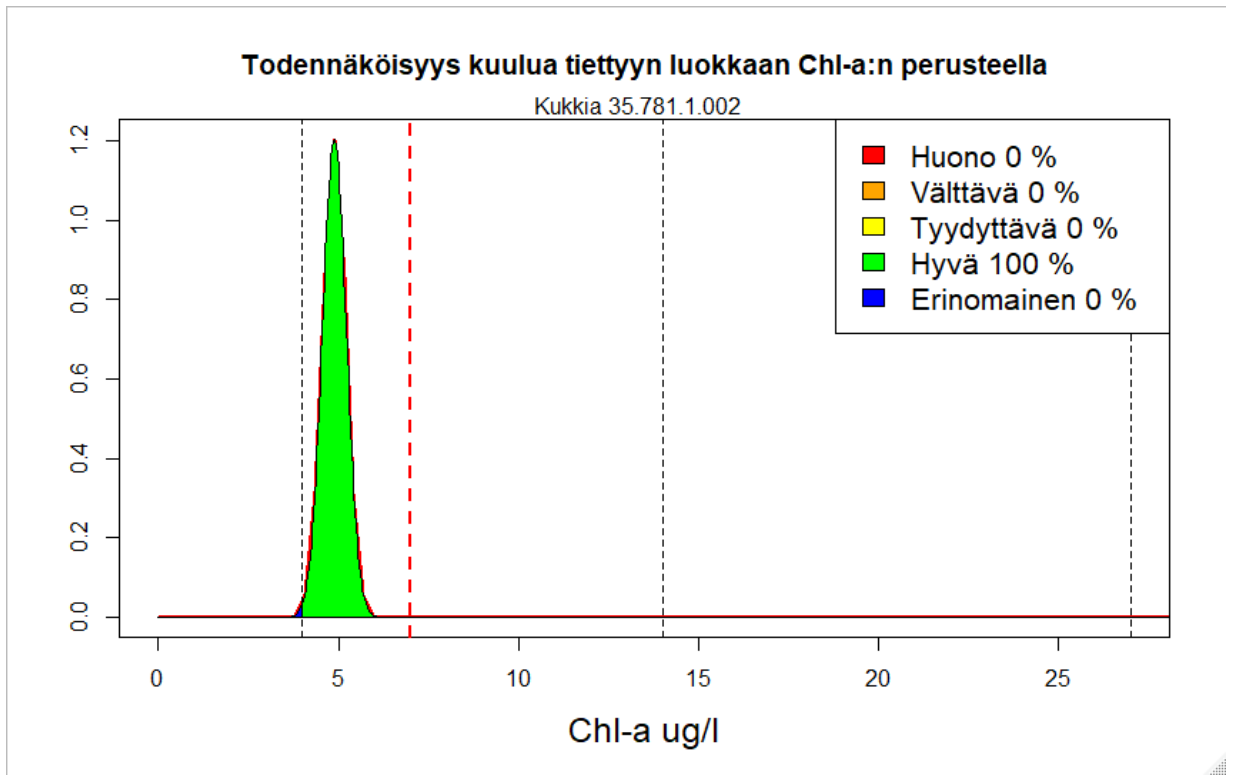
Kuva 2



Kuva 3



Kuva 4

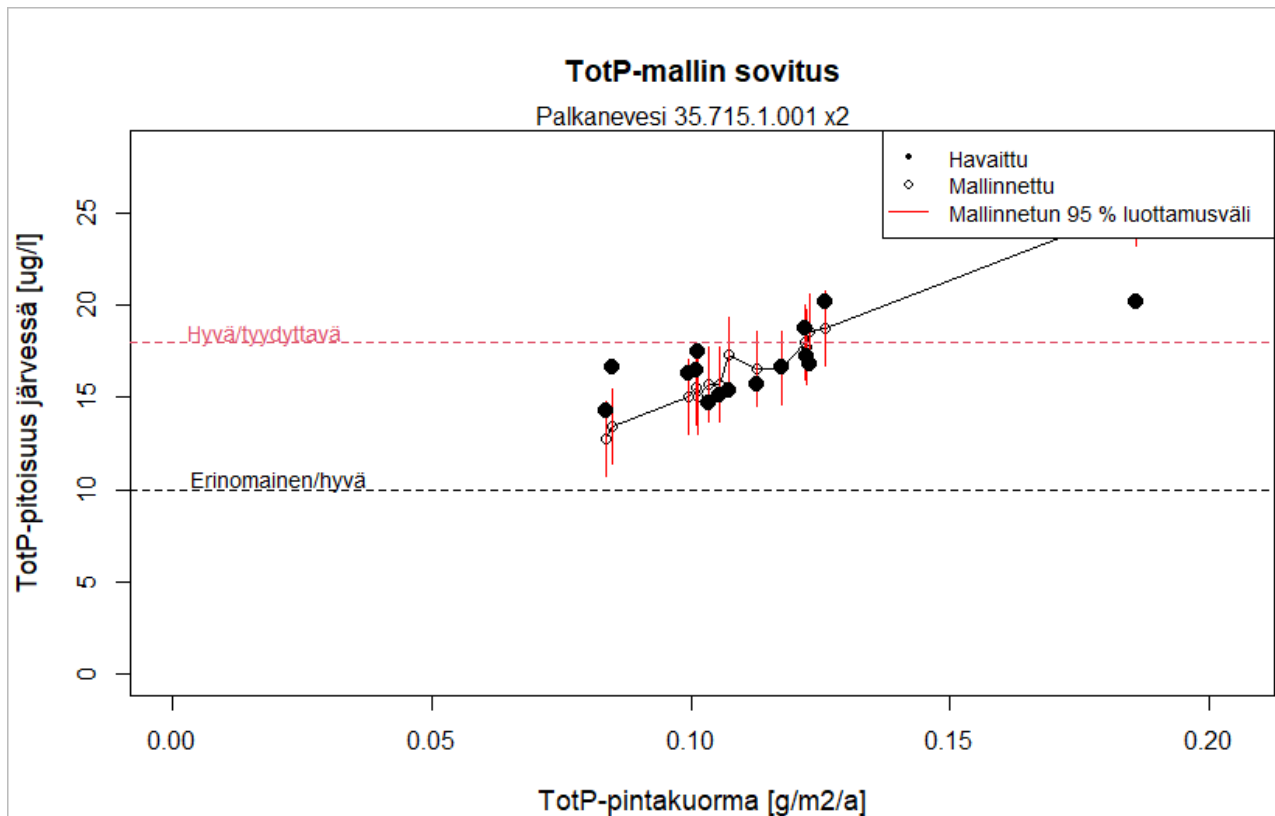


Kuva 5

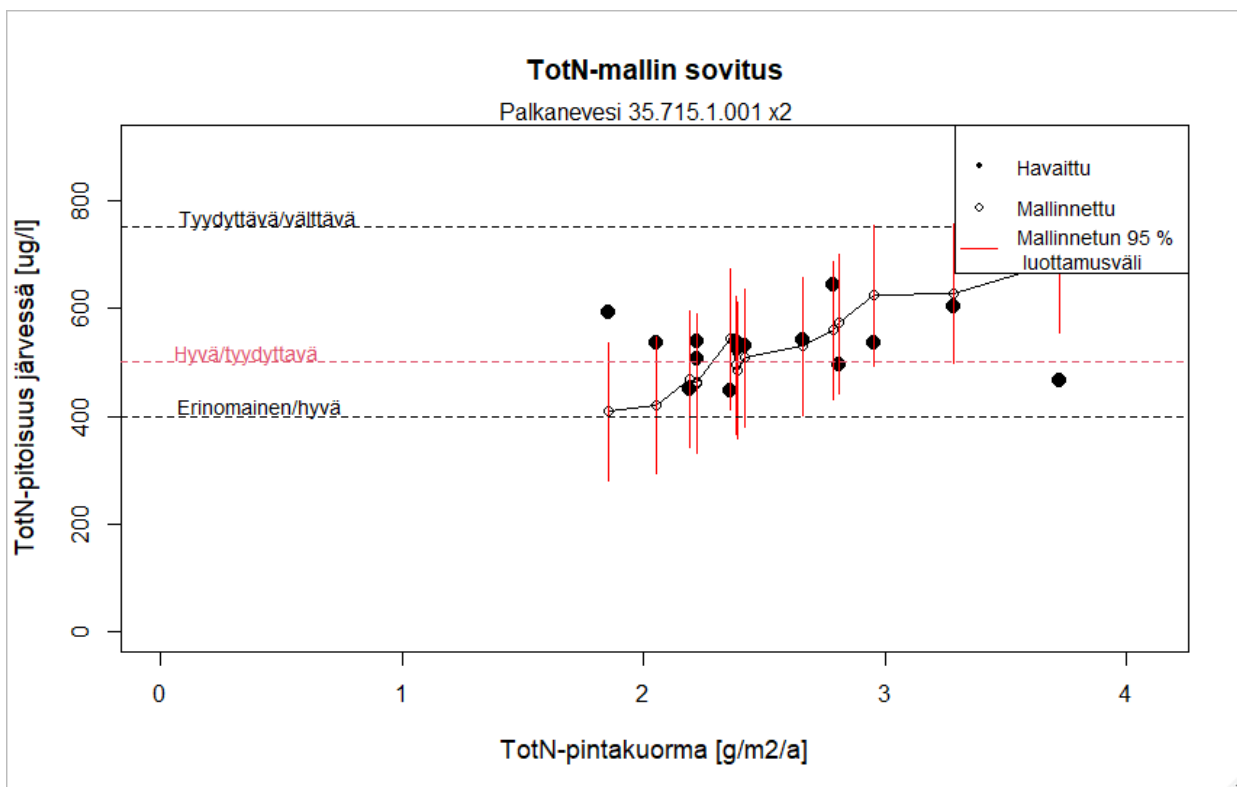
Liite 2 Pälkänevesi

Taulukko 1 Pälkäneveden syöttötiedot LLR:ään. Viipymääjan (2v) keskiarvot typpi- ja fosforikuormituksesta (LN, LP), ja -pitoisuuksista (TotN, TotP) ja luusuan virtaamasta (Q).

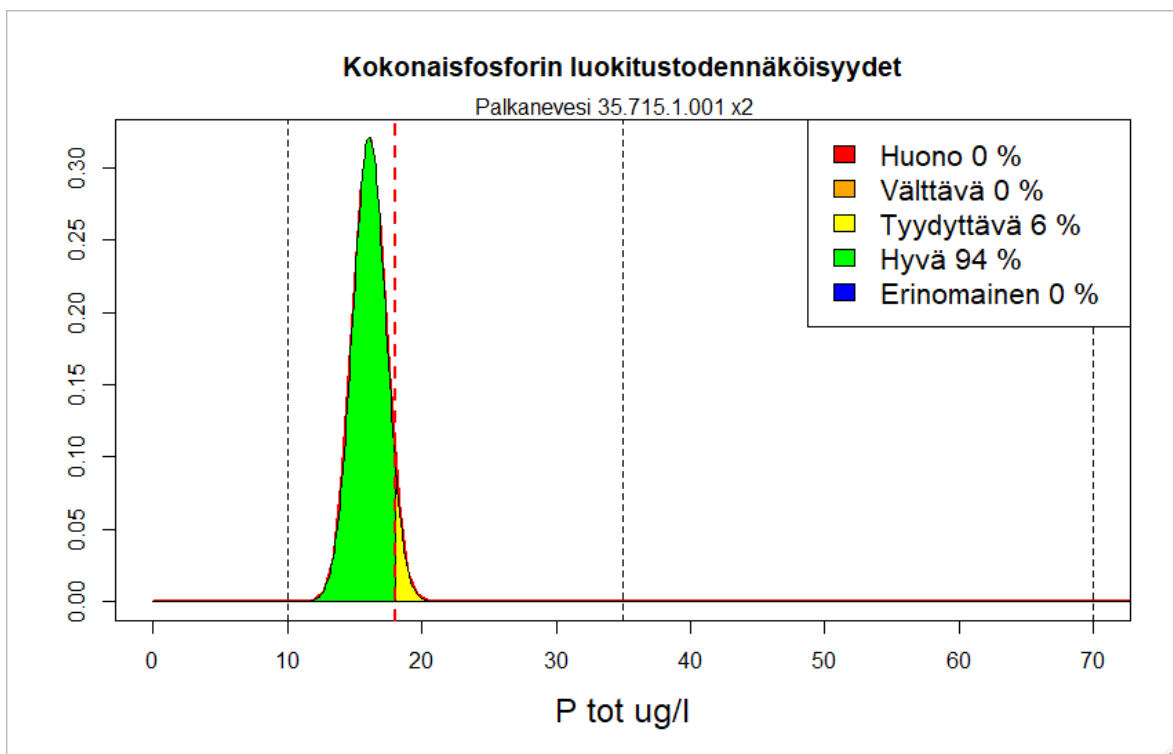
Vuosi	LN (kg/d)	LP (kg/d)	TotN ($\mu\text{g/l}$)	TotP ($\mu\text{g/l}$)	Q (m ³ /s)
1991-1992	163,0712	8,147134	465	20,203	1,194
1993-1994	97,2274	5,511563	507,5	20,1785	0,896
1995-1996	123	5,341374	496,6667	18,728	0,937
1997-1998	95,93562	4,422814	450	16,487	0,8165
1999-2000	116,5123	5,356804	541,6667	17,17	0,9945
2001-2002	104,589	4,433895	525	17,483	0,941
2003-2004	103,3836	4,708321	448,3333	15,3465	0,648
2005-2006	129,4616	5,383999	536,6667	16,783	0,85
2007-2008	143,9151	5,146282	604,1667	16,5905	1,102
2009-2010	81,27671	3,718868	593,3333	16,644	0,752
2011-2012	121,8945	4,940563	645	15,652	0,9675
2013-2014	104,2973	4,357958	539,1667	16,301	0,8865
2015-2016	97,30137	3,663064	538,3333	14,2935	0,8765
2017-2018	90,01781	4,62701	536,25	15,1095	0,9235
2019-2020	106,0315	4,532022	531,25	14,7145	0,866



Kuva 1

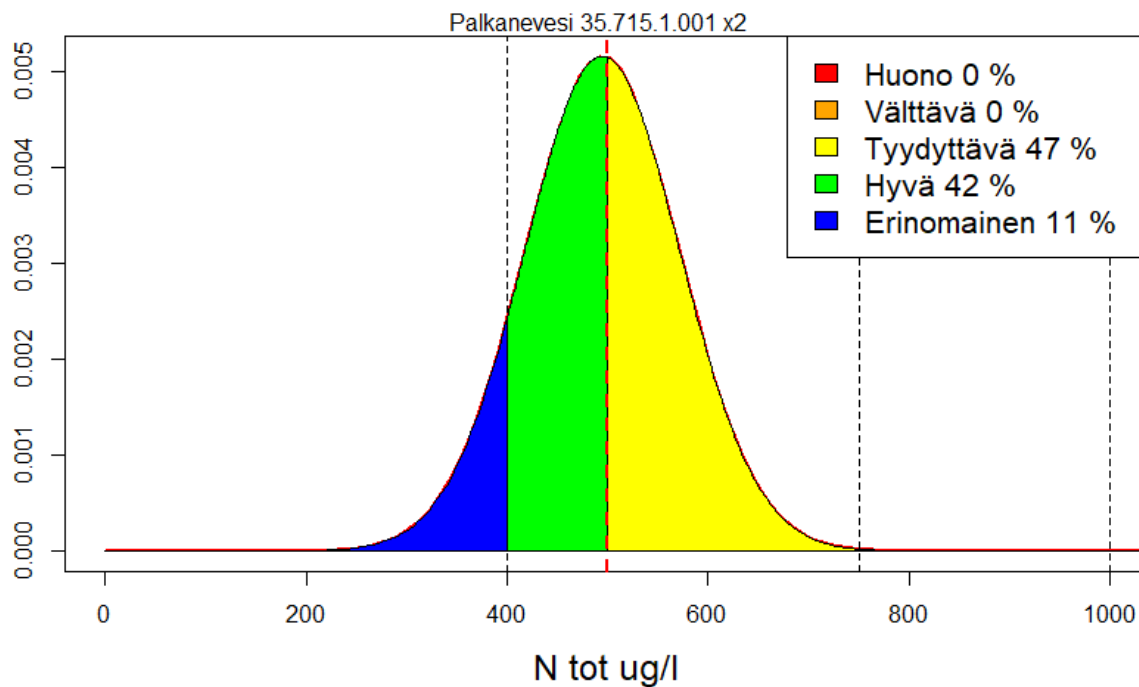


Kuva 2



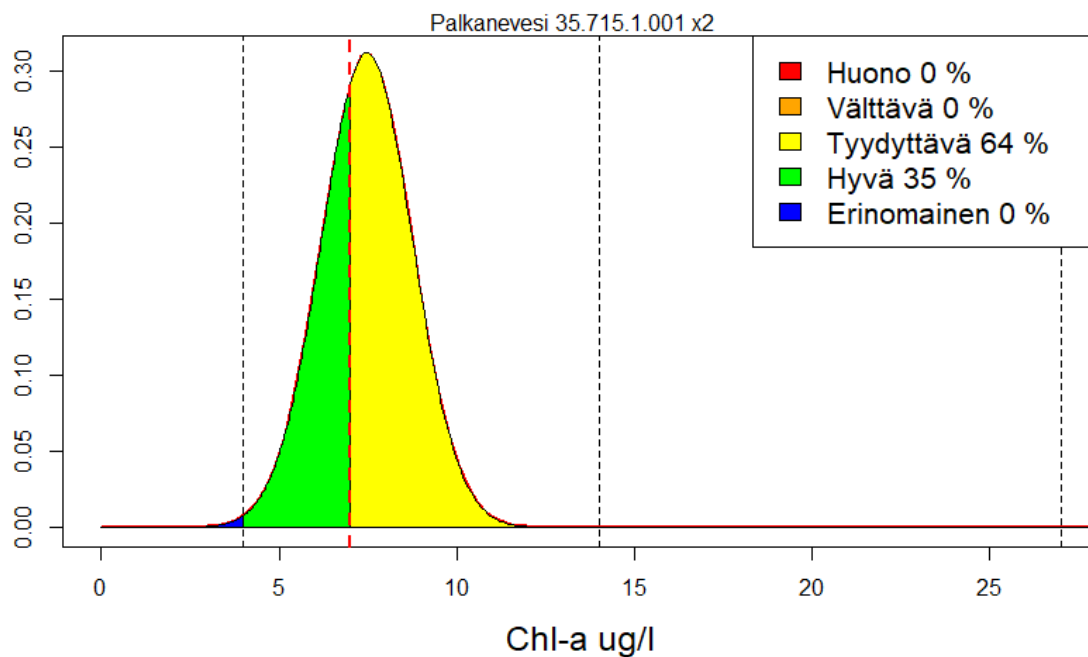
Kuva 3

Kokonaistypen luokitusodennäköisyydet



Kuva 4

Todennäköisyys kuulua tiettyyn luokkaan Chl-a:n perusteella



Kuva 5