

**Uusia keinoja virtaamien ja talviaikaisen
ravinnekuormituksen hallintaan –
Seminaari 30.3.2010, Kauttuan klubi**

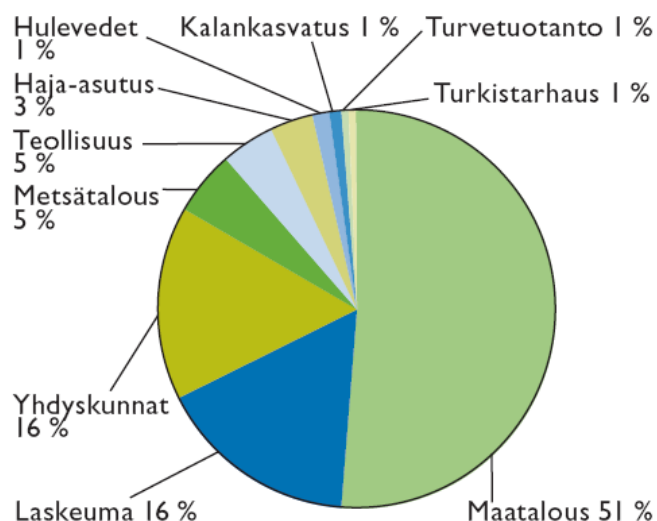
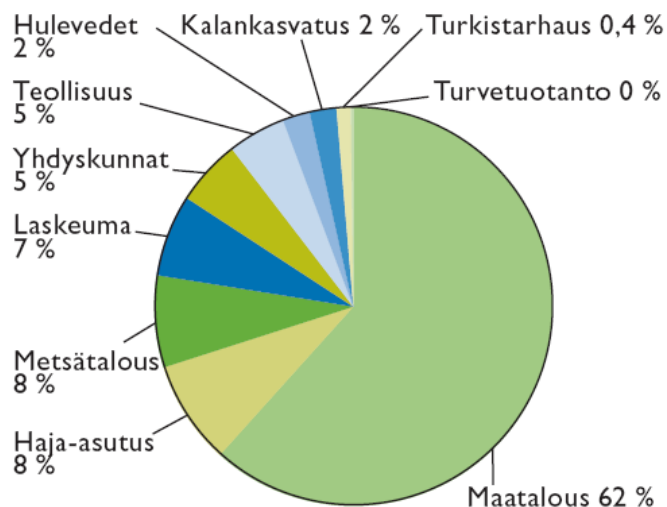
**Kosteikot virtaaman ja ravinteiden
hallinnassa**

Jari Koskiaho, SYKE

Kosteikkojen käyttö vesiensuojelussa

- **Jätevesi (pistekuormitus)**
 - Yhdyskunnat (puhdistamovesi tai raaka jv)
 - Yksittäiset tai muutamat taloudet (raaka jv)
 - Teollisuuslaitokset
 - Kaatopaikat
 - Kaivokset
 - ...

- **Valumavesi (hajakuormitus)**
 - Turvetuotanto
 - Metsätalous
 - Maatalous
 - ...



Päästölähteet	Fosfori t/a	Typpi t/a
Pistemäinen kuormitus		
Teollisuus	207	3485
Yhdyskunnat	222	12204
Kalankasvatus	89	726
Turkistarhaus	45	430
Turvetuotanto	17	500
Pistemäinen kuormitus yhteensä	580	17345
Hajakuormitus		
Maatalous	2600	39500
Haja-asutus	355	2500
Metsätalous	320	4100
Hulevedet	90	1100
Hajakuormitus yhteensä	3365	47200
Laskeuma	280	12600
Kuormitus yhteensä	4225	77145

Kuva 4. Eri kuormituslähteiden suhteelliset osuudet fosforin (ylempi kuva) ja typen (alempi kuva) kokonaiskuormituksesta vuonna 2004.

Kosteikoissa tapahtuvat vedenpuhdistusprosessit

■ Kiintoaineksen laskeutuminen

- Riippuu tulevan veden sisältämän kiintoaineen partikkelikokojakaumasta
- Tärkeä mekanismi, etenkin fosforia pidättyy, myös org. typpeä

■ Liuenneen fosforin adsorptio

- Riippuu maaperän (Fe, Al), ja kosteikkoon tulevan veden ominaisuuksista (P-tasapainotila!)
- Taipumus heikentyä ajan myötä

■ Denitrifikaatio I. nitraattitypen pelkistyminen kaasumaiseen muotoon

- Riippuu kosteikossa olevan orgaanisen aineen määrästä, tulevan veden nitraattipitoisuudesta ja lämpötilasta
- Ei heikkene ajan myötä

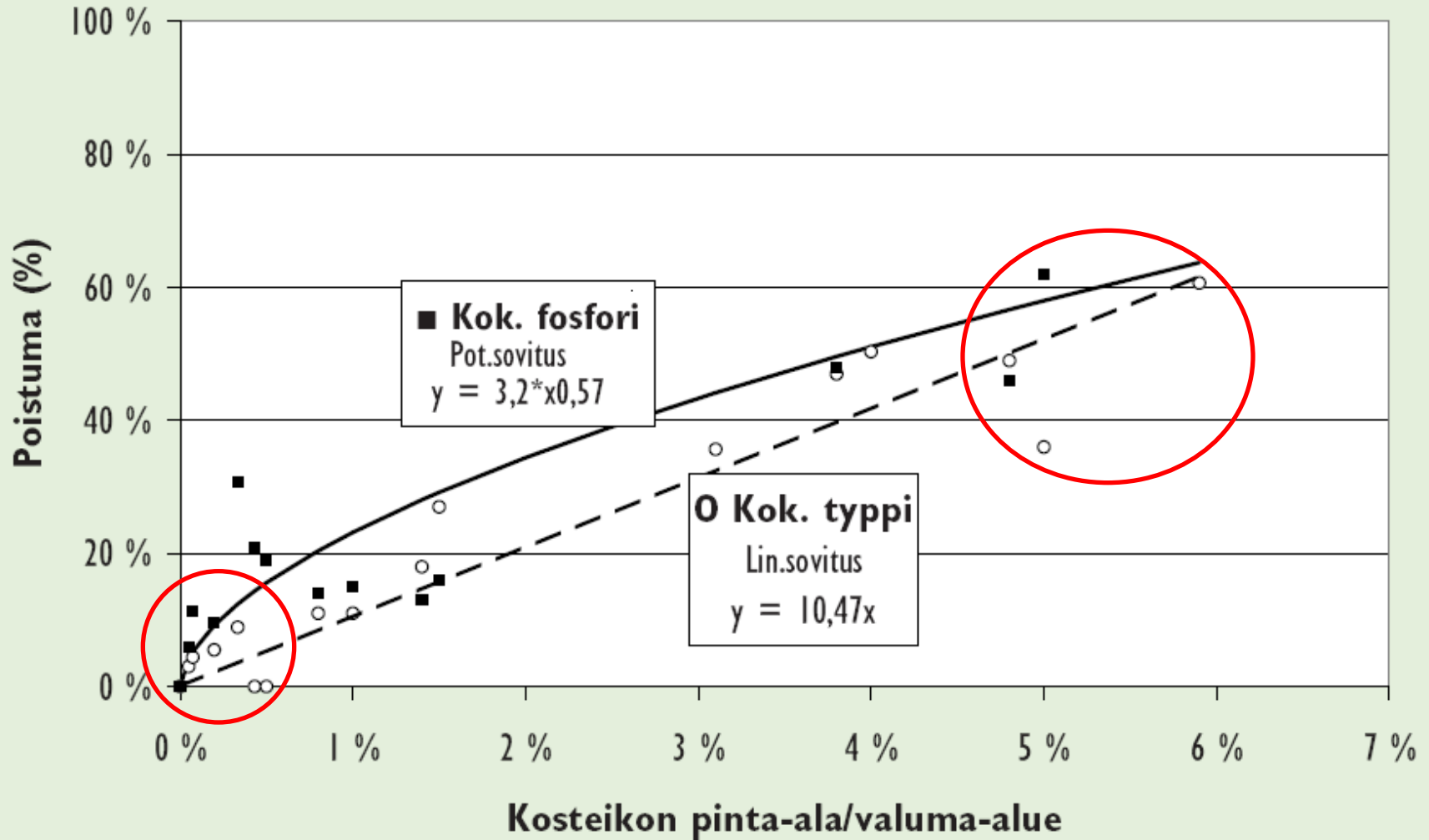
■ Biologinen ravinteiden kulutus

- Makrofyyttikasvillisuuden osalta nettovaikutus vuositasolla vähäinen
- Kasvillisuus, levät, mikrobiologinen kulutus, ... → sedimentaatio

Kosteikkoihin tuleva hajakuormitus

- Em. prosessit vaativat aikaa toimiakseen tehokkaasti → **viipymä** on keskeinen suunnittelukriteeri
 - Koska pääosa kuormituksesta tulee tulva-aikoina, viipymän tulisi olla riittävän pitkä myös näillä jaksoilla
 - Valumavesien mukana tulevan kuormituksen perusongelmat
 - matalat pitoisuudet
 - suuret vesimäärät
 - matalat lämpötilat
- vähäiset poistumat verrattuna jätevesikosteikkoihin ja jv-puhdistamoihin

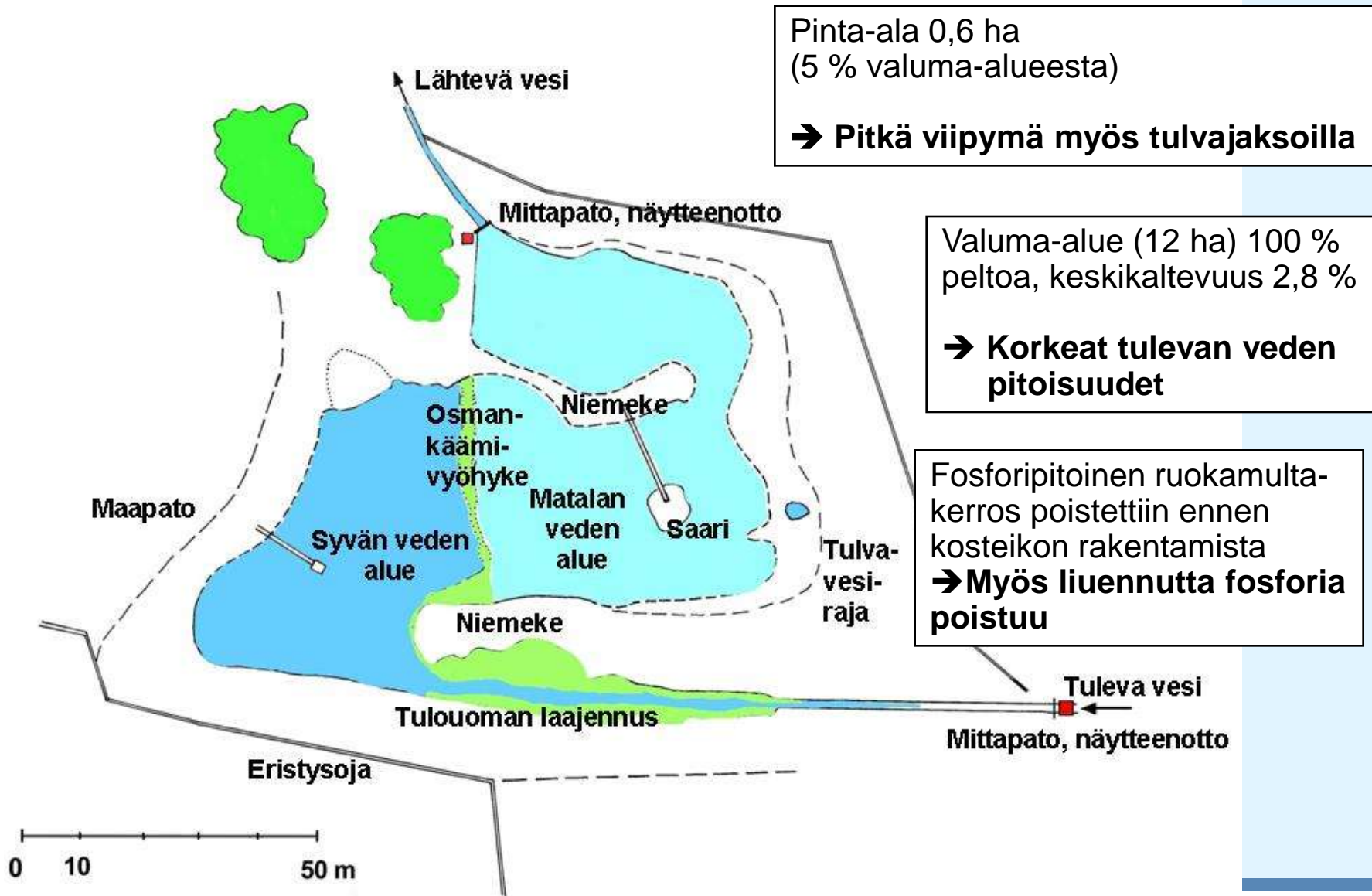
Viipymän merkitys kosteikon tehokkuudelle



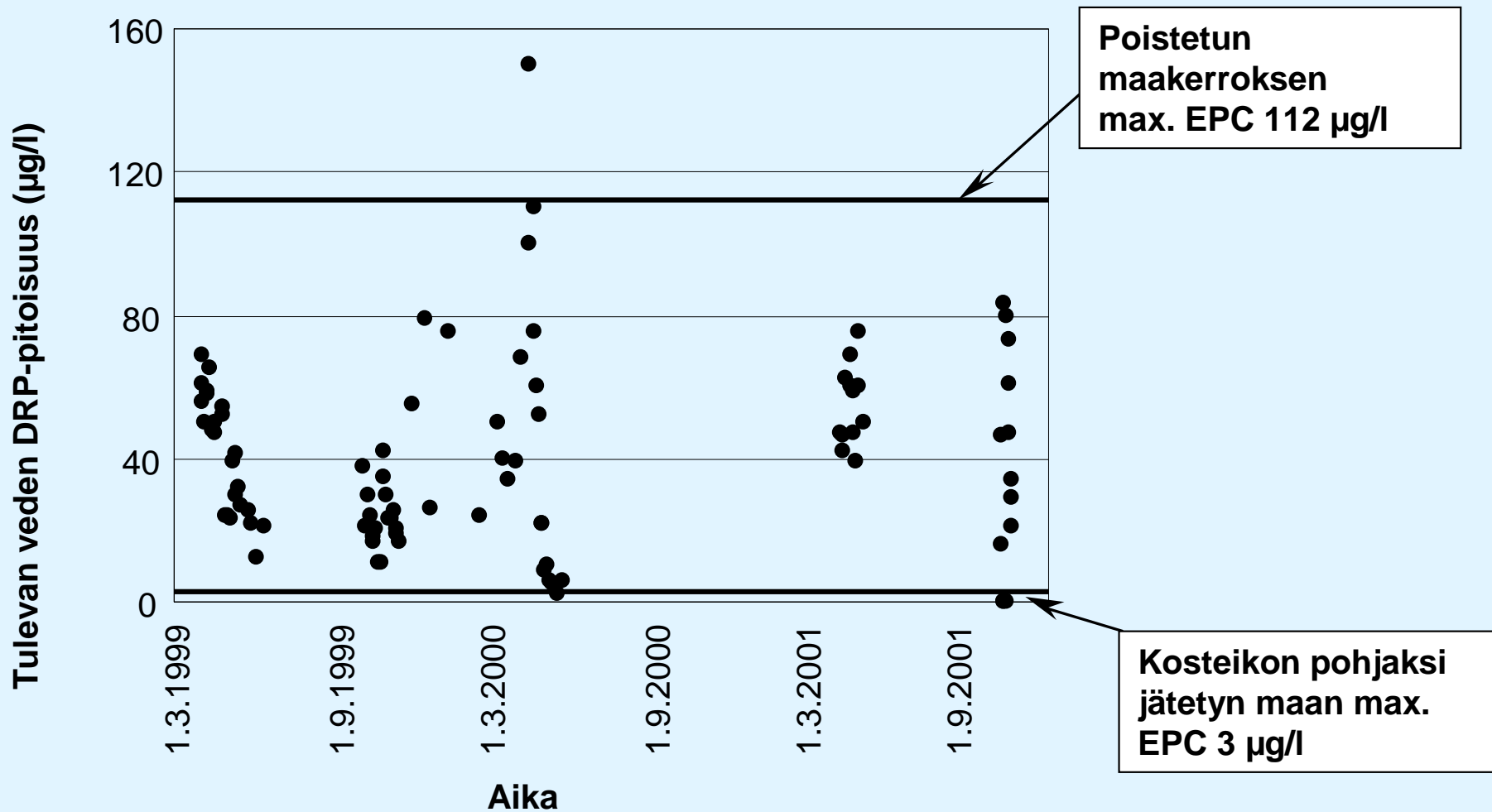
Vedenpuhdistusprosessien huomioiminen kosteikkojen muussa suunnittelussa

- **Eri prosessit vaativat erilaisia olosuhteita**
 - Fosforin adsorptio hapekkaita ja denitrifikaatio vähähappisia
- **Kasvillisuudella tärkeä epäsuora rooli prosesseille**
 - ”Biofilmi” jopa sedimenttiä tärkeämpi denitrifikaation kannalta
 - Orgaaninen aines (denitrifikaatio)
 - Hapen siirto kosteikon sedimenttiin (P-adsorptio)
- ➔ **Monimuotoisuus!**
 - Syvänteet ja matalat alueet, kasvillisuusvyöhykkeet, loivat rantavyöhykkeet, tulva-alueet, niemekkeet, saarekkeet
- **Mitä korkeammat tulevan veden pitoisuudet, sitä tehokkaammin prosessit toimivat**
 - ➔ Kosteikot kannattaa sijoittaa paikkoihin, joissa tulevan veden pitoisuudet korkeat
 - Valuma-alueella paljon peltoa. Karjasuojat, eläinten jaloittelualueet ym. ”hotspotit”

Esimerkki monimuotoisesta ja tehokkaasta kosteikosta, Hovin kosteikko Vihdissä



Hovin maaperäanalyysit



Hovin kosteikossa 1999–2000 mitatut vuotuiset ainepoistumat*

Table 4

Seasonal and annual (1 May 1999–30 April 2000) retentions in the Hovi wetland

Period	Retention (kg ha ⁻¹)					
	TSS	TP	DRP	TN	NO _x -N	NH ₄ -N
Spring 1999 ^a	8200 (44%)	17 (60%)	0.79 (38%)	107 (50%)	11 (13%)	0.06 (4%)
Summer 1999 ^b	–	–	–	–	–	–
Autumn 1999 ^c	760 (76%)	1.1 (72%)	0.19 (85%)	100 (51%)	91 (51%)	0.18 (39%)
Winter 1999/2000	650 (19%)	1.2 (20%)	0.66 (33)	86 (24)	90 (27)	–0.60 (–107%)
Spring 2000 ^d	22 900 (73%)	22 (70%)	0.32 (15%)	92 (44%)	42 (32%)	1.1 (45%)
Annual	24 300 (68%)	24 (62%)	1.2 (27%)	280 (36%)	220 (35%)	0.7 (20%)
April 2001	4100 (36%)	7.8 (53%)	0.66 (47%)	63 (48%)	39 (46%)	1.3 (21%)
October 2001	–111 (–5%)	0.52 (17%)	0.34 (64%)	4.4 (9%)	5.8 (17%)	1.1 (68%)

* Koskiaho, J., Ekholm, P., Rätty, M., Riihimäki, J. & Puustinen, M. 2003. Retaining agricultural nutrients in constructed wetlands - experiences under boreal conditions. *Ecological Engineering* 20(1): 89-103

Hovin kosteikko, kevät 1999



Hovin kosteikko, kesä 2000



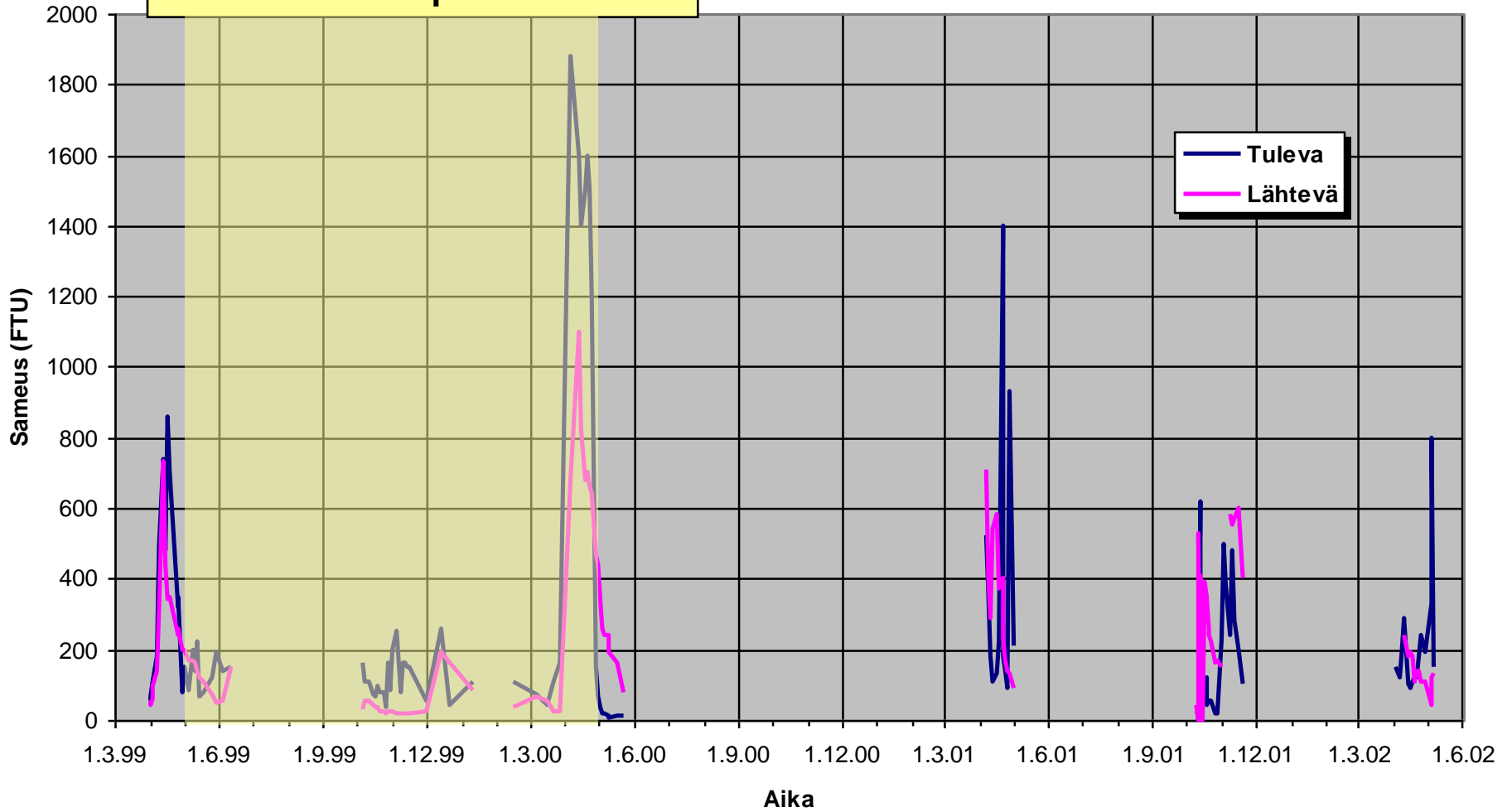
Hovin kosteikko, syksy 2005



Hovin kosteikon tehokkuus 1999-2002

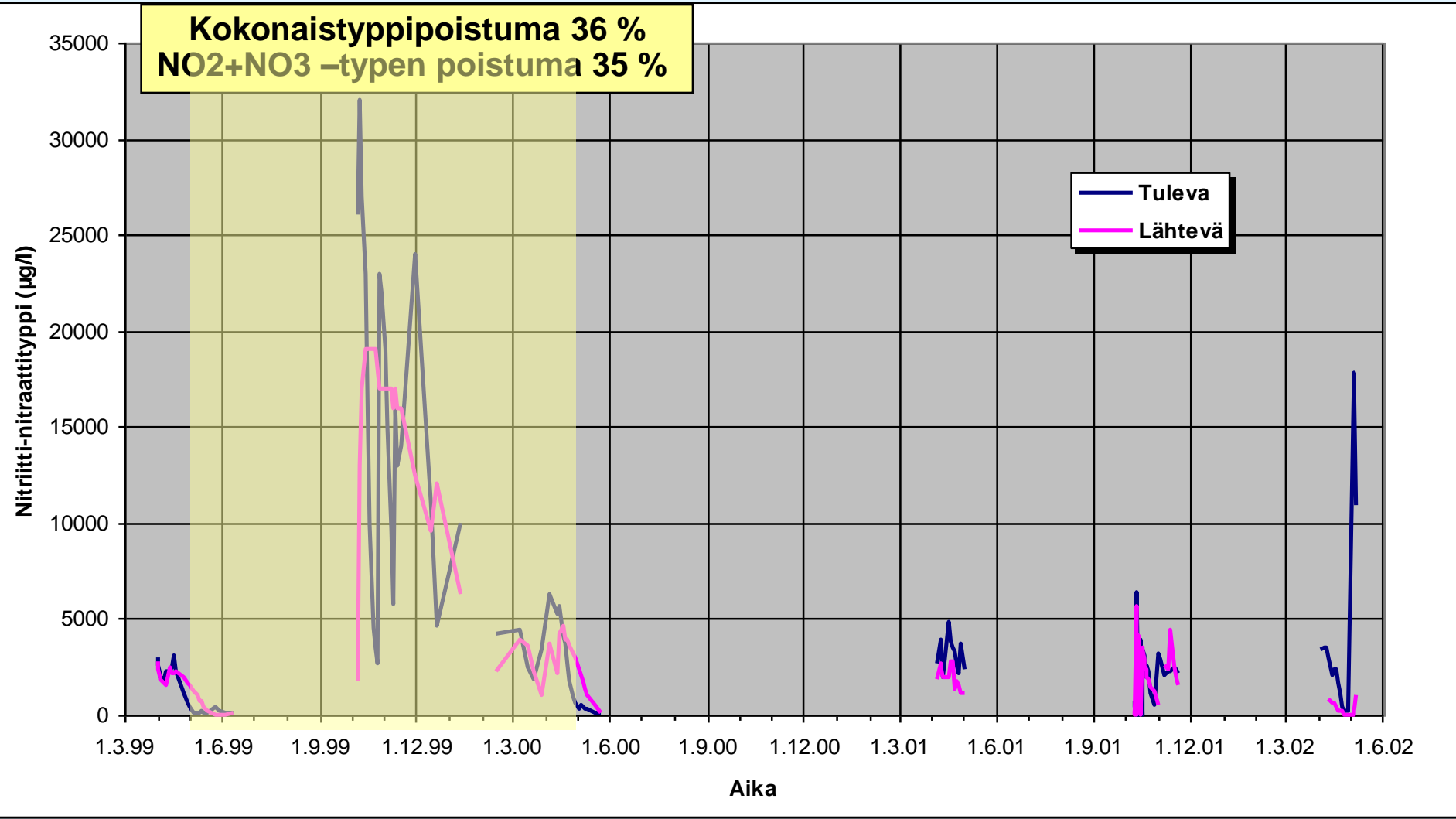
Sameus

Kiintoainepoistuma 68 %,
Kokonaisfosforipostuma 62 %



Hovin kosteikon tehokkuus 1999-2002

Typpi



Hovin kosteikon automaattimittaukset 2007-

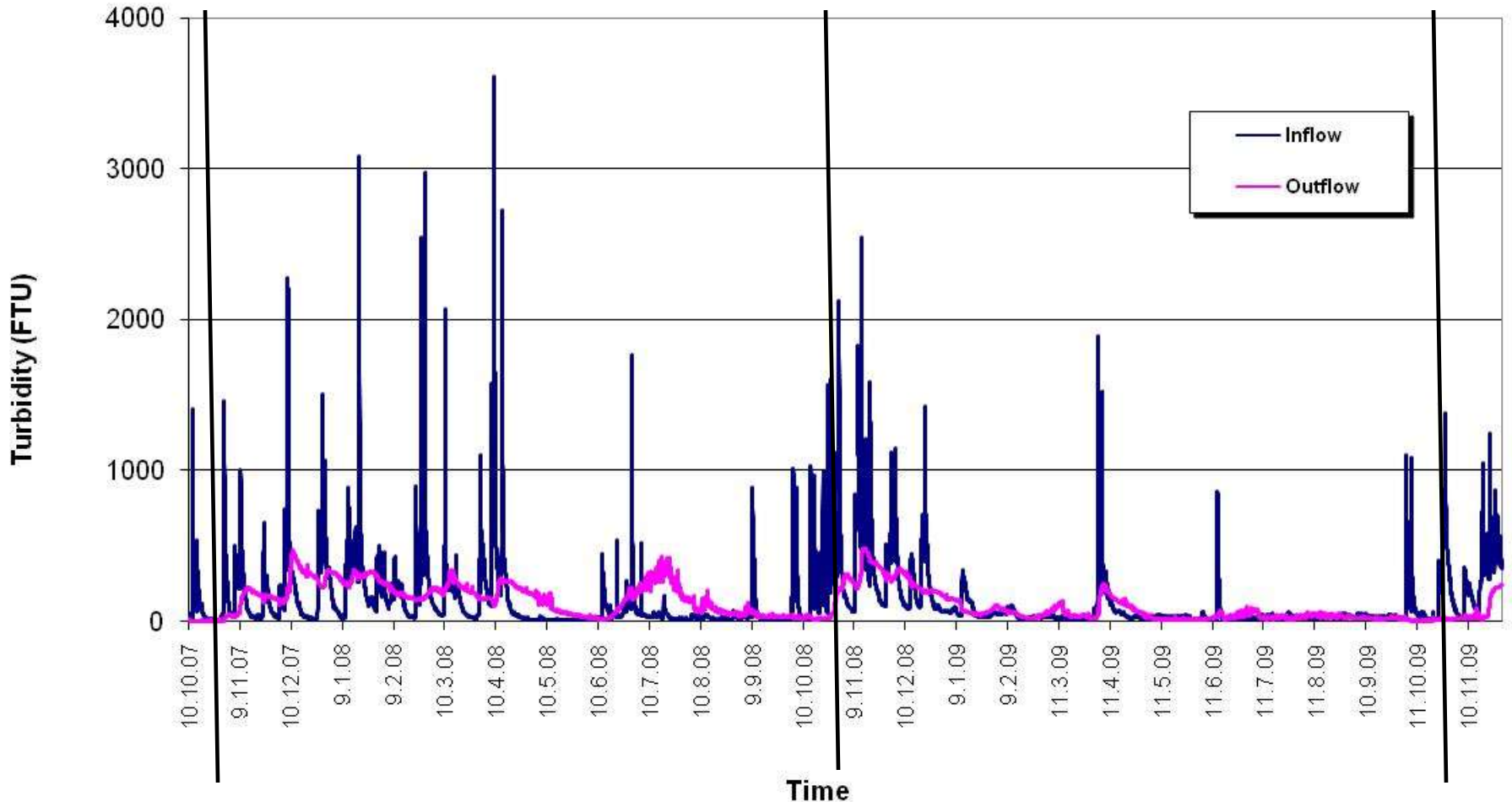
- Jatkuva tunnittainen data tulevasta ja lähtevästä vedestä
 - Vedenkorkeus → virtaama
 - Sameus
 - Nitraatti
 - Lämpötila
- Tiheät vedenlaadun ja -määrän aikasarjat parantavat kosteikon tehokkuusarvioiden luotettavuutta
- Kiintoaine- ja kokonaisfosforipitoisuudet korreloivat voimakkaasti sameuden kanssa ($R^2 = 0.96$ ja 0.93) → ainemäärät voidaan laskea sameuden perusteella
- Mittaukset aloitettu 11.10. 2007, tammikuuhun 2010 saakka katkeamaton aikasarja, mittauksia jatketaan kevättulvan alkaessa



**Sameutta ja
nitraattityppitoisuutta mittaava
s::can nitro::lyser anturi
(s::can Messtechnik GmbH)**

Hovin kosteikon tehokkuus 2007-2009

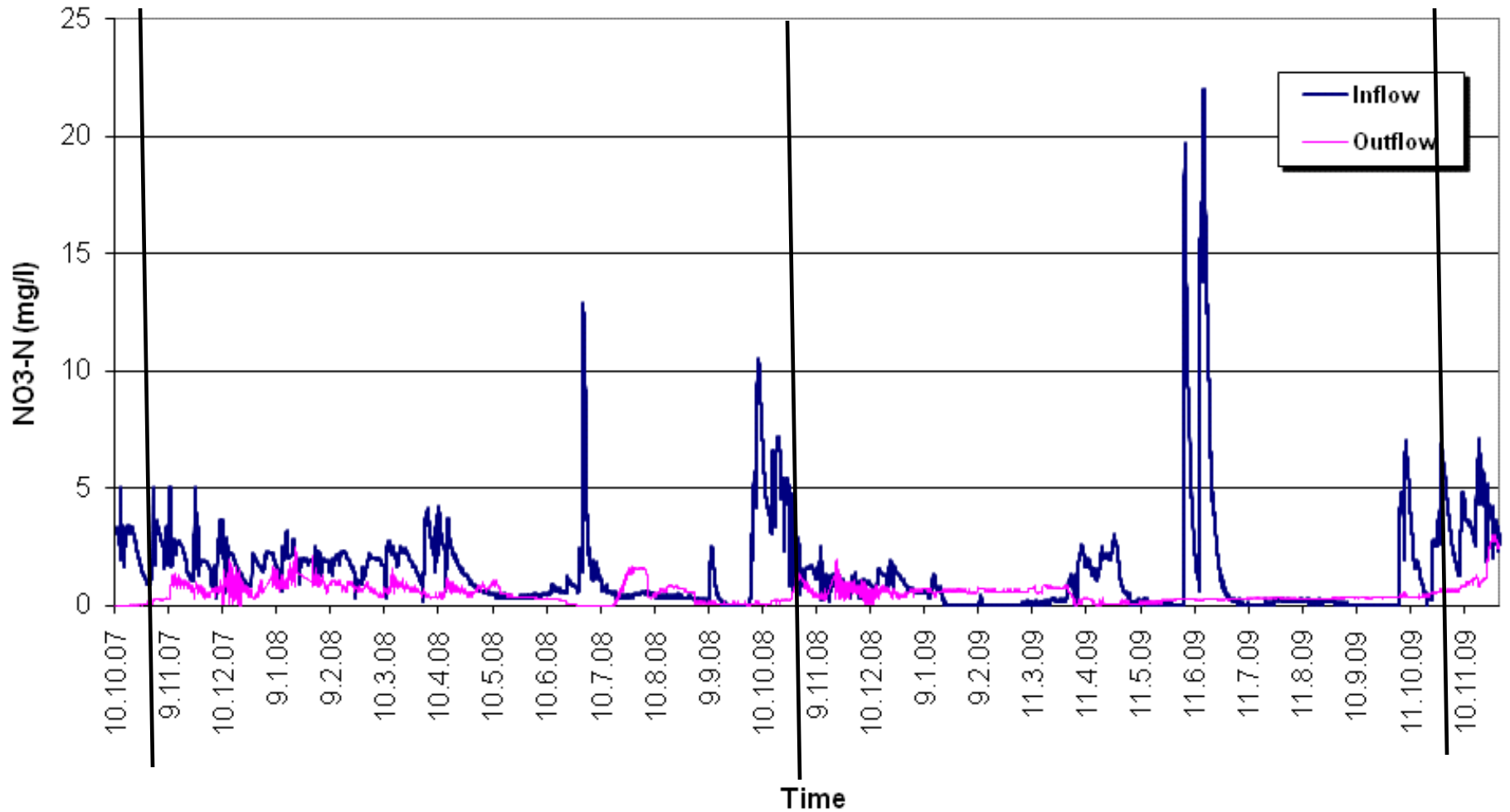
Sameus



Kiintoaine- ja kokonaisfosforipoistumat kosteikossa 1. mittaavuoden aikana 70 ja 67 % ja 2. mittaavuoden aikana 57 ja 53 %

Hovin kosteikon tehokkuus 2007-2009

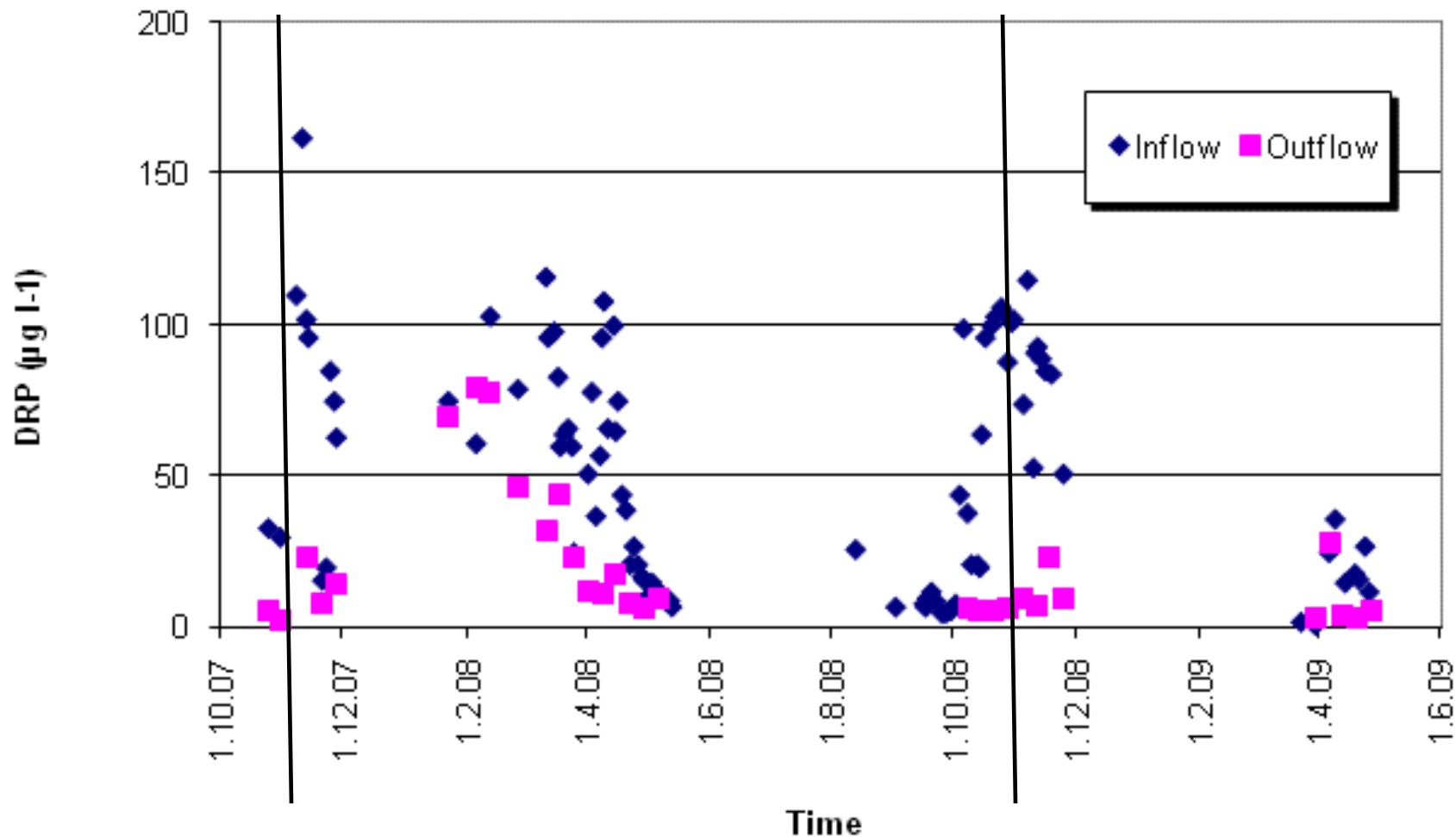
NO₃-N



Nitraattityyppipoistuma **1. mittausvuoden aikana 67 %** ja **2. mittausvuoden aikana 53 %**

Hovin kosteikon tehokkuus 2007-2009

DRP



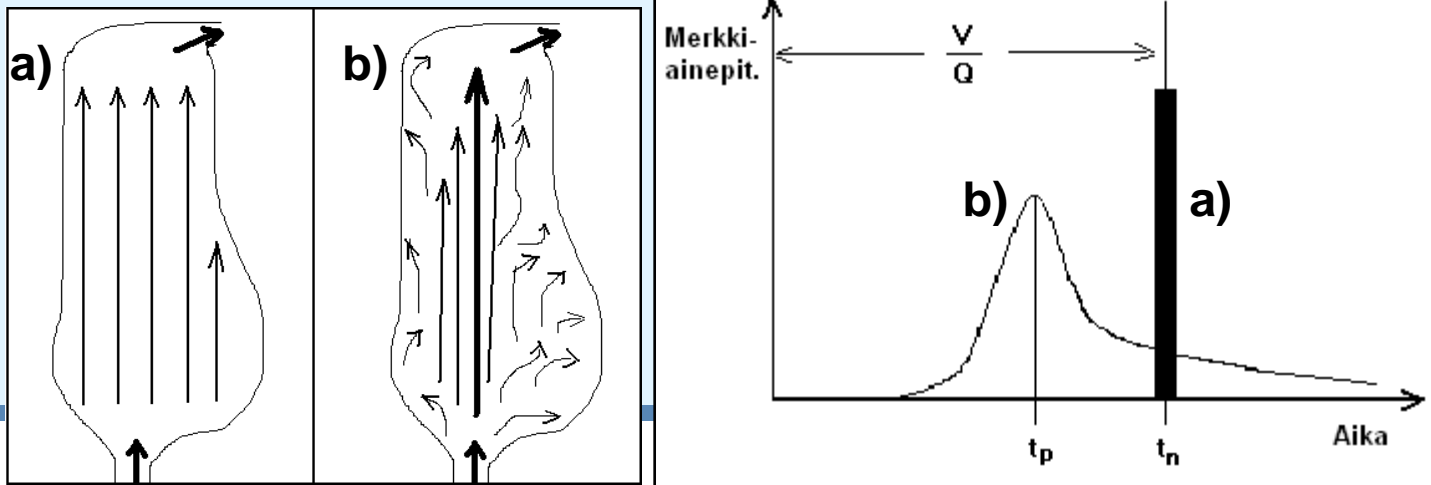
Liunneen fosforin poistuma 1. mittausvuoden aikana 60%

Hydraulinen tehokkuus

- ”Perinteinen” mitoitusparametri: Nimellisviipymä

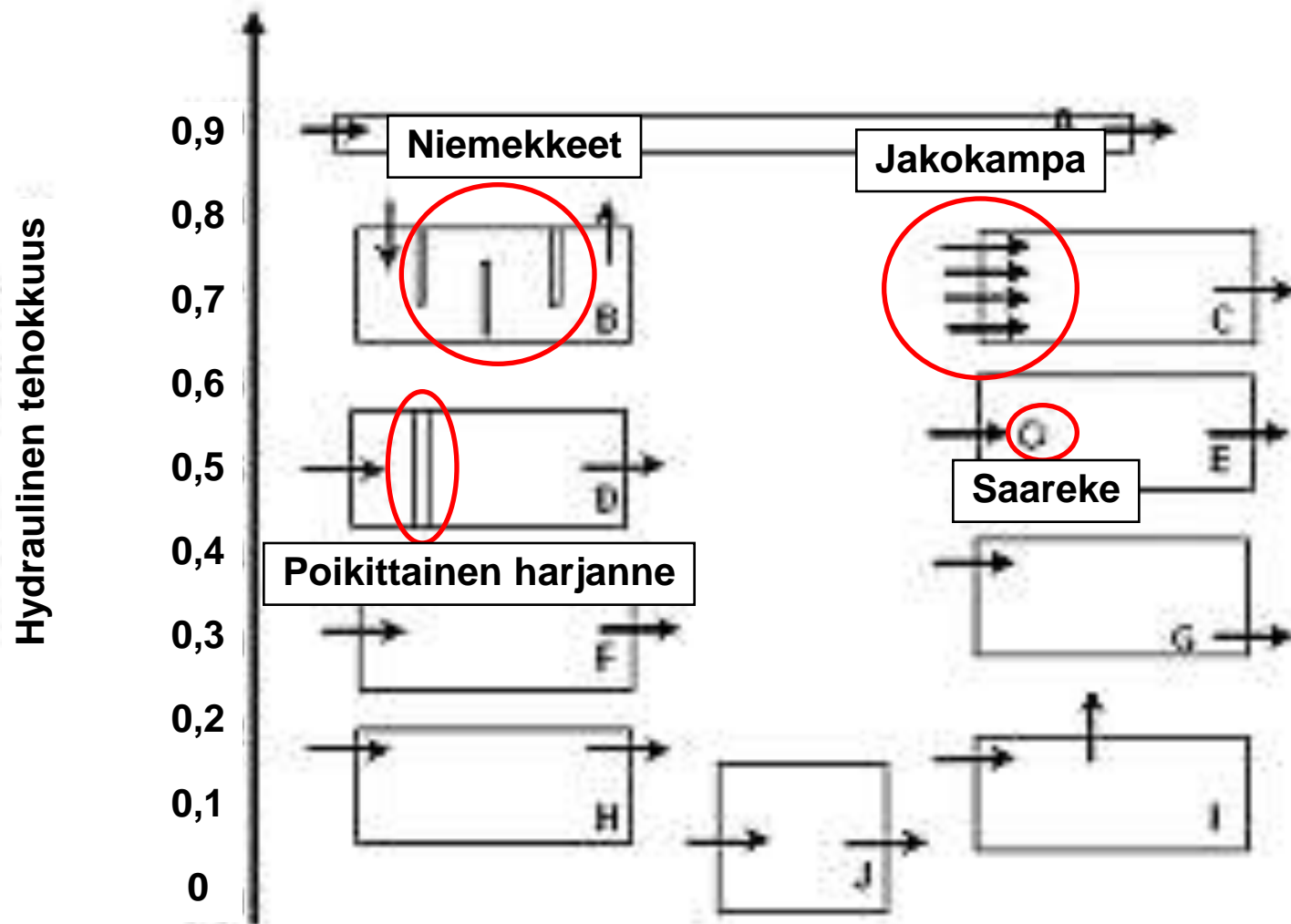
$$\underline{t_n = V / Q} \quad \text{Esim. } 10\,000 \text{ m}^3 / 10\,000 \text{ m}^3/\text{d} = 1 \text{ d}$$

- t_n kuvaa teoreettista tilannetta, jossa kosteikkoon tietyllä hetkellä tuleva vesi virtaisi tasaisesti samalla nopeudella koko virtauksen leveydeltä => putkivirtaus (a)
- Käytännössä vesi virtaa eri nopeuksilla kosteikon eri osissa (b) eli vedellä on viipymäaikajakauma (RTD)



Hydraulinen
tehokkuus
 $= t_p / t_n$

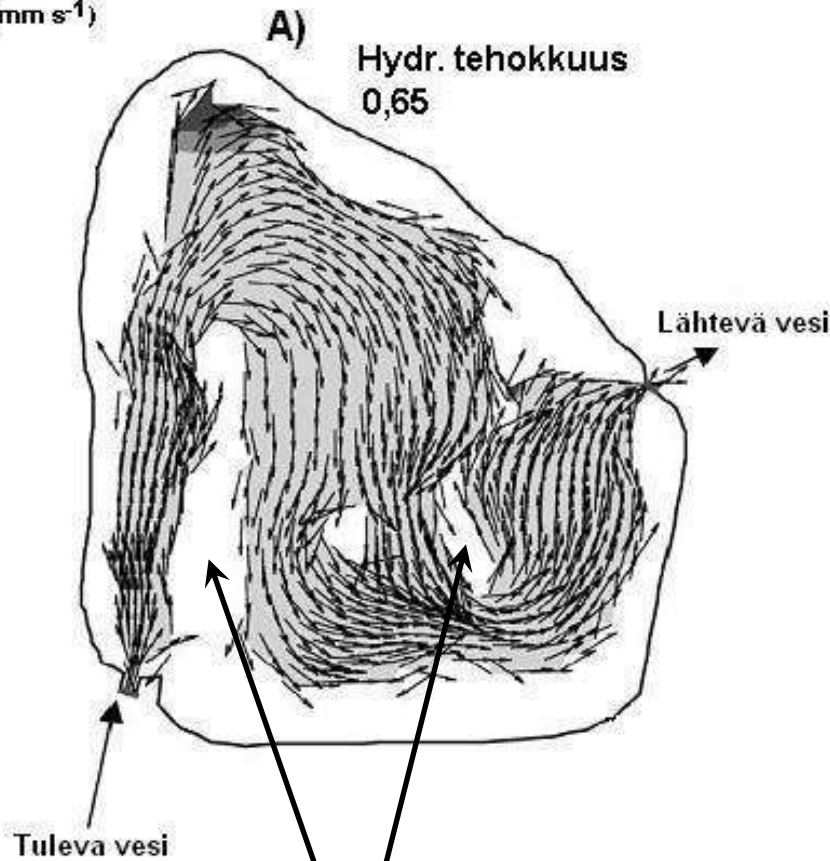
Kosteikon muodon vaikutus hydrauliseen tehokkuuteen



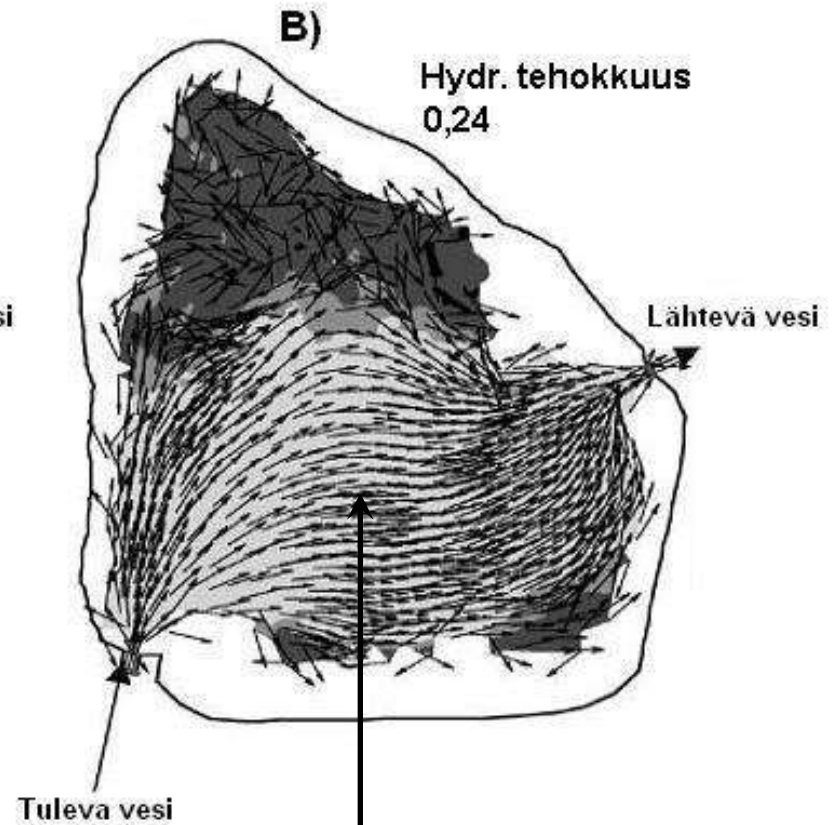
Persson & Wittgren (2003)

Käytännön esimerkki: Hovin kosteikko

Vedennopeus (mm s^{-1})

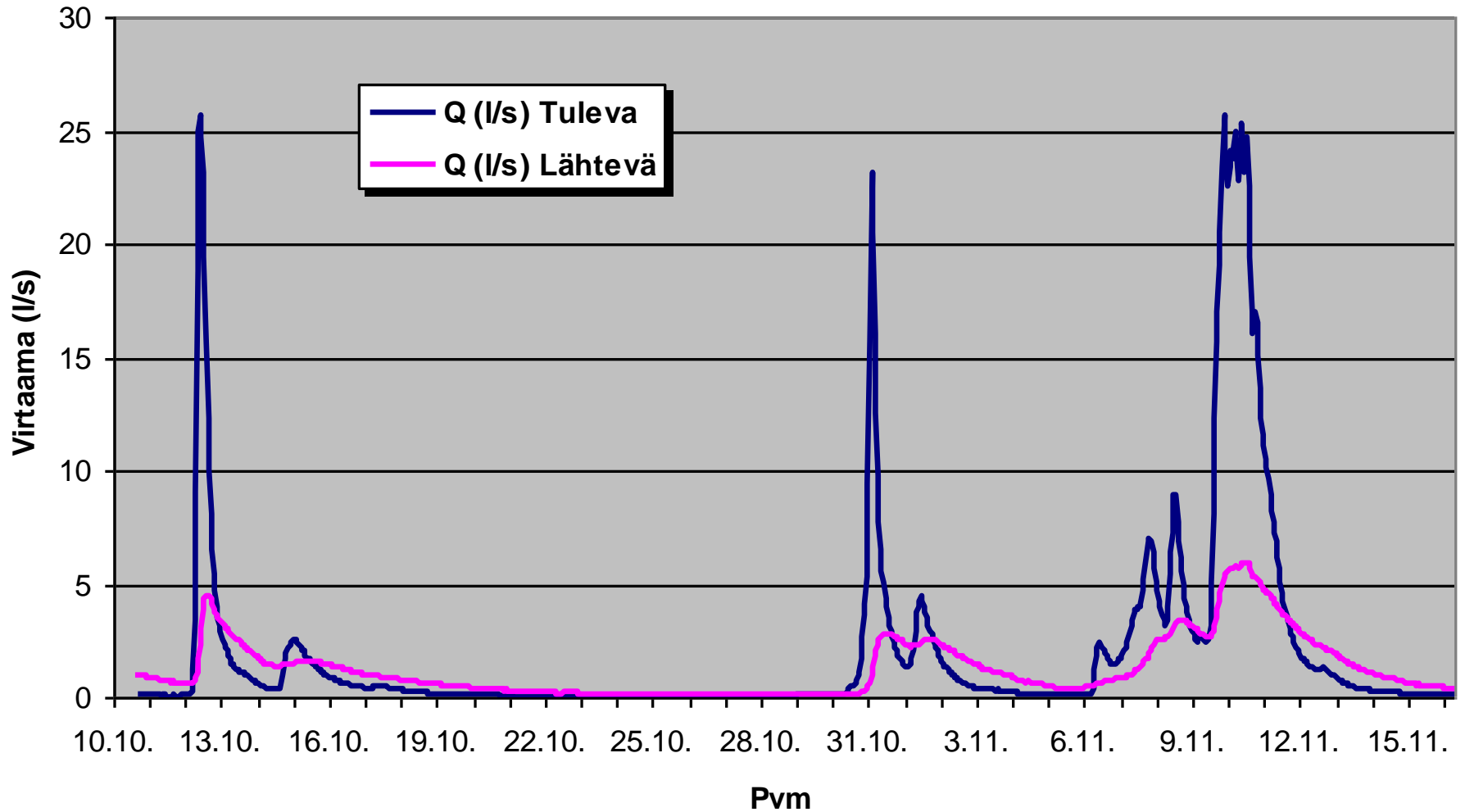


Niemekkeet

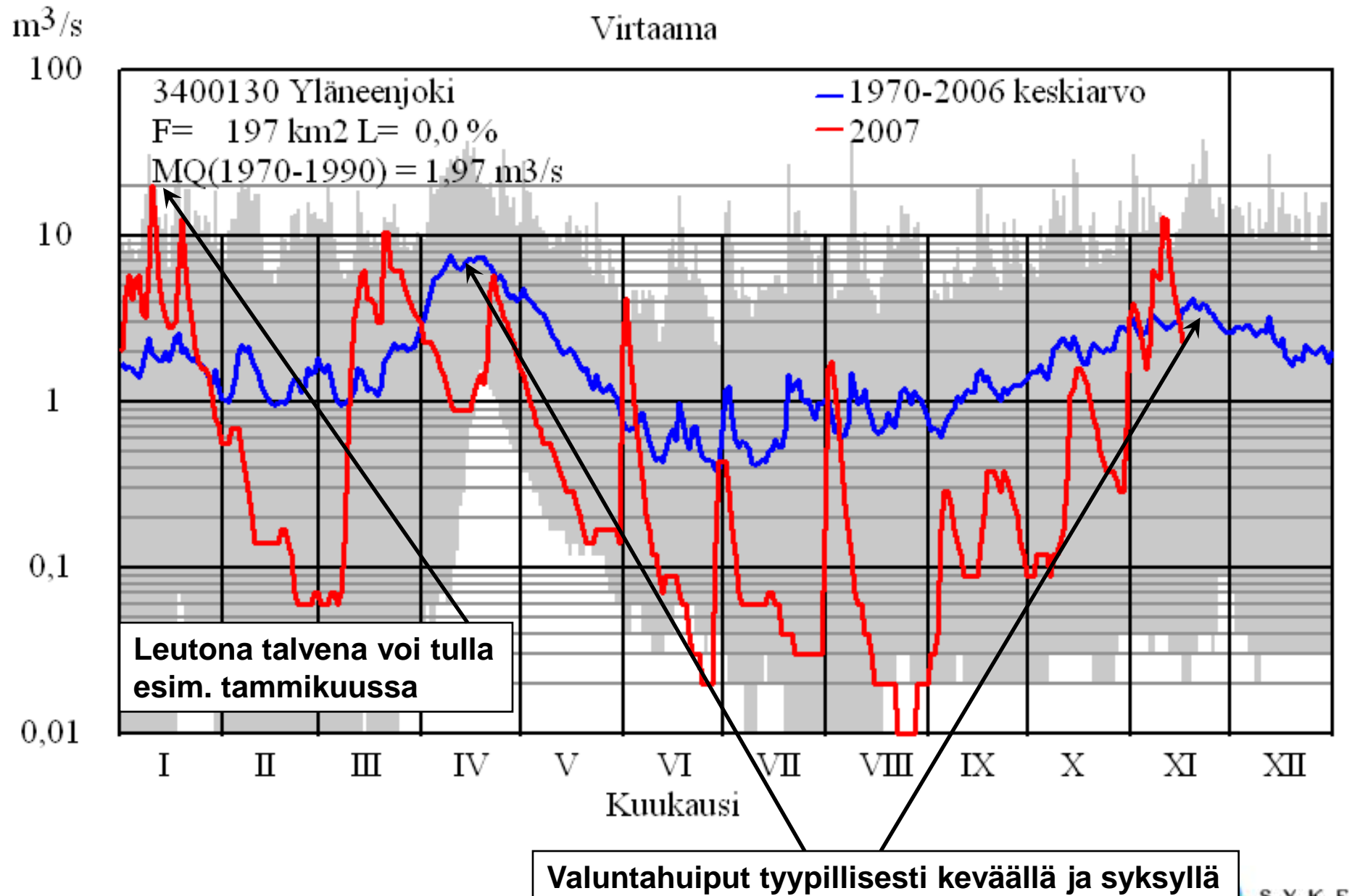


Ei niemekkeitä

Hydrologisesti ja hydraulisesti tehokkaan kosteikon vaikutus valuntahuippuihin



Valunnan jakautuminen



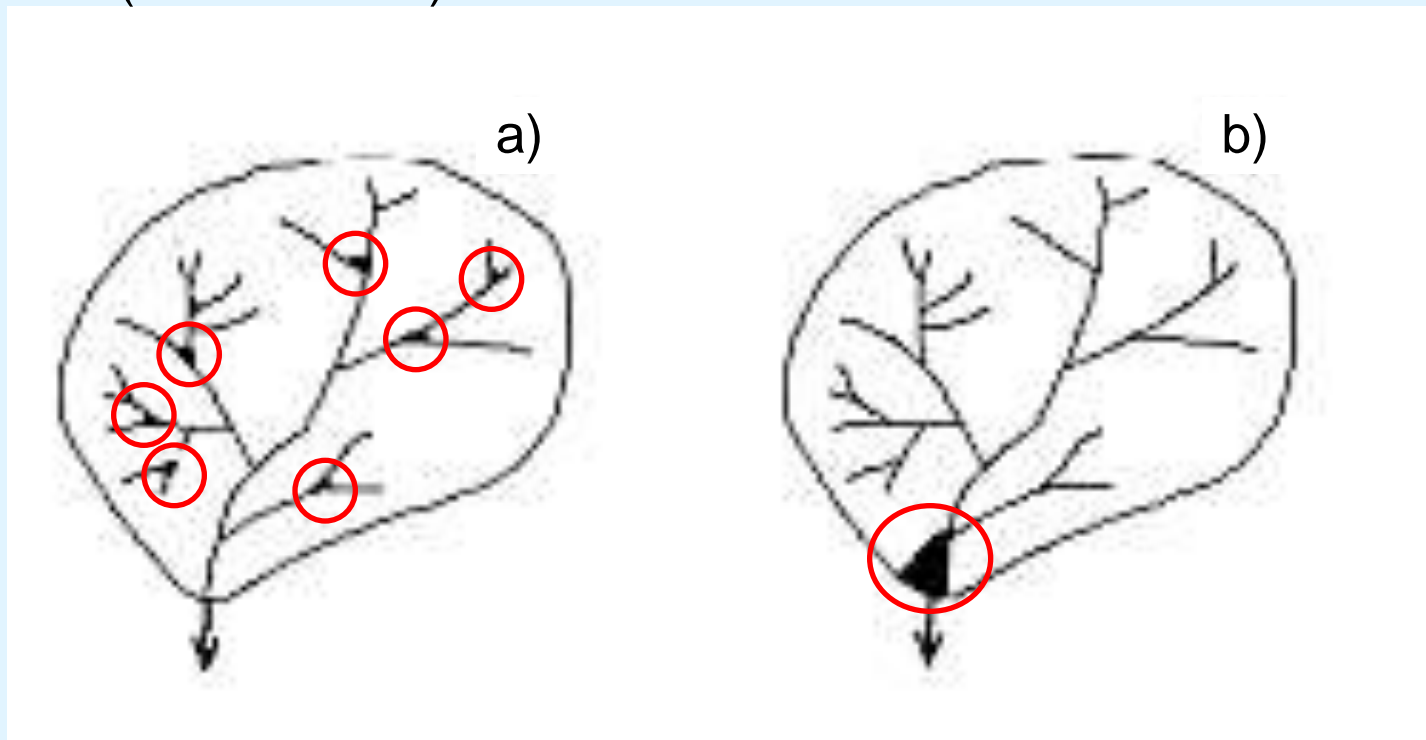
Ilmastonmuutoksen haasteet kosteikkojen suunnittelulle

- Veli Hyvärinen (2004): Talviajan virtaamat kasvaneet selvästi linjan Oulu-Lappeenranta lounaispuolella
 - **Selkein ilmastonmuutokseen liittyvä hydrologinen muutos Suomessa**
 - Entistäkin suurempi osa kuormituksesta tulee kasvukauden ulkopuolella, jolloin
 - Pelloilta tuleva kuormitus korkea, mutta
 - Biologiset ja kemialliset puhdistusprosessit hitaita
 - Alimitoitetuilla kosteikoilla ravinnepoistumat saattavat entisestään pienentyä
- ➔ Kosteikkojen mitoituksen ja muotoilun merkitys korostuu entistäkin voimakkaammin

Kosteikkojen sijoittaminen valuma-alueelle

Perusstrategiat

- Useita pieniä kosteikkoja valuma-alueen latvaosissa
- Yksi (tai muutama) suuri kosteikko valuma-alueen alaosassa



+ helpommin riittävä pinta-ala : valuma-
aluesuhde
+ sopivasti sijoitettuna kuormituslähteet
lähellä → tulevat pitoisuudet korkeat

- tarvitaan useita että vaikutus va-tasolla
riittävä

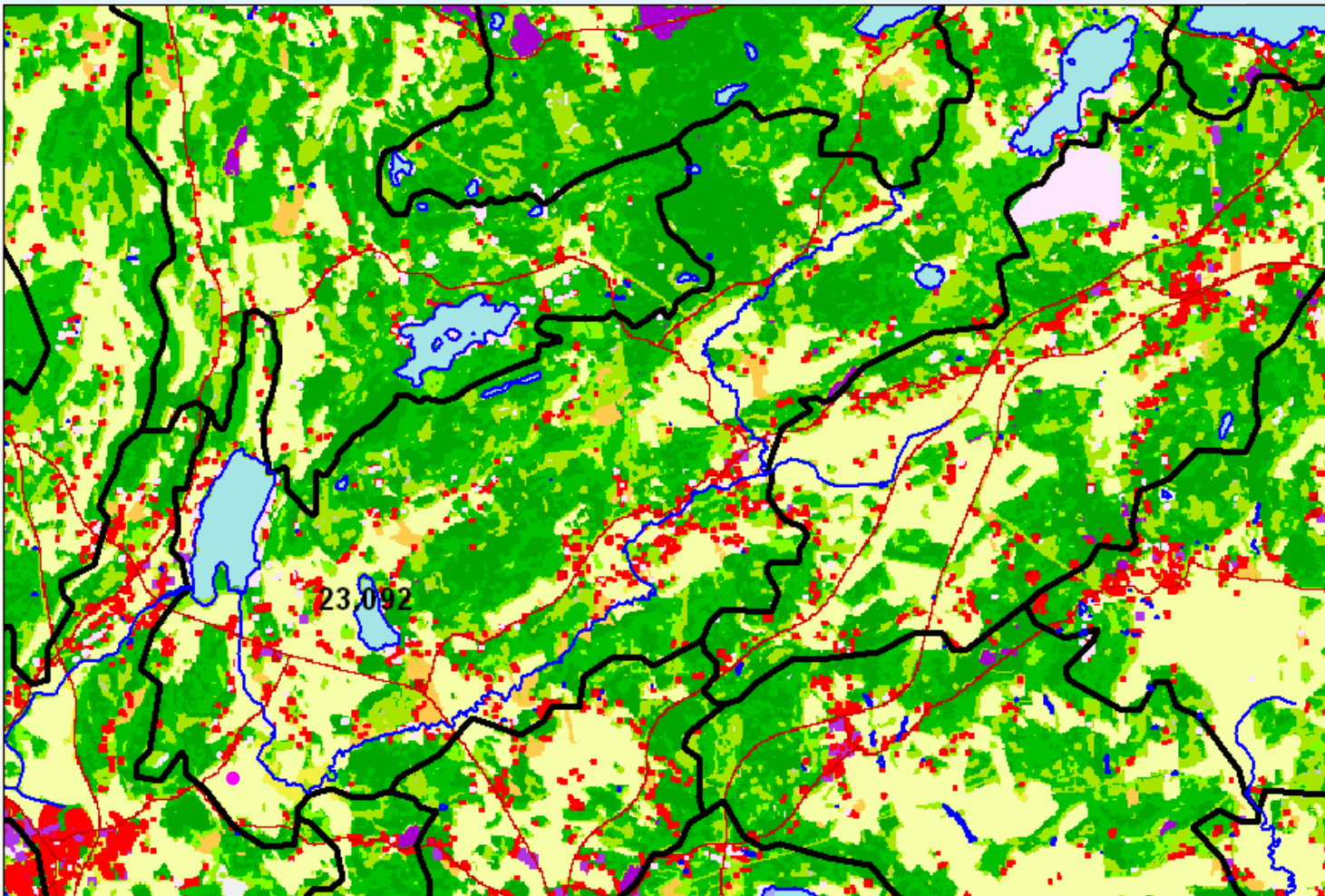
+ jos riittävä mitoitus, saadaan iso osa
koko valuma-alueen kuormituksesta
kerralla käsittelyyn

- tulevat pitoisuudet usein matalat
(laimenemisilmiö)
-riittävän suuren maa-alueen saaminen voi
olla vaikeaa

Kosteikkojen vaikutus valuma-alueetasolla

Esimerkki: Vihtihoen alaosan alue 58 km² (maatalousalueiden osuus 25 %)

- Maatalouden kuormitus (VEPS) n. 2 800 kg P/vuosi ja 21 000 kg N/vuosi
- Hovin kosteikon pinta-ala 0,01 % koko valuma-alueesta
- Hovi pidättää 14 kg P/vuosi ja 170 kg N/vuosi eli selvästi alle 1 % koko alueen maatalouskuormituksesta



→ Jos tällä valuma-alueella haluttaisiin pidättää esim. 20 % alueen maatalouskuormituksesta kosteikkojen avulla, tarvittaisiin n. 30 kpl "Hovin kosteikkoja" eli yhteensä 18 ha (0,31 % koko valuma-alueesta)

Johtopäätöksiä

- Vedenpuhdistusprosessien tehokkaan toiminnan kannalta tärkeät tekijät
 - Viipymä
 - Hydraulinen tehokkuus
 - Monimuotoisuus
- Kosteikot kannattaa sijoittaa alueille, joissa kuormitus on mahdollisimman korkea
- Ilmastonmuutoksen mukana yleistyvät leudot talvet asettavat kovan haasteen maatalouden vesiensuojelulle, myös kosteikkojen suunnittelulle
- Hydrologisesti oikein mitoitettu ja hydraulisesti tehokas kosteikko leikkaa tehokkaasti valuntahuippuja ja toimii tulvien tasaajana
- Kosteikoilla ei voida yksin ratkaista rehevöitymisongelmaa, mutta niillä on oma osansa **kokonaisvaltaisessa vesiensuojelutoimenpiteiden toteuttamisessa**

KIITOS!

