

Helsinki Testbed 06.04.2006

Tuulten ja meriveden korkeusvaihteluiden aiheuttamat virtaukset Töölönlahdessa

Tuomo Karvonen
prof.

Vesitalous ja
vesirakennus/TKK



Laskentamallit

- kahden unkarilaisen Erasmus-opiskelijan diplomityöt
- Peter Kövessi: Investigation of flow and water exchange mechanisms in Töölönlahti, Helsinki
- Karoly Gombas: Investigation of sediment transport processes in Töölönlahti, Helsinki

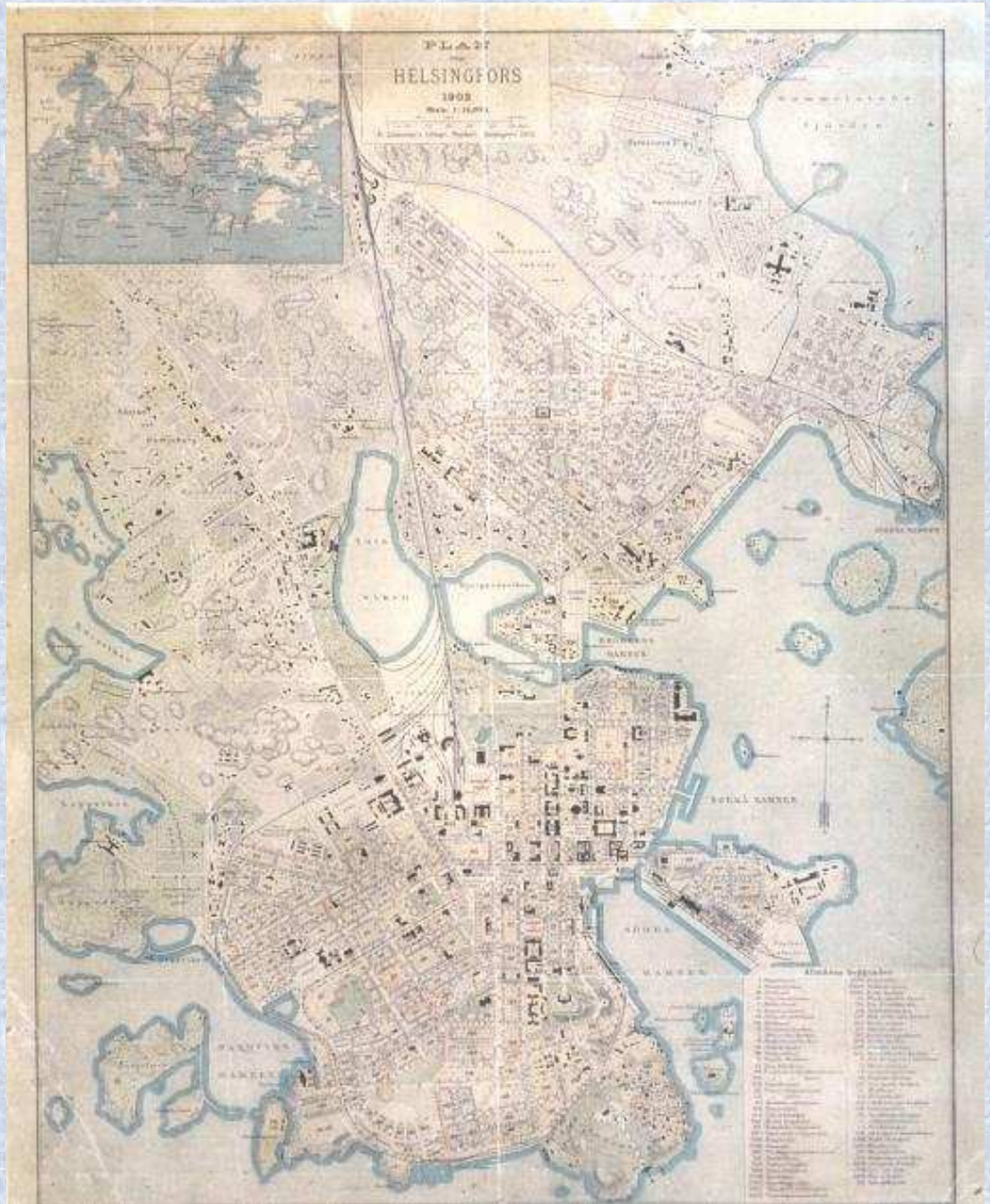
Tausta ja tavoitteet

- Töölönlahden vedenlaadun parantamiseksi Seurasaarenselältä pumpataan kesäaikana 0.5 m³/s lisävettä Töölönlahteen
- Mikä on merenpinnan lyhytaikaisten korkeusvaihteluiden ja tuulten vaikutus Töölönlahden virtauksiin ja veden vaihtumiseen?
- Miten tilanne muuttuu kun lisäveden pumppaus on päällä?

Töölönlahti 1876



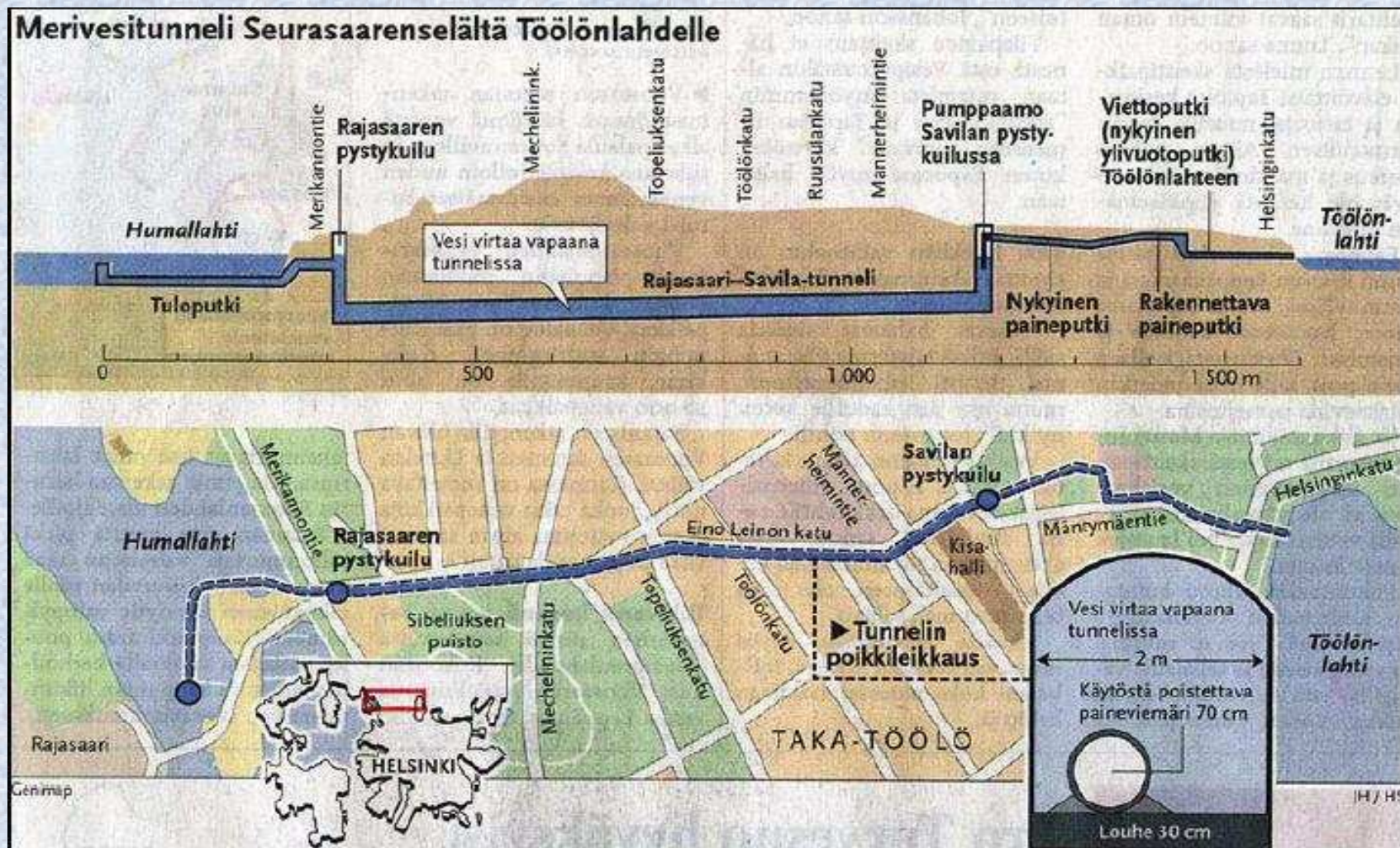
Töölönlahti 1902



Töölönlahti 2005

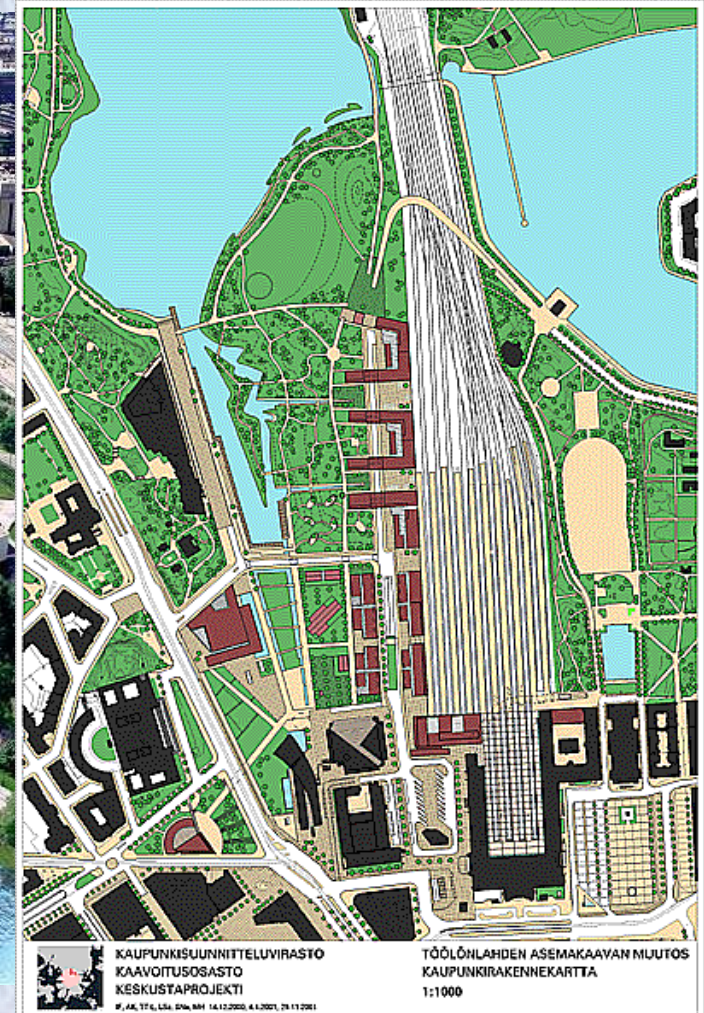


Töölönlahdelle lisävettä Seurasaarenselältä: Pumppaus alkoi v. 2005



4. Figure: pipeline through Helsinki

Visio Töölönlahdesta v. 2015



KAUPUNKISUUNNITELUVIRASTO
KAAVOITUSOSASTO
KESKUSTAPROJEKTI
P. Aik. 1114, Loh. 514a, Hki 16.12.2000, 4.1.2001, 28.11.2001

TÖÖLÖNLÄHDEN ASEMAKAAVAN MUUTOS
KAUPUNKIRAKENNEKARTTA
1:1000

Töölönlahden vedenlaatuun vaikuttavimmat tärkeimmät fysikaaliset tekijät

- Suomenlahden vedenpinnan lyhytaikaisten korkeusvaihteluiden vaikutus
- Tuulten aiheuttamat virtaukset ja niiden vaikutus sedimentin ja siinä olevien ravinteiden vapautumiseen
- Lisäveden pumppaus
- Sedimentin ja vesimassan vuorovaikutus jään alla (happikato ym.)

Lisäveden pumppauksen vaikutus

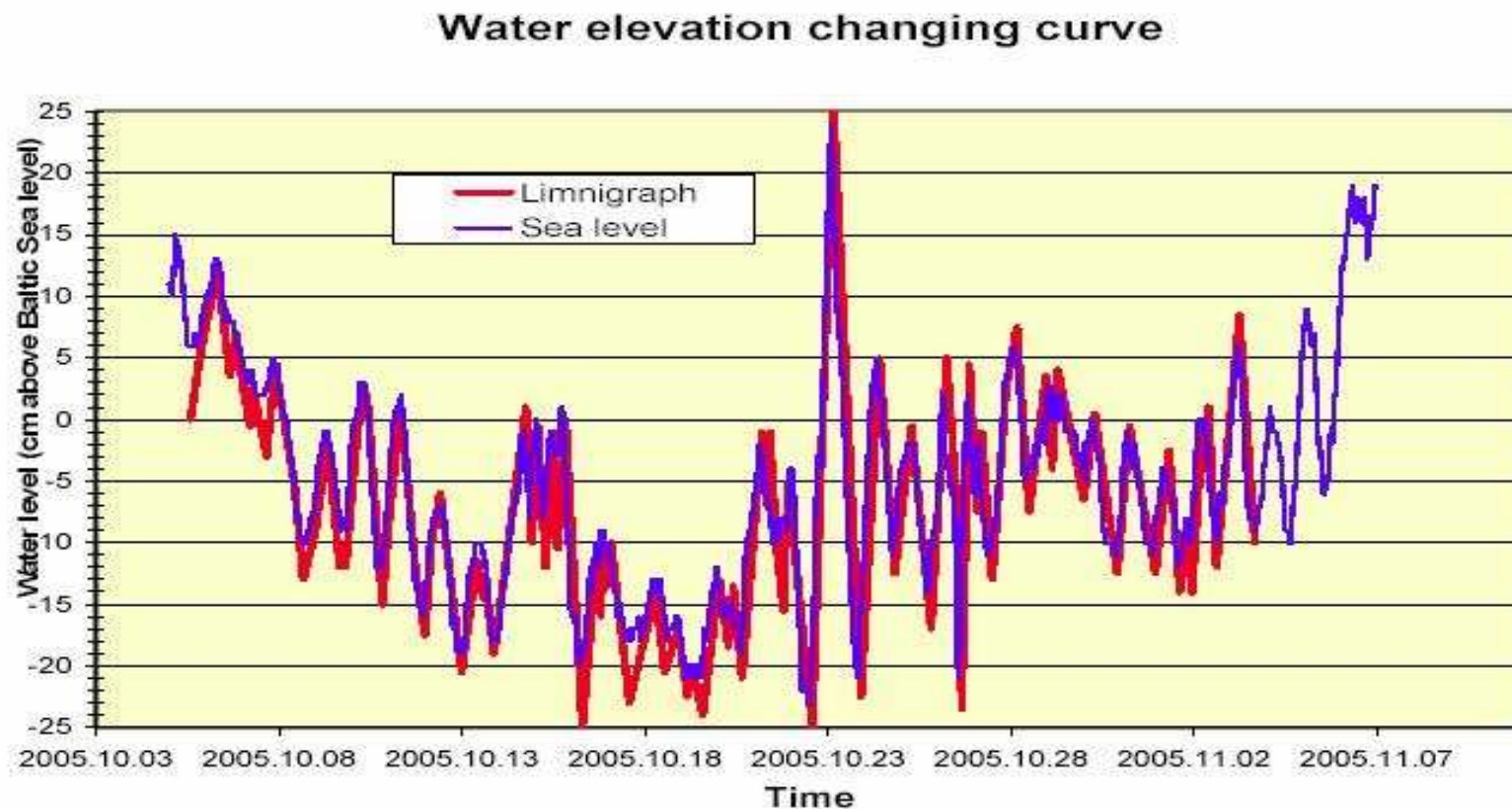
- lisäveden pumppaus $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$
- teoreettinen veden vaihtuvuus on n. kaksi viikkoa (jos Töölönlahti olisi suljettu allas)
- jos pumppaus on päällä koko vuorokauden ajan, niin se aiheuttaa Töölönlahdella vedenkorkeusmuutoksen, joka on n. 0.9 cm/h (20 cm/d)
- pumpattu lisävesi poistuu Eläintarhanlahteen

Suomenlahden vedenkorkeuden vaihtelu

- Merentutkimuslaitoksen mittaukset Suomenlahden vedenpinnan vaihteluista (tuntiarvot)
- tehtiin omia mittauksia Töölönlahden sillan kupeessa



- Töölönlahden ja Suomenlahden vedenkorkeusvaihtelut seuraavat toisiaan hyvin pienellä viiveellä
- Yhden vuorokauden aikana vaihtelu oli mittausjaksolla suurimmillaan 50 cm



16. Figure: comparison if limnigraph and digital sea elevation measurements

Suomenlahden vedenkorkeusvaihteluiden vaikutus veden vaihtumiseen Töölönlahdessa

- tehtiin 3v. tuntihavaintojen (Merentutk. laitos) perusteella todennäköisyysjakauma siitä kuinka mikä on veden virtaussuunta Töölönlahden sillan kohdalla
- ennen pumppausta n. 44 % ajasta vesi virtaa Eläintarhanlahdesta Töölönlahteen ja 56 % ajasta toisinpäin (nousuvaihe nopeampi)
- pumppauksen jälkeen n. 16 % ajasta vesi virtaa Eläintarhanlahdesta Töölönlahteen
- Johtopäätös: Eläintarhan veden laatu vaikuttaa hyvin paljon Töölönlahden veden laatuun myös lisäveden pumppauksen jälkeen

Tuulen nopeuden vaikutus

3.5. WIND DATA – ‘HELSINKI TESTBED’

Töölönlahti acts like a shallow lake. Due to the small depths, the wind can make remarkable effect on the curve field. To stay close to reality the model needs proper wind data. In Helsinki there is a running project in FMI called ‘Helsinki Testbed’. In several stations they are collecting mainly meteorological data inter alia wind direction and wind velocity parameters. For research purpose they allow anybody to use the measured parameters for free. For this project the requested data was released by Jani Poutiainen (FMI Project Assistant) from 1st of August to

17th of August, 2005. This amount of data is not enough to be rush to conclusions and extend the results to the whole year. Proper long-term wind parameter measuring is needed. The observation point is in Kaisaniemi Park near Töölönlahti (**Figure 29**).

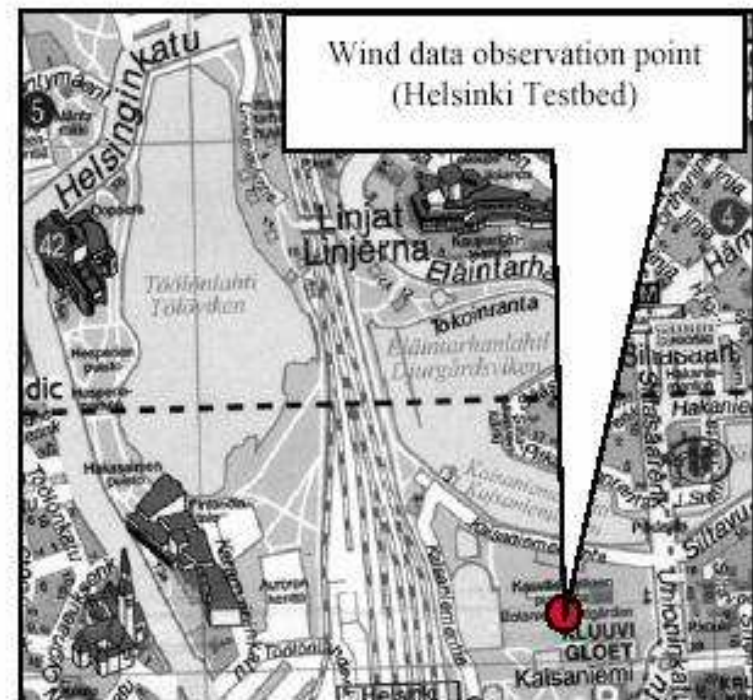
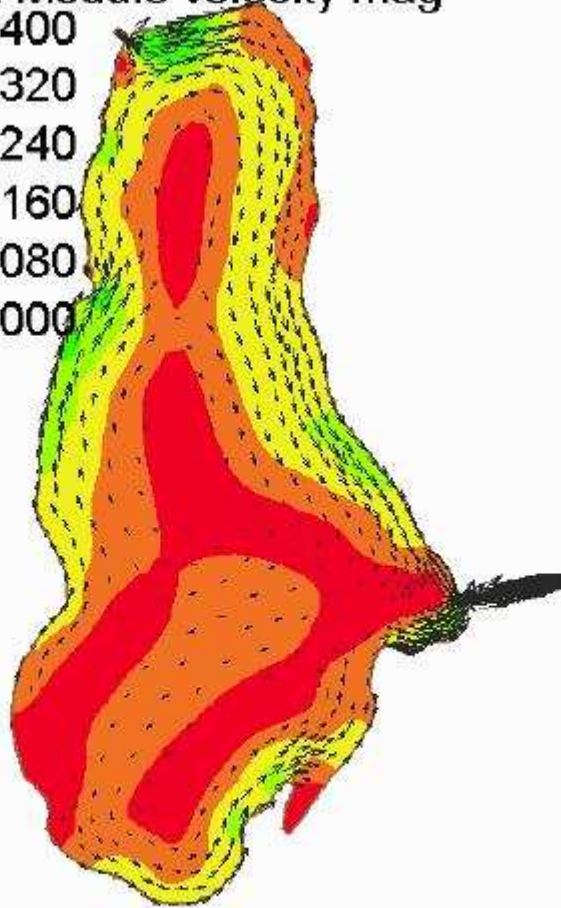
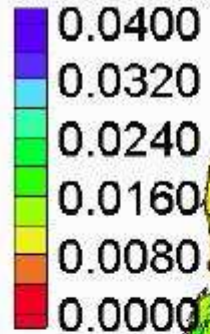


Figure 29 Wind data observation point - Kaisaniemi park

The observation point is in Kaisaniemi Park near Töölönlahti

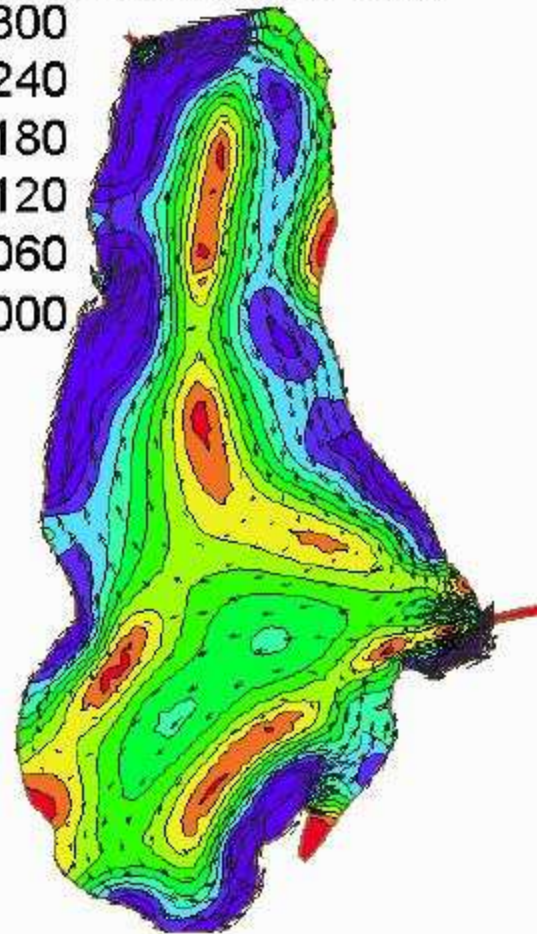
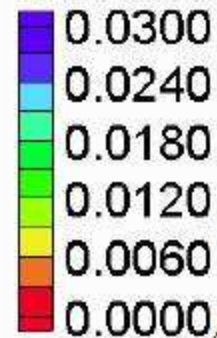
Tuulen vaikutus virtausnopeuksiin Töölönlahdella

Mesh Module velocity mag



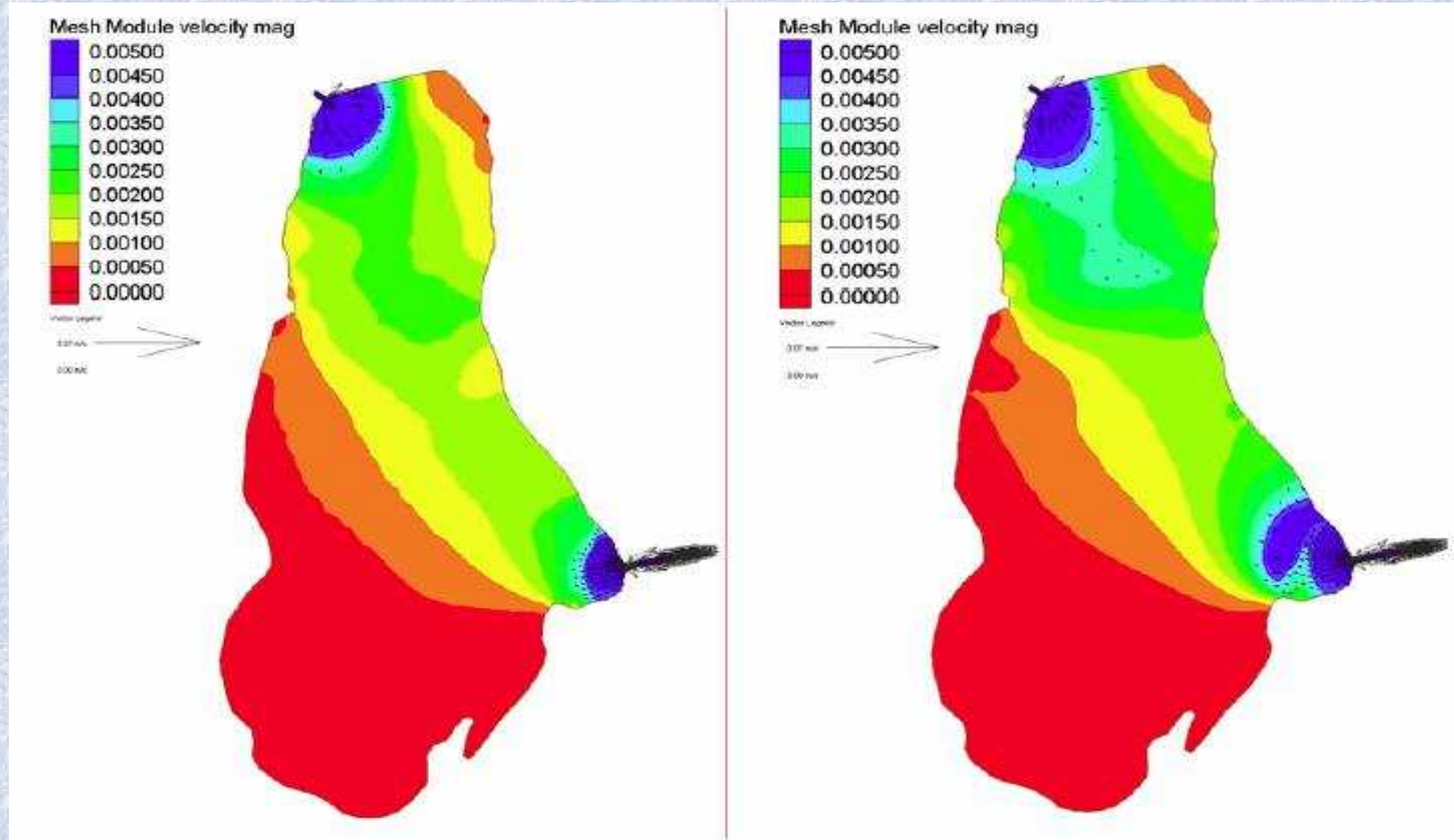
Appendix 6.: wind induced velocity field on the original bathymetry; wind: 247.5°, 3.5 m/s

Mesh Module velocity mag



wind direction 247.5°, wind speed 7 m/s

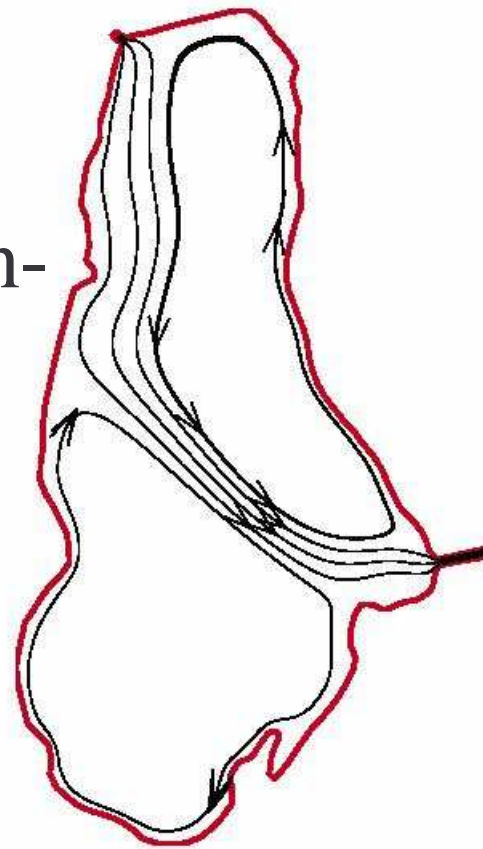
Lisäveden pumppauksen vaikutus virtausnopeuksiin Töölönlahdella



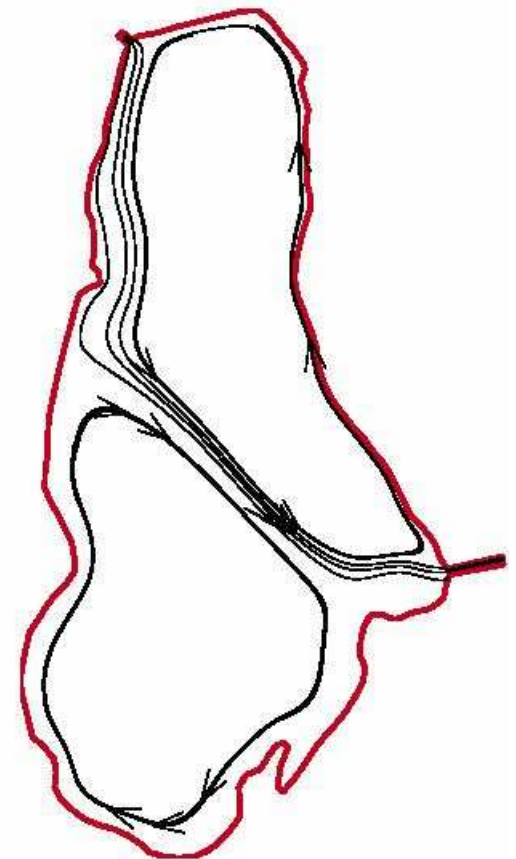
25. Figure: velocity fields generated by pumping $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$

Tuulen vaikutus

- Tuuli voi saada aikaan Töölönlahdessa virtaussilmukoita, jotka vaikuttavat niin, että pumpattu lisävesi ”oikaisee” Eläintarhanlahteen sekoittumatta vesimassaan juuri ollenkaan



56. Figure: wind speed 3.5 m/s



57. Figure: wind speed 7 m/s

Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet

- Eläintarhan veden laatu vaikuttaa hyvin paljon Töölönlahden veden laatuun myös lisäveden pumppauksen jälkeen
- Tuulen vaikutus virtausnopeuksiin on merkittävä: usein jopa suurempi kuin lisäveden pumppauksen vaikutus
- Jatkotoimenpiteet:
 - * tarkennetaan tuulten vaikutusta sedimentin sekoittumiseen
 - * tutkitaan sedimentistä vapautuvien ravinteiden sekoittumista vesimassaan
 - * laaditaan vedenlaadun ennustemalli