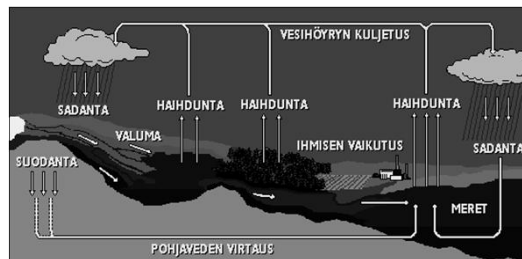


Hydrologia

L1

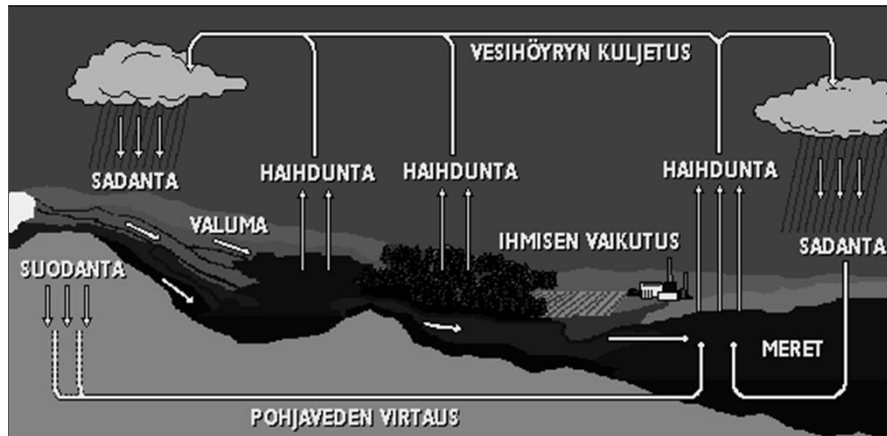
Hydrologian historiaa

Hydrologia?



- Oppi vedestä
- Käsittelee veden fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia, sen esiintymistä, jakaantumista ja kiertoa maapallolla sekä veden yhteyksiä elolliseen ja elottomaan ympäristöönsä
- Tosiasiallisesti vedenkiertokulun eri prosessien ja niiden yhteyksien tutkimusta

Hydrologinen kierto



7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

3

Hydrologian osa-alueet

- Hydrometeorologia
 - ilmakehän vesi: alkuperä, määrä, alueellinen ja ajallinen vaihtelu
 - sateen syntyedellytykset
- Pintavesihydrologia
 - vesi maanpinnalla: alkuperä, määrä, alueellinen ja ajallinen vaihtelu
 - lumen ja jään tutkimus (kryologia)
 - virtavesien tutkimus (potamologia)
 - järvitiede (limnologia)
- Geohydrologia
 - maanalaisten vesien alkuperä, määrä, alueellinen ja ajallinen vaihtelu

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

4

Erikoisaloja

- Hydrometria: luonnonaltaiden vedenkorkeus ja virtaama
- Hydraulikka: veden virtaus luonnon uomissa
- Taajamahydrologia

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

5

Lähestymistavat

- Fysikaalinen
- Sovellettu
- Vesivarojen ja vesihuollon tarpeet keskeisinä
- Bio- ja ympäristötieteiden linkit

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

6

Valuma-alue hydrologisen systeemin perusosana

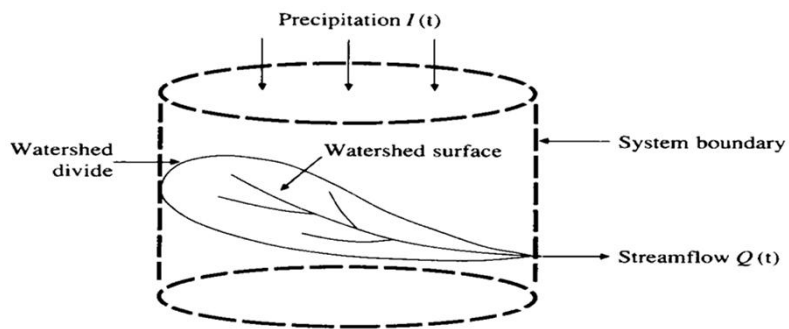


FIGURE 1.2.3
The watershed as a hydrologic system.

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

7

Hydrologisen kierron käsitelmä

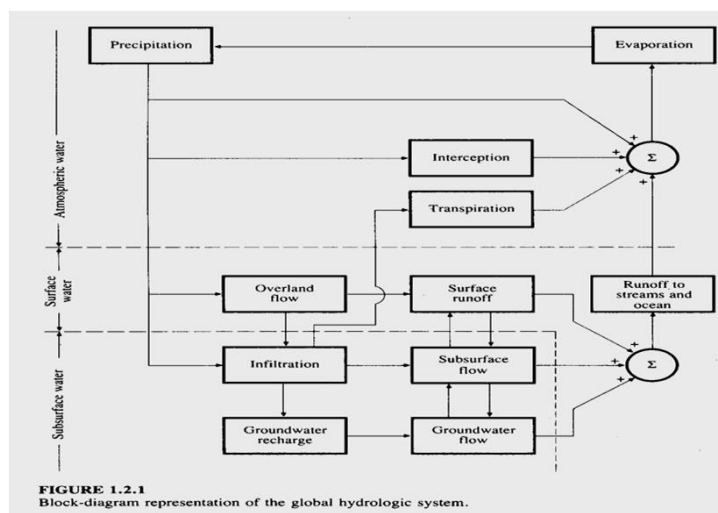


FIGURE 1.2.1
Block-diagram representation of the global hydrologic system.

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

8

Suureiden lyhenteitä

Suure	Lyhenne	Yksikkö
Sadanta	P	mm/vrk, mm/h
Haihdunta	E	mm/vrk, mm/h
Suodanta	I	mm/vrk, mm/h
Valunta	R	mm/vrk, mm/h
Virtaama	Q	m ³ /s, l/s
Vedenkorkeus	W	m

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

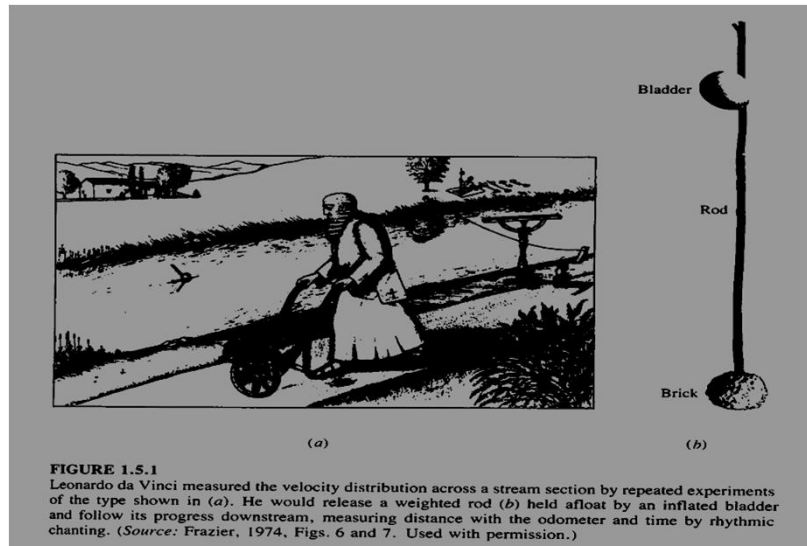
9

Esihistoriaa



Vuosi	Paikka/hlö	Asia
tuhansia v. eKr	Mesopotamia, Egypti, Kiina	Kanavia, kastelualtaita
	Persia	Vesijohtoja
n. 1000 eKr.	Kreikka: Homeros, Thales, Plato ja Aristoteles	Jonkinlainen idea veden kierrosta
312 eKr. ...	Rooma	Akveduktit
1400-1500 l.	Leonardo da Vinci ja Bernard Palissy	Hydrologisen kierron pääpiirteet
1608...1680	Pierre Perrault	Seinelle $Q=f(P)$, imeytymismekanismit
1620...1684	Edme Marriotte	Lähteiden synty, virtausnopeuden määrittäminen
1656...1742	Edmond Halley	$E_{\text{men}} \cong Q_{\text{joet}}$ Välimeri
1718-98	Antoine Chezy	Virtausvastustutkimukset
1757...1837	Woltman	1. Siivikko
1802	Dalton	$E=f(e_{\text{vesih}})$
1855	Francis	patokaava
1861	Humphreys&Abbot	Q Missisippillä
1869	Ganquillet ja Kutter	Kitkakertoimien arvoja Chezyn kaavaan
1856	Darcy	Suotautumislaki
1863	Dupuit	Kaivoyhtälö

Leonardo da Vinci ja Q-mittaus



Tieteellinen hydrologia

- Hydrologisia toimistoja eri maihin 1890-luvulla
- International Association of Hydrology 1922
- Kvantitatiivinen hydrologia 1930-luvulta
 - Sherman 1932: yksikkövaluntakäyrä
 - Horton 1933: imeytymisteoria
- Sadantaa ja haihduntaa käsittelevä hydrometeorologia 1940-luvulta
- Tietokoneiden kehityksen myötä monimuuttujamenetelmät rutiinikäyttöön
- 1961 Standfordin yliopiston valuntamalli
- 1970- voimakasta kehitystä, joka liittyi sekä mittaus- että laskentamenetelmien kehitykseen

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

12

Hydrologian historiaa Suomessa

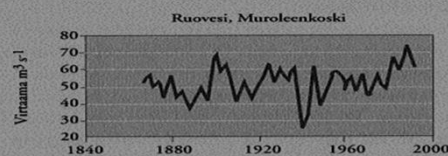
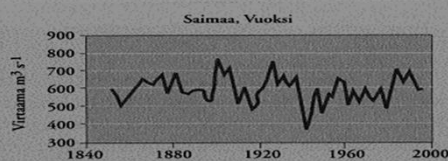
- Ensimmäiset kvantitatiiviset havainnot: Tornionjoen jäänlähtöajat vuodesta 1693 lähtien
- Lääk. tiet. prof. Johan Leche Turussa alkoi tehdä meteorologisia havaintoja v. 1748 (sadanta, ajoittain myös Aurajoen vedenkorkeus)
- Lechen jälkeen jatkui aina Turun paloon asti (1827)
- Virtaamamittauksia 1700 luvulla (pintakoho). Vuonna 1819 prof. Hälströmin kirje virtaamamittauksesta
- Ensimmäiset jokien vesimäärämittaukset siivikoimalla v. 1860-luvulla

7.1.2013

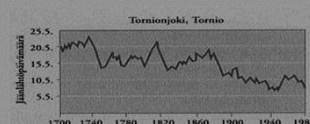
WETA150 Hydrologia
T.Huttula

13

Pisimmät aikasarjat Suomessa



Kuva 5-1. Kahden Suomen pisimmän virtaamahavaintosarjan painotettu, viiden vuoden liukuva keskiarvo. Näsijärveen laskevan Muroleenkosken sarja edustaa tyypillistä, koko Etelä- ja Keski-Suomessa havaittavaa virtaaman lisääntymistä sadan vuoden aikana. Vuoksen Tainionkosken sarjan suuret virtaamat 1800-luvulla johtuvat erityisesti liikakaskeamisesta, jonka seurauksena metsät hävisivät 1800-luvun alkupuoliskolla laajoilta alueilta Vuoksen vesistössä. Tällöin haihdunta pieneni ja Vuoksen virtaama kasvoi noin $30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ vuosikymmenten ajaksi.



Kuva 5-2. Tornionjoen jäänlähtö keväinä 1693-1995 viidentoista vuoden liukuvana keskiarvona. Tämä on maailman pisin, lähes yhtenäinen jäänlähden seuranta.



Kuva 1-9. Zachris Topelius tarkistamassa sademittaria tilallaan Sipoossa noin vuonna 1890. Pitkien havaintosarjojen takana on monien sukupolvien työ. Vanhat havainnot eivät kuitenkaan ole suoraan verrattavissa nykymittauksiin. Esimerkiksi kuvan sademittari aliarvioi lumisateen 20-40 prosenttia pienemmäksi kuin nykyiset mittarit.

Varhaisimmat organisaatiot

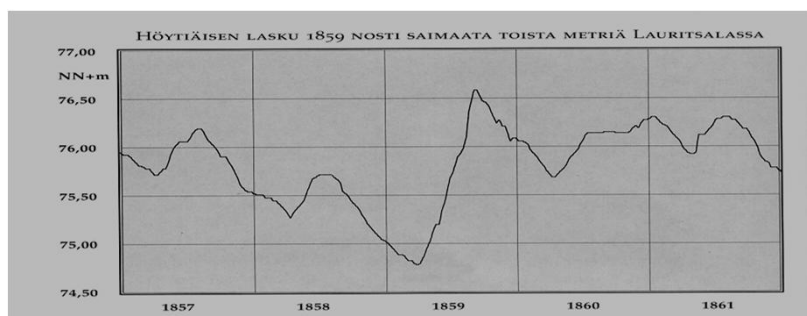
- Leche (1761): havainnot pitäisi saada valtiolliselle laitokselle
- Suomen Tiedeseura (1846) käynnisti klimatologiseen seurantaan kuuluneet sadehavainnot. Myöhemmin ne siirrettiin Ilmatieteen laitokselle
- Järvenlaskut ja koskienperkaukset 1700-luvulta yksittäisinä valtion ja kyläkuntien hankkeina
- 1799 perustettiin Kuninkaallinen Suomen Koskenperkaustoimikunta (Kokemäenjoki)
- Keisarillinen koskenperkaus- ja kanavatöiden johtokunta v. 1816
- Venäläisaikana paljon kanavatoita, joihin liitettiin vedenkorkeushavainnot

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

15

Järvien lasku johti yllätyksiin



Pahin katastrofi oli kuitenkin vielä edessä. Höytiäinen on suurehko järvi, pinta-alaltaan nykyisin noin 280 km². Vuonna 1859 sen vedet murtautuivat kanavatyömaan lävitse, jolloin noin 800 miljoonaa kuutiometriä vettä purkautui lyhyessä ajassa Oriveteen. Höytiäisen pinta ale ni lähes 10 metriä, vesijättömaata jäi paljaaksi noin 17 000 hehtaaria. Oriveden rannoilla taas koettiin tuhotulva, joka pitk in Saimaata levitessään vähitellen vai meni.

7.1.2013

16

Hydrografinen toimisto



- 1890-luvulla perustettu erillisiä hydrologisia tutkimuslaitoksia
- Itävalta 1894 esimerkkinä monelle maalle
- Suomessa v.1899 suurtulva → suuret vahingot → perustettiin komitea, joka totesi: 'Havainnot vaillinaisia!'. Suosittelee perusteellisimpia hydrologisia selvityksiä → hydrografisen toimiston perustaminen

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

17

Hydrografinen toimisto..

- Tie- ja vesirakennushallinnon yhteyteen
- Aloitti v. 1908
 - 118 vedenkorkeusasemaa → kasvoi muutamassa vuodessa 300:aan
 - Nopeasti myös vilkasta jokien virtaamamittaustoimintaa
 - v. 1920 lähtien Hydrologinen vuosikirja kattoi koko maan
- Jatko vanhalla nimellä vuoteen 1960 saakka → Hydrologinen toimisto

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

18

Muut organisaatiot

- V.1928 Maataloushallitukseen alla aloitti 'Kulttuuritekniisten tutkimusten havaintoverkosto'
- Vihdin koeasema v. 1938
- Pienet valuma-alueet (alle 200 km²), Pentti Kaitera, Seppo Mustonen
- Maataloushallituksen insinööriosastolle 'Maa- ja vesiteknillinen tutkimustoimisto'

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

19

Vesihallitus v. 1969-1984

- Hydrologian toimisto
Vesientutkimuslaitoksessa, johon kerättiin sekä TVH:n että MMM:n yksiköt
- Q, W, pienet valuma-alueet, aluesadanta, pohjavesi, järvihaihdunta, virtaustutkimukset (v. 1973)
- Aluksi myös vesikemia, sitten se vesitutkimustoimistoon

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

20

Ympäristöministeriön aika v. 1984-1995

- Vesihallitus sen alaisuuteen → vesi- ja ympäristöhallitus
- Osa (vesivara-asiat) jäivät MMM:n alaisuuteen
- Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitos
- Hydrologian toimisto säilyi

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

21

Ympäristöministeriön aika v. 1995-

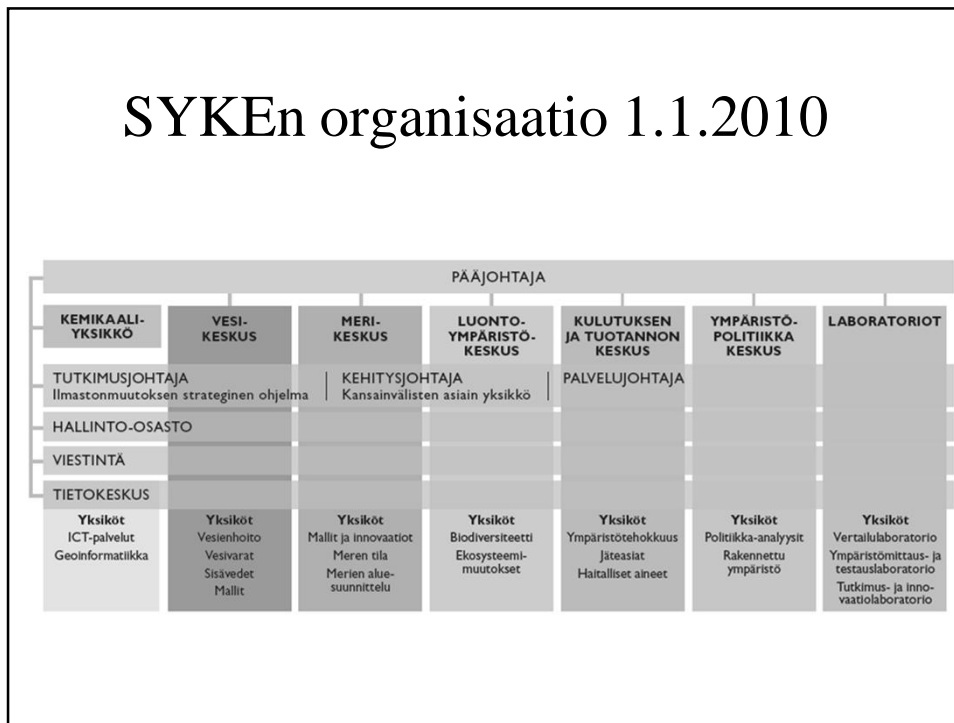
- SYKE = Suomen ympäristökeskus, tutkimus- ja kehityskeskus <http://www.ymparisto.fi>
- Ei valvova, ei enää osastoja, tilalle toiminnallisia yksiköitä eli ohjelmia
- Hydrologiset seurannat 'Ympäristön tila'-tulosityksikössä
- Tutkimusprojektit muihin yksiköihin
- v. 1998 Hydrologiset seurannat vesivarayksikköön
- v. 2003 Hydrologian yksikkö perustettiin uudelleen
- v. 2010 Hydrologinen seuranta Vesikeskuksen Sisävesiyksikköön, mallinnus Malliysikköön

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

22

SYKEN organisaatio 1.1.2010



Malliyksikkö VMA

- Yksikön vastuualueeseen kuuluvat vesistömallijärjestelmä, hydrauliset mallit, huuhtoutumis-, järvi- ja meri- sekä habitaattimallit. Yksikön vastuualueella ovat myös hydrologiset ennusteet, varoitukset ja ilmastonmuutosarviot.
- Kolme ryhmää
- Noin 40 työntekijää, 11 Jyväskylässä, loput Helsingissä

7.1.2013

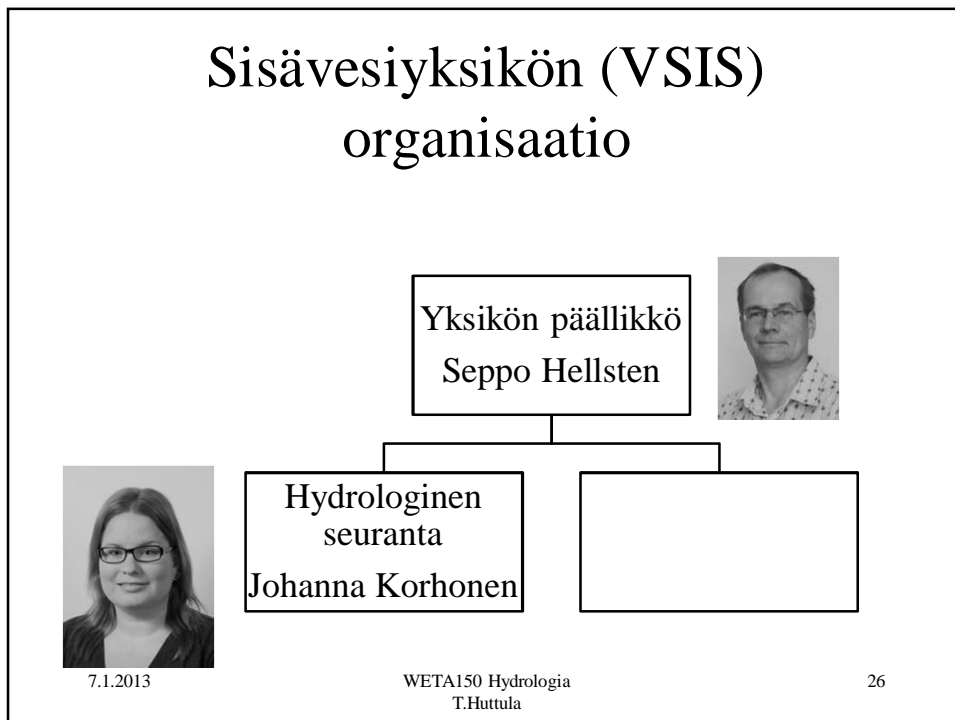
WETA150 Hydrologia
T.Huttula

24

VMAn organisaatio



Sisävesiyksikön (VSIS) organisaatio



Hydrosfäärin fysiikkaa HY:ssä

- Fysiikan prof. Homen (1858-1923)
- Geofysiikan opetus alkoi v. 1947, Henrik Renqvist (1883-1953) vastasi hydrologiasta
- Allan Sirenin väitös, v. 1951
- Geofysiikka siirrettiin meteorologian laitokselle 1957, Lauri Vuorela
- Geofysiikan prof. 1966 ja laitos v. 1967
- Vesivaipan opetus: prof. Simojoki, Palosuo, Virta, Leppäranta, Huttula, Beckmann, Rudels
- Veden kiertokulun ja siihen liittyvien prosessien opetus
- Biologian ja limnologian 'tausta'-tietoa
- Hydrobiologisten prosessien säätelijä

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

27

TKK ja Aalto Yliopisto

- Korkeakoulu vuodesta 1809, maatalouden ja vesivarojen hoidon opetusohjelma (I.A. Hallakorpi). Prof. v:sta 1925-1942
- Pentti Kaitera v. 1942-1975, maatalouden vesivarat, 1960 luvulla hydrologian professuuri
- Jussi Hooli 1975-1983, painopiste vedenlaadussa
- Pertti Vakkilainen 1983-2009, ihmisen toiminnan vaikutus hydrologiseen kiertoon
- Tuomo Karvonen 1994-2009, maavedet
- Olli Varis 2010 -, globaalihydrologia
- Harri Koivusalo 2010 -, pintavedet
- Riku Vahala, 2009 -

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

28

Oulu ja TTY

- OY/Tekninen tiedekunta:
 - 1961-65 Matti Wäre
 - 1967-72 Kauko Niinivaara
 - 1973-78 Jussi Airaksinen
 - 1982-1998 Jussi Hooli
 - 2002- Björn Klöve
- TTY
 - 1980 ja 90-luvulla aktiivista vesihuoltotekniikan opetusta: prof. Matti Viitasaari, prof. Jouko Peltokangas
 - Post graduate course for water engineering and sanitation
 - Training programme for Namibian Students

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

29

Hydrologista tietoa käyttävät

- Vesialan konsultit: Pöyry Environment Oy, Ramboll Oy
- Fortum Oyj: Säännöstely ja voimaloiden käytön optimointi, useita tutkimushankkeita
- Kemijoki Oy: Säännöstely ja voimaloiden käytön optimointi, useita tutkimushankkeita
- Tielaitos: pohjavesien suojele, pengerrysten suunnittelu
- Kunnat: ympäristönsuojele, järvikunnostukset

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

30

Kehitysmaahankkeita

- Mekong River Comission: WUP/A, 10 milj. USD
- MRC: Tonle Sap-järvi 4 milj. USD
- Ympäristön tilan monitorointi Kirgisiassa (useita hankkeita)
- Petsora-joen valuma-alue
- Valko-Venäjä-hankkeet
- Nepalin vesivarahankkeet

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

31

Lisää hankkeita

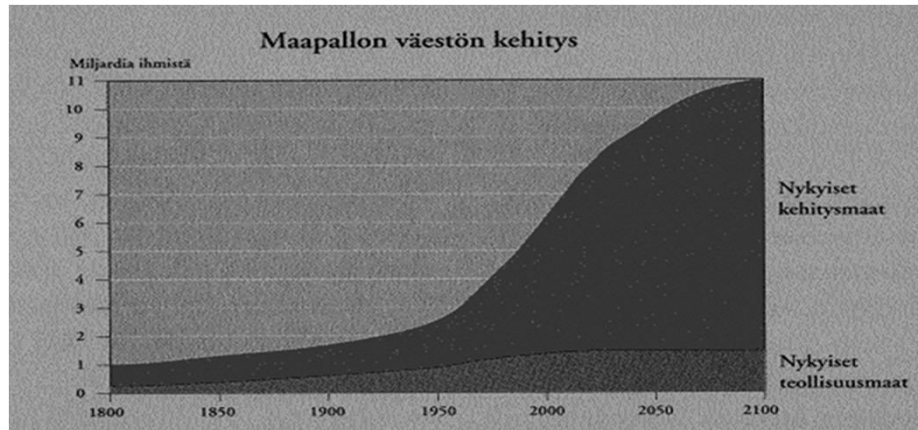
- TACIS: Peipsi-järven tilan arviointi ja kunnostus
- Mekong River Comission WUP/B ja C
- Kaspian meren tilan ennustaminen ja rantojen tulvasuojelu
- Tanganyika-järven kalastuksen kehittäminen ja valvonta/ADB

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

32

Veden tarve kasvaa



7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

33

Ilmasto muuttuu ja arviointitarve kasvaa

Taulukko 5-1. Virtaaman muutokset SILMU:n keskiskenaariolla vuodelle 2100. Tulokset on laskettu HBV-mallilla.

	Etelä-Suomi %	Pohjois-Suomi %
Keskivirtaama	+1 ...+10	+2
-järvireiitit	-1 ...-6	
Keskiylivirtaama	-21 ...-60	-32
-järvireiitit	+3 ...+17	
Talvialivirtaama	+33 ...+300	+61
Kesäalivirtaama	+12 ...-194	-20

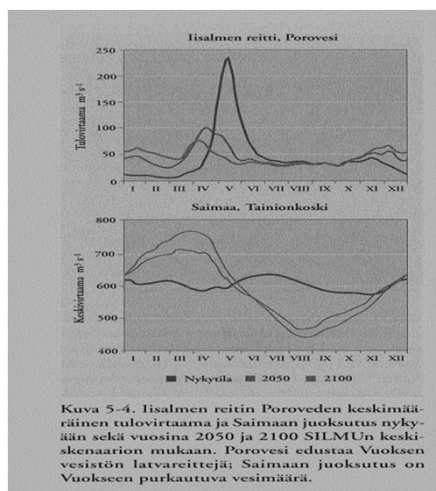
Taulukko 5-2. Vesitaseen muutokset SILMU:n keskiskenaariolla vuodelle 2100. Tulokset on laskettu HBV-mallilla.

	Etelä-Suomi mm	Pohjois-Suomi mm
Sadanta	+75 ...+80	+80
Maahaidunta	+57 ...+82	+74
Järvihaidunta	+124 ...+180	
Valunta maa-alueet	+4 ...+22	+10
Valunta järvalueet	-2 ...-10	
Lumen suurin vesiarvo	-70 ...-100	-110
Maankosteus kesällä	-9 ...-18	-10

7.1.20

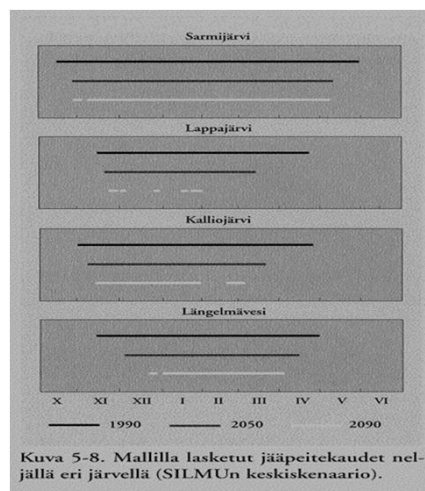
34

Virtaaman vuotuinen kulku muuttuu ja jääpeiteaika lyhenee



7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula



35

Lisää tietoa hydrologiasta

- Hydrologia ja vesivarat
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=414256&lan=FI>
- Ajankohtainen vesitilanne
- <http://www.ymparisto.fi/vesitilanne>

7.1.2013

WETA150 Hydrologia
T.Huttula

36