

VEDEN KIERTO
Hydrologinen palvelu Suomessa 1908–2008

THE WATER CYCLE
Hydrological service in Finland 1908–2008

VEDEN KIERTO

Hydrologinen palvelu Suomessa 1908–2008

THE WATER CYCLE

Hydrological service in Finland 1908–2008

Toimittanut • *Edited by*

Esko Kuusisto

Suomen ympäristökeskus • *Finnish Environment Institute*

Julkaisija/*Publisher*

Suomen ympäristökeskus • *Finnish Environment Institute*

Käännös/*Translation*

Nomalux Oy

Ulkoasu ja värierottelut/*Layout and reproduction*

Jyrki Heimonen, Aarnipaja Ky

Paino/*Printed by*

Karisto Oy, Hämeenlinna 2008

ISBN 978-952-11-3128-8

Sisällys

Esipuhe	7
Historian pisaroita sadan vuoden varrelta	8
Suuresta tulvasta se alkoi	16
Hydrologisten havaintoverkkojen kehitys	21
Hydrologinen seuranta Pohjois-Savossa	31
Virtaaman mittaaminen	35
Veden laadun seurantaa 1911–1931	40
Lunta linjoilla ja tyynyillä	45
Vesistöjen jää- ja lämpöolot	51
Kuivuuskin on kiusannut Suomea	56
Puroissa virtaa tietoa	59
'Maanalainen' hydrologia	64
Satojen tuhanten järvein maa	70
Suomen järvien syvyysuhteet	75
Suomen vesitase	83
Vesistöaluejaon vaiheita	90
Kenttätyöt	97
Havaintasijat	106
Muuttoa ja evakkomatkoja	110
Hydrologinen toimisto 1960-luvulla	113
Virtaukset järvissä	118
Kansainvälinen yhteistyö	124
Kehitysyhteistyö	130
Hydrologiaa Teknillisessä korkeakoulussa	136
Vesistömallijärjestelmä	140
Lastuna lainehilla	148
Hydrologiset vuosikirjat	152
Poimintoja hydrologisista yleiskatsauksista vuosien varrelta	156
Arkistojen aarteita	162
Emeritushydrologi muistelee	168
Hydrologisen laitoksen rooli	176

Contents

Foreword	7
<i>The drops of history through the century</i>	8
<i>It started from a great flood</i>	16
<i>Development of hydrological observation networks</i>	21
<i>Hydrological monitoring in Northern Savonia</i>	31
<i>Discharge measurements</i>	35
<i>Water quality monitoring 1911–1931</i>	40
<i>Snow on courses and pillows</i>	45
<i>Ice and temperature conditions of lakes and rivers</i>	51
<i>Drought has also troubled Finland</i>	56
<i>Creeks flow with information</i>	59
<i>Underground hydrology</i>	64
<i>The land of hundreds of thousands of lakes</i>	70
<i>The bathymetry of Finland's lakes</i>	75
<i>Finland's water balance</i>	83
<i>The stages of drainage basin division</i>	90
<i>Field works</i>	97
<i>Observers</i>	106
<i>Removals and evacuees</i>	110
<i>Hydrological Office in the 1960s</i>	113
<i>Currents in lakes</i>	118
<i>International cooperation</i>	124
<i>Development cooperation</i>	130
<i>Hydrology at the Helsinki University of Technology</i>	136
<i>Watershed Simulation and Forecasting System</i>	140
<i>As a flake on the ripples</i>	148
<i>Hydrological yearbooks</i>	152
<i>Extracts from the hydrological reviews through the years</i>	156
<i>Treasures of the archives</i>	162
<i>An emeritus hydrologist looks back</i>	168
<i>The role of the hydrological service</i>	176



Lea Kauppi

Esipuhe Foreword

Hydrologialla on Suomessa pitkät perinteet. Ensimmäinen aihetta käsitellyt tutkimus on jo vuodelta 1611, tekijänä Sigfrid Aronus Forsius, joka pohti laajasti veden kiertokulkua. Vuonna 1640 perustetun Turun Akatemian varhaisimmissa väitöskirjoissa on useita, joissa veden olemus ja ominaisuudet ovat tutkimuksen kohteena.

Myös Suomen pisin hydrologinen havaintosarja alkaa jo 1600-luvulta. Tornio oli tärkeä kauppapaikka, mutta suuren joen jäänlähtö katkaisi kulkuyhteydet joka kevät. Vuonna 1693 jäänlähdon päivämääriä alettiin merkitä muistiin – nyt niitä on Suomen ympäristökeskuksen hydrologisessa tietokannassa siis jo reilusti yli kolmeltasadalta keväältä.

Hydrologisen palvelumme sadan vuoden ikä on sekin kansainvälisesti katsoen varsin korkea. Jos suurtulva ei olisi koetellut Suomea vuonna 1899, emme ehkä vielä juhlisi satavuotispäivää. Vaikka ääri-ilmiöt aiheuttavat vahinkoja, niissä on usein piillyt myös kehityksen siemen.

Maamme hydrologisesta palvelusta vastaa nykyään Suomen ympäristökeskuksen hydrologian yksikkö. Sen työsarkaan kuuluvat veden kiertokulun ja vesivarojen seuranta, vesistömallit ja hydrologiset ennusteet, vesistöjen kartoitus sekä näihin aihepiireihin liittyvä tutkimus.

Monet ajankohtaiset haasteet ovat myös edellyttäneet hydrologian integroimista muuhun vesi- ja ympäristötutkimukseen. SYKE on onnistunut tässä hyvin ja hydrologisen tiedon ja palvelujen käyttäjäkunta on näin laajentunut. Veden kiertokulun ymmärtäminen on tänä päivänä vieläkin tärkeämpää kuin neljäsataa tai sata vuotta sitten!

Hydrology has long traditions in Finland. The first scientific study dates back to the year 1611, when Sigfrid Aronus Forsius discussed widely the hydrological cycle. The Royal Academy of Turku, our oldest university was established in 1640; several of the early dissertations dealt with the essence and properties of water.

The longest hydrological observation series in Finland also begins already in the 17th century. Tornio was an important merchant town in Lapland on a large river, whose ice break-up cut the traffic connections each spring. In 1693 it was decided that the break-up dates should be marked down – at present the hydrological data base of SYKE contains well over three hundred of those dates.

The hundred year age of our hydrological service is also quite high, even internationally. Without the great flood of 1899, we might celebrate this anniversary somewhat later. Although extreme phenomena cause losses, they have also often included the seed for development.

At present, hydrological services in our country are the responsibility of the Hydrological Services Division of the Finnish Environment Institute. This unit monitors hydrological cycle and water resources, maintains and develops watershed models and hydrological forecasts, works with GIS data on lakes and rivers, and conducts research on these topics.

Many current challenges have also created the need to integrate hydrology into other research on water and the environment. SYKE has succeeded well in this integration, and the use of hydrological data and services has thus extended. The understanding of the hydrological cycle is today even more important than four or one hundred years ago!

Historian pisaroita sadan vuoden varrelta

The drops of history through the century

10.7.1912

Hannes Kolehmainen voittaa 5000 metrin juoksun Tukholman olympialaisissa, raivoisan loppukirin jälkeen. Hän saa kultaa myös maastojuoksussa ja 10 000 metrillä. Suomi on juostu maailmankartalle. Hydrografinen toimisto mittaa haihduntaa Tampereen Pyhäjärvellä; mittausjärjestelyt ovat huippuluokkaa koko maailmassa. Hanneksen voitonpäivänä 10.7. Pyhäjärvestä haihtuu 3,0 mm, veden lämpötila on 19,4 astetta ja tuulen keskinopeus 2,8 m/s.

Hannes Kolehmainen wins the 5000 metres middle distance race at the Stockholm Olympics, after a frenzied final straight. He also receives a gold medal in the cross country and 10 000 metres. Finland has run onto the world map. The Hydrographical Bureau measures the evaporation from the lake of Pyhäjärvi in Tampere; the measurement systems are the highest class in the world. On the day of Hannes's victory, 3.0 mm of water evaporates from Pyhäjärvi, the temperature of the water is 19.4 degrees and the mean wind speed is 2.8 m/s.

6.12.1917

Suomi itsenäistyy. Valtakunnassa on jo 350 vedenkorkeuden mittausasemaa. Järvet ovat jäätyneet marraskuun lopulla eteläisintä Suomea myöten. Hydrografisessa toimistossa työskentelee 17 henkilöä, joista kymmenen on 'piirustus- ja laskuapulaisia'.

Finland gains its independence. The country already has 350 water level measurement stations. The lakes are frozen by the end of November as far as Southern Finland. Seventeen individuals work in the Hydrographical Bureau, of which ten are 'design and calculation assistants'.

25.5.1929

Presidentti Relander vihkii Imatran voimalaitoksen. Säännöstelypaddon luukut suljetaan kello 13. Maan mahtavin koski on ensimmäistä kertaa kuivana punertavine pohjapaasineen ja hiidenkirnuineen. Saimaan vedenkorkeus on vihkiäispäivänä NN+76,23 metriä eli 48 cm yli ajankohdan keskiarvon. Vuoksessa virtaa vettä 729 m³/s. – Imatra on yhä Suomen suurin vesivoimalaitos.

President Relander opens Imatra's power station. The locks of the regulation dam are closed at 1pm. The country's most powerful rapid is dry for the first time with reddish bedrock and potholes. The water level of the Saimaa canal, on this exact day, is NN+76.23 metres or 48 cm higher than the mean level for this point of time. The water in the Vuoksi River flows at 729 m³/s. Imatra is still Finland's largest hydro-power station.

7.9.1929

Höyrylaiva "Kuru" uppoaa myrskyssä Näsijärvellä. Onnettomuudessa hukkuu 136 ihmistä, vain 22 pelastuu. Jo lokakuussa "Kuru" nostetaan pintaan ja se palaa liikenteeseen. Laiva seilaa Näsijärvellä vielä tammikuussa, koska ulappa jäätyy vasta 30. tammikuuta. Tämä säilyy Näsijärven myöhäisimpänä jäätymisspäivänä 78 vuotta; vuonna 2008 jäätyminen tapahtuu 31. tammikuuta.

The steam ship "Kuru" sinks in a storm on the lake of Näsijärvi. 136 people drowned in the disaster, with only 22 people saved. "Kuru" was raised to the surface already in October and returned to business. The boat still sailed on Näsijärvi in January, because the open water only froze on the 30th January. This remained as the latest day of freezing for Näsijärvi for 78 years: in 2008, the freezing occurred on the 31st January.



Pyhäjärven haihduntamittauksia varten rakennettiin Pirkkalan Toppariin ilmastoasema. Haihdunta-astiat kelluivat rantavedessä taustalla näkyvän niemen takana.
Pirkkala's Toppari climate station, built for the evaporation measurements of Pyhäjärvi. The evaporation pans float on the shoreline water, in the background behind the peninsular.



Vesi laskee ja Imatrankosken pohjakivet alkavat näkyä. Lähes kuusituhatta vuotta sitten syntynyt uoma on ensimmäistä kertaa kuivumassa.

The water level drops and the stones on the bed of the Imatra rapids come into view. The stream bed that was created close to six thousand years ago is drying for the first time.

5.4.1932

Lähes kolmetoista vuotta voimassa ollut kieltolaki on kumottu ja alkoholiliikkeet avautuvat klo 10. Eero Koskimiehen säveltämässä juomaulussa rallatellaan: ”Jos kaikki Suomen järvet viinaksi muuttuisi, niin eikös meidän poikain elellä kelpaisi...” Kieltolain kumoamispäivänä Suomen järvissä oli vettä lähes täsmälleen keskiarvon verran eli 235 kuutiokilometriä. Se on alle kolmasosa Laatokan tilavuudesta ja jopa vähemmän kuin Äänisjärven tilavuus.

After almost thirteen years in force, the prohibition liquor law is overturned and alcohol businesses open at 10 AM. Eero Koskimies's drinking song rants "If all Finland's lakes would change to spirits, wouldn't life be worth living for us boys". On the day that the prohibition liquor law is overturned, Finland's lakes contained exactly the mean amount of water or 235 cubic kilometres. It is under a third of the volume of Lake Ladoga and even less than the volume of Lake Onega.

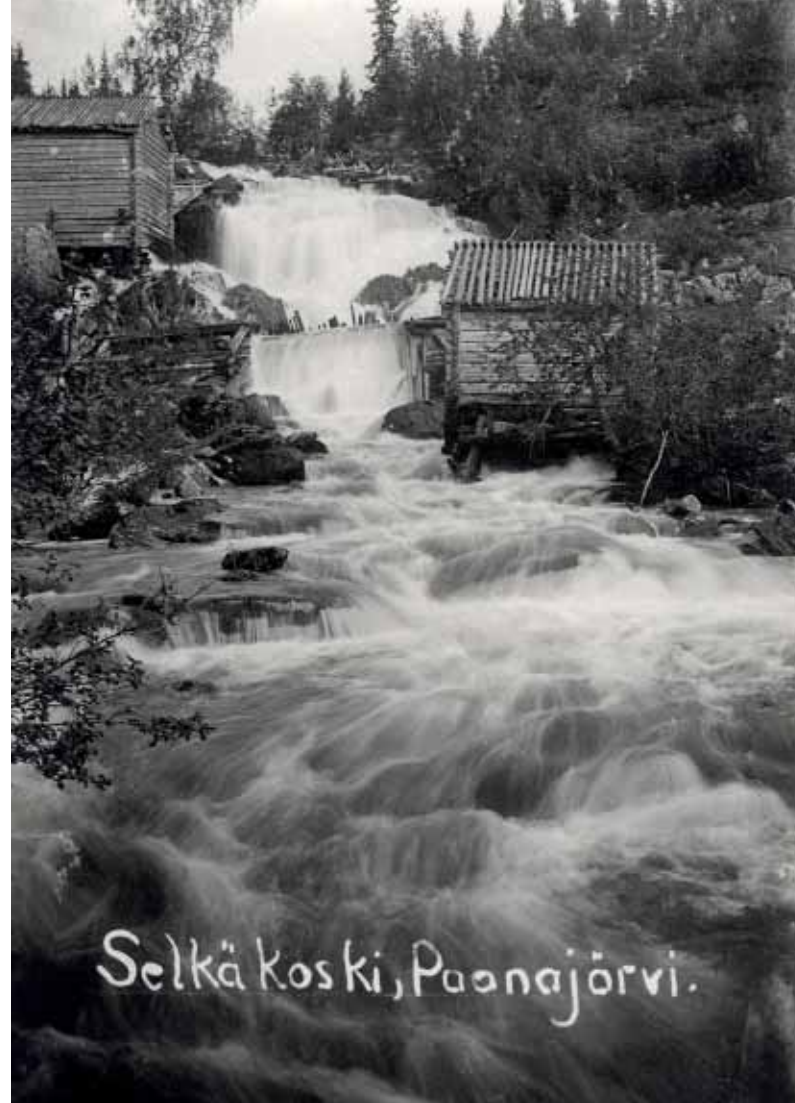
30.11.1939

Talvisota alkaa. Laatokan vedenkorkeus on Sortavalan asteikolla NN+3,86 metriä eli 1,07 metriä alle jakson 1891–1930 keskiarvon. Myös Vuoksen pinta on Jääskessä ja Antreassa yli metrin tavanomaisista alempana ja Vuoksen virtaama on vain 420 m³/s.

The Winter War begins. The water level of Lake Ladoga is according to the gauge at Sortavala NN+3.86 metres or 1.07 metres under the mean for the period 1891–1930. The surface of the River Vuoksi, at Jääski and Antrea, is over one metre lower than normal and the discharge is only 420 m³/s.

4.9.1944

Jatkosota päättyy. Pariisin rauhansopimuksessa Suomi menettää noin 12% vesivaroistaan. Sisävesien pinta-ala pienenee yli neljänneksen eli 11 800 neliökilometriä; tästä Laatokan osuus on 7800 km². Suomen hydrologiset olot ovat sodan päättyessä kaikin puolin keskimääräiset.



Myös Kuusamon Paanajärvi jäi Pariisin rauhassa Neuvostoliitolle. Järveen etelästä laskevan Selkäjoen jyrkässä koskessa oli mylly ja saha; myllynkivet ovat nykyään näkyvissä matalan veden aikana. Kuva on 1930-luvulta. Vas-tarannalta järveen valuvat Mäntyjoen vedet. Akseli Gallen-Kallela vieraili Paanajärvellä vuonna 1892 ja ikuisti kankaalle tuossa joessa sijaitsevan Mäntykosken.

The lake of Paanajärvi, in Kuusamo, also became part of the Soviet Union as a result of the Paris Peace Treaties. There was a mill and sawmill in the steep rapids of the River Selkäjoki at the south of the lake: the millstones are nowadays visible during times of low water. The picture is from the 1930s. The running waters of the River Mäntyjoki are visible on the opposite side. Akseli Gallen-Kallela visited Paanajärvi in 1892 and forever immortalised the rapids of Mäntykoski.

The Continuation War ends. Finland loses 12% of its water resources as a result of the Paris Peace Treaties. The surface area of the inland waterways decreases by over a fourth or by 11 800 square kilometres; the part of Lake Ladoga in this is 7800 km². The hydrological conditions of Finland, at the end of the war, are in all parts average.

29.6.1952

Armi Kuusela kruunataan Miss Universumiksi Kaliforniassa. Hänen kotipitäjänsä Muhosta halkovan Oulujoen virtaama on 428 m³/s eli runsaan kolmanneksen yli keskimääräisen. Oulujoen pääuoman seitsemästä voimalaitoksesta kolme on valmiina, Merikoski, Pyhäkoski ja Jylhämä. Armin lapsuudenkodista on Pyhäkosken voimalaitokselle matkaa vajaat kymmenen kilometriä.

Armi Kuusela is crowned Miss Universe in California. The discharge of the River Oulujoki in her home parish of Muhos is 428 m³/s or a fair third above the mean. Of the seven power stations on Oulujoki's main channel, three are completed, Merikoski, Pyhäkoski and Jylhämä. Armi's childhood home is a short ten kilometres trip from Pyhäkoski's power station.

19.7.1952

Helsingin olympialaiset alkavat. Edellispäivinä on satanut runsaasti. Stadionin ratamestari on kekseliäs: vesi poltettiin bensiinillä pois suorituspaikoilta. Sitten murskapinta jyrätään niin tasaiseksi että se muistuttaa mustaa jätää. Sade heikentää kilpailuolaja useana päivänä. Kuitenkin Vantaan vesistön aluesadanta on heinäkuun jälkipuoliskolla vain hieman yli keskimääräisen.

The Helsinki Olympics are opened. It had rained heavily the previous days. The stadium's track chief is inventive: the water is burned from the performance places by benzene. The crush surface is then steamrollered so flat that it is reminiscent of black ice. The rain weakens the circumstances of the competitors for many days. The amount of precipitation in Vantaa's river basin is however, in the latter part of July, only a little above average.



Kekkosen presidenttikauden merkittävin tulva Etelä-Suomessa sattui keväällä 1966. Lumen vesiarvo oli Uudenmaan rannikkovesistöissä vielä huhtikuun lopulla yli 200 millimetriä. Sään nopea lämpeneminen nosti esimerkiksi Vantaan virtaaman keskimääräiseen kevättulvaan verrattuna noin kolminkertaiseksi. Karjaanjoen vesistössä tulva nousi 3. toukokuuta Hiidenveden sillalle.

The most significant flood in South Finland, during Kekkonen's presidential term, occurred in the spring of 1966. The water equivalent of snow in the coastal waterways of Uusimaa was still, at the end of April, over 200 millimetres. The quick warming of the weather raised flows, for example spring flood of River Vantaa was triple the mean. The flood on the waterways of Karjaanjoki raised the water level on the 3rd May to Hiidenvesi Bridge.

1.3.1956

Urho Kaleva Kekkonen aloittaa ensimmäisen toimikautensa Suomen presidenttinä, jota virkaa hän hoitaa 25 vuotta, 7 kuukautta ja 26 päivää. Tuona aikana Suomen sadanta on 16,7 metriä, josta haihtuu 8,5 metriä. Tamminiemen saunan nurkalla aaltoilevaan Itämereen Suomen joet kuljettavat vettä Kekkosen presidenttikautena 2390 kuutiokilometriä.

Urho Kaleva Kekkonen begins his first term as the president of Finland, which he then held for 25 years, 7 months and 26 days. During this period, the rainfall in Finland is 16.7 metres, of which 8.5 metres evaporated. During Kekkonen's presidential period, 2390 cubic kilometres of water flowed from Finland's rivers into the Baltic Sea, swaying in front of Tamminiemi's sauna.

3.12.1967

Christian Barnardin johtama kirurgiryhmä siirtää Kapkaupungissa uuden sydämen 55-vuotiaalle Louis Washkanskyille. Tuona päivänä suomalaisten sydämet pumppaavat verta yhteensä 29 miljardia litraa eli 335 m³/s. Kymijoessa virtaa vettä 337 m³/s.

A surgical group led by Christian Barnard transfers a new heart to 55 year old Louis Washkansky in Cape Town. On this day, the hearts of Finns pumped altogether blood totalling 29 billion litres or 335 m³/s. The discharge in the Kymijoki River is 337 m³/s.

1.9.1970

Vesihallitus perustetaan. Hydrologinen toimisto muuttuu hydrologian toimistoksi. Samalla henkilökunta kasvaa hieman, kun maataloushallituksen maa- ja vesiteknillisen tutkimustoimiston väkeä tulee mukaan.

The National Board of Waters is founded in Finland. At the same time, the number of personnel in the Hydrological Office increases a little when a part of the personnel of the Soil and Hydrotechnical Research Office joined in.

1.8.1975

Euroopan turvallisuus- ja yhteistyöjärjestö (ETYJ) on koolla Helsingissä. Kolmenkymmenenviiden valtion päämiehet allekirjoittavat historiallisen päätösasiakirjan. Koko viikko on helteinen; Kaisaniemessä mitataan Helsingin elokuun lämpöennätys, 31,2 astetta. Vuorokausihaihdunnat Tikkurilan Class A -astiasta ovat 6–7 mm eli keskimääräiseen verrattuna kaksinkertaiset. Järvien pintavedet ovat Uudellamaalla noin 23-asteisia. Jaakko on selvästi unohtanut heittää kylmän kiven järveen.

The Organisation for Security and Co-operation in Europe (OSCE) meets in Helsinki. Thirty five state heads sign a historical resolution. The weather for the whole week is hot: Helsinki's August heat record of 31.2 degrees was recorded in Kaisaniemi. The daily evaporation values from Tikkurila's Class A pan are 6–7 mm or double compared to the mean. The temperature of the surface waters of the lakes in Uusimaa are about 23 degrees. According to Finnish tradition, Jaakko should have thrown cold stones into the lakes, but he has clearly forgotten to do it.

22.8.1982

Päijännetunneli otetaan virallisesti käyttöön. Se on yhä maailman pisin yhtenäinen kalliotunneli, 120 km. Vesi virtaa Asikkalanselältä pääkaupunkiseudulle 30–100 metrin syvyydessä yli miljoonan asukkaan tarpeisiin. Hydrologian toimisto on mitannut vedenpintoja yli tuhannessa kaivossa tunnelin kulkureitillä yli kymmenen vuoden ajan. Tunnelin vaikutukset pohjaveden korkeuteen osoittautuvat kuitenkin hyvin paikallisiksi.

The Päijänne tunnel is taken into official use. It is still the world's longest continuous rock tunnel at 120 km. The water flows from the back of Asikkala to the capital city region at a depth of 30–100 m, for the requirements of over one million residents. The Hydrological Office has measured water levels at over one thousand wells along the tunnel's route for over 10 years. The tunnel's influence on ground water levels is indicated to be however very local.

1.10.1983

Ympäristöministeriö perustetaan. Ensimmäisenä ympäristöministerinä toimii Matti Ahde. Hydrologisessa kuukausitiedotteessa kirjoitetaan muun muassa seuraavaa: ”Lokakuulle tyypilliseen tapaan muodostui Lappiin lumipeite ja suurin osa Lapin järvistä jäätui kuun loppuun mennessä.”

The Ministry of the Environment is founded. Matti Ahde is named as the first Minister of the Environment. Amongst others, the following is written in the hydrological monthly bulletin: “In October, Lapland received a snow cover as usually and a large part of Lapland’s lakes were frozen by the end of the month.”

12.6.1985

Suomen järvien lukumäärän laskenta valmistuu. Tulokset julkaistaan Suomen Kuvalehdessä 16-sivuisena tietopakettina. Järviä ja lampia on 187 888 kappaletta, niistä 56 012 on yli hehtaarin laajuisia. Vuonna 1875 Sakari Topelius oli kirjoittanut: ”Suomea sanotaan tuhanten järvien maaksi, mutta tämä luku ei tule vielä totta likellekään.”

The calculation of the amount of lakes in Finland is completed. The results are published in a 16 page information package attached to the Suomen Kuvalehti magazine. There are 187 888 lakes and ponds, of which 56 012 are over a hectare in size. Sakari Topelius had written in 1875: “Finland is called the land of a thousand lakes, but this number does not even come close.”

15.1.1986

Ensimmäinen, kattava suomenkielinen hydrologian oppikirja julkaistaan. ”Sovellettu hydrologia” on yli 500-sivuinen, tuhti tietoteos, jolla on kaikkiaan kuusitoista kirjoittajaa. Hankkeen käynnistäjä ja teoksen toimittaja on Seppo Mustonen, julkaisijana Vesi-yhdistys r.y. ja rahoittajana Sven Hallinin tutkimussäätiö.

The first comprehensive textbook on hydrology is published in Finnish language. “Sovellettu hydrologia” (“Applied hydrology”) has



over 500 pages, and there are altogether sixteen authors. The initiator of the project and the editor is Seppo Mustonen, the publisher Water Association and the sponsor Sven Hallin Research Foundation.

11.9.1989

Ensimmäinen kansainvälinen ilmasto- ja vesikonferenssi avataan Helsingissä. Järjestelyistä vastaa pääosin hydrologian toimisto. Ilmastonmuutos on nousemassa kansainvälisen tiedeyhteisön huolenaiheeksi. Toinen vastaava konferenssi pidetään elokuussa 1998, kolmas syyskuussa 2007.

The first International Conference on Climate and Water is opened in Helsinki. The organisation of the conference is undertaken mostly by the Hydrological Office. Climate change is increasing as a matter of worry in the international scientific community. The second corresponding conference is held in August 1998, and the third in September 2007.

1.1.1995

Suomi liittyy Euroopan Unioniin. Unionin väkiluku kasvaa vain kuudella prosentilla, mutta vesivarat peräti 44 prosentilla. Kasvu jakautuu kolmen tulokkaan kesken: Ruotsi 23 %, Suomi 14 % ja Itävalta 7 %. Samalla Euroopan Unioni saa vähäsateisimman jäsenensä, koska Suomen vuotuinen keskisadanta on 660 mm. Tämä on 20 mm vähemmän kuin siihen asti vähäsateisimman jäsenen, Espanjan.

Finland joins the European Union. The union's population grows by only 6 percent, but water resources increase by some 44 percent. The increase is divided between three newcomers: Sweden 23%, Finland 14% and Austria 7%. At the same time, the European Union gains its lowest rainfall member, as Finland's mean annual precipitation is only 660 mm. This is 20 mm less than the previous lowest rainfall member, Spain.

1.3.1995

Suomen ympäristökeskus aloittaa toimintansa. Lumen vesiarvo on Vantaan vesistöalueella 50 mm, Tuusulanjärvessä on jäätä 59 cm. Suomen toisessa päässä, Ivalojoen vesistössä lunta on kolme kertaa enemmän kuin Vantaan alueella, mutta Inarin ulapan jääpeite on sentin ohuempi kuin Tuusulanjärven.

Finnish Environment Institute begins operations. The water equivalent of snow in the river basin of Vantaa is 50 mm, and the lake of Tuusulanjärvi has 59 cm of ice. At Finland's other end, the water equivalent of snow in the Ivalonjoki River Basin is three times more than in the Vantaa River Basin, but the ice cover on Lake Inari's open water is a centimetre thinner than on Lake Tuusulanjärvi.

Suuresta tulvasta se alkoi *It started from a great flood*

Vuosi 1899 merkitsi Suomen historiassa sortokauden kärjistymistä. Keisari Nikolai II petti valansa Suomen suurruhtinaskunnalle. Luontokin yrmyili pienelle pohjoiselle maalle. Jo vuosi 1898 oli ollut runsasvetinen. Mutta pahin oli vielä edessä.

Lumen syvyyttä mitattiin talvella 1898–99 Suomessa jo noin kahdeksallakymmenellä paikkakunnalla. Lähes kaikki sijaitsivat Etelä- ja Keski-Suomessa, mittaus tehtiin joka päivä. Tuon talven havaintokirjoissa esiintyy sellaisia lumensyvyyyksiä, joita lähelläkään ei sen jälkeen ole liikuttu. Äärilukemana oli tasan kaksi metriä, Kontiolahdelta. Yli puolentoista metrin hangesta raportoi kymmenkunta havaitsijaa Pohjois-Savosta ja Pohjois-Karjalasta.

Koska lumen tiheyttä ei mitattu, ei tulvan suuruuteen oleellisesti vaikuttavaa hangen vesi-arvoa voida tarkoin määrittää. Suurimmillaan se lienee ylittänyt neljäsataa millimetriä eli neliometriä kohti oli 400 kiloa lunta. Nykyinen rakennusnormi edellyttää kattojen kestävän tuolla seudulla 180–220 kilon lumikuorman neliometrillä. Varmasti heilui lapio vanhasti monen mökin ja ladon katolla valapaton talvena, vaikka mikään viiranomainen ei vielä ollut varoituksia antamassa.

Lumen sulaminen alkoi Etelä-Suomessa huhtikuun neljännen päivän paikkeilla. Pian sää taas kylmeni eikä aurinko koko huhtikuun aikana pystynyt puraisemaan Järvialueen ennätys-hangista kuin ohuen siivun. Uutta lunta satoi runsaasti kuun viimeisellä viikolla. Vapun tienoo oli kylmä, keskilämpötilat jäivät yleisesti pakkasen puolelle. Toukokuun toinen viikko toi kesäsään. Tampereella ylin lämpötila lähenteli kahtakymmentä astetta, Savossa ja Karjalassa ylitettiin viisitoista astetta. Lumi

In the history of Finland, the year 1899 was the beginning of a period of oppression. Tzar Nicholas II broke his oath to Finland. Even Nature was harsh towards a small northern country. 1898 had already been a rather wet year, but the worst was still ahead.

In the winter of 1898–1899, snow measurements were already made at around eighty sites. Almost all of them were located in southern and central Finland, a measurement was made every day. The notebooks contain snow depths uncomparable to any after that, the highest being a full two metres, at the Kontiolahti parish. Values exceeding one and a half metres were reported by around ten observers in the counties of northern Savo and northern Karelia.

Because the density of snow was not measured, the water equivalents cannot be accurately estimated. Locally it might have exceeded 400 mm, equivalent to 400 kilogrammes per square metre. The present building code requires that roofs ought to be designed for snowloads of 180–220 kg/m² in that region. A man shoveling snow down from the roof of his house or barn has certainly been a common sight in the Winter of the Broken Oath, although there was no authority to give warnings.

Snowmelt started in southern Finland around the fourth of April. The weather soon cooled again and the Sun was unable to bite more than a thin slice from the snow pack in the Lake District. A lot of fresh snow fell in the last week of April. The first week of May was cold again, but the second one brought a warm spell. Afternoon temperatures soared close to 20 degrees at Tampere, and over 15 degrees was measured in Savo and Karelia. Snow was melting rapidly – and it began to rain heavily. In the latter half of May, precipitation amounted to 80–90 mm, almost five times the average.



Many large lakes in central Finland reached their highest level around Midsummer. In Lake Päijänne, the peak of the 1899 inundation was 193 cm above the mean annual level, in Lake Kallavesi 155 cm above, in Lake Vanajavesi 224 cm, in Lake Pyhäjärvi at Tampere no less than 253 cm above the mean values. Fish were spawning at the sites where bonfires were normally lighted.

In Lake Saimaa, the water level continued to rise. A regional newspaper, Wiipurin Sanomat, wrote about the situation on 26th of July:

“Railway bridge at Vuoksi in danger. The water in the Vuoksi channel is still rising and has now risen so high that the stone walls protecting the embankments of the railway bridge, which were intended to prevent the flowing water from carrying the soil away, are no longer high enough and the water has passed over them. Emergency measures have been taken to protect the bridge, and stones and sand have been brought to the site hurriedly to avert the danger. The trains are crossing the bridge very cautiously for the time being.”

Vuoden 1899 ylin tulvakorkeus Saimaan kanavan suulla. Seuraavan vuoden heinäkuuhun mennessä vedenpinta oli alentunut noin 80 senttiä. Tuolla tasolla on vanhatyylinen päivämäärämerkintä 12.7.1900. Vedenpinta kuvaa otettaessa vastaa suurin piirtein Saimaan keskivedenkorkeutta.

The highest flood level in 1899, at Saimaa canal's mouth. The water level had lowered by July, the following year, by about 80 centimetres. This level has the old style date mark 12.7.1900. The water level in the picture taken corresponds roughly to Saimaa's mean water level.

suli ennätystahtia. Kun hanget olivat hovenneet, alkoivat ran-
kat sateet. Toukokuun jälkipuoliskolla satoi yleisesti 80–90 mil-
limetriä, normaaliin verrattuna lähes viisinkertaisesti.

Saunakin lähti tuuliajolle

Monet isot Järvi-Suomen altaat olivat juhannuksen aikoihin
lakikorkeudessa. Päijänteen tulvahuippu oli 193 senttiä keski-
vettä ylempi, Kallaveden 155 cm, Vanajaveden 224 cm ja Tam-
pereen Pyhäjärven peräti 253 cm. Moni tuttu kokkoranta oli
kalojen kutumatalikkona. Pisimpään vedenpinnan nousu jatkui
Saimaassa. Heinäkuun 26. päivä Wiipurin Sanomat kirjoitti:

”Wuoksen rautatiesilta waarassa. Wuoksen wirta, joka yhä
nousee nousemistaan, on jo noussut siksi korkealle, että rauta-
tiesillan maanpuoleiset silta-arkkujen kiwestä rakennetut suo-
jukset, jotka oliwat estämässä ettei wirtaawa wesi saisi wie-
dä maata mukanaan enään riitä korkeudelleen, waan on wesi
noussut näiden ylitse. Sillan suojelemiseksi on ryhdytty kiirei-
siin töihin. Kiwiä ja hiekkaa wedetään kiireimmän kautta, jo-
ten waara on saatu wähin estetyksi. Junat kulkewat wastaiseksi
hywin warowaisesti sillan ylitse.”

Vielä elokuussa Saimaa kipusi ylöspäin. Wiipurin Sanomat
kirjoitti 13. päivä: ”Kun wesi seisoo noin kaksi metriä yli ta-
wallisen wedenkorkeuden, niin kylläpä sietää Imatran nielaista
wielä toinenkin kannu ja ilmojen olla hywin poutaisia, jos mie-
li nykyisestä wedenpaisumuksesta päästä. Paljon on nurmia ja
peltoja weden alla, samoin latoja ja saunoja wedessä törröttä-
mässä. Kerrotaanpa yliwesillä jonkun pikkuhöyryn törmänneen
karille saunankiukaallekin, kun itse sauna aikasemmin oli läh-
tenyt tuuliajolle.”

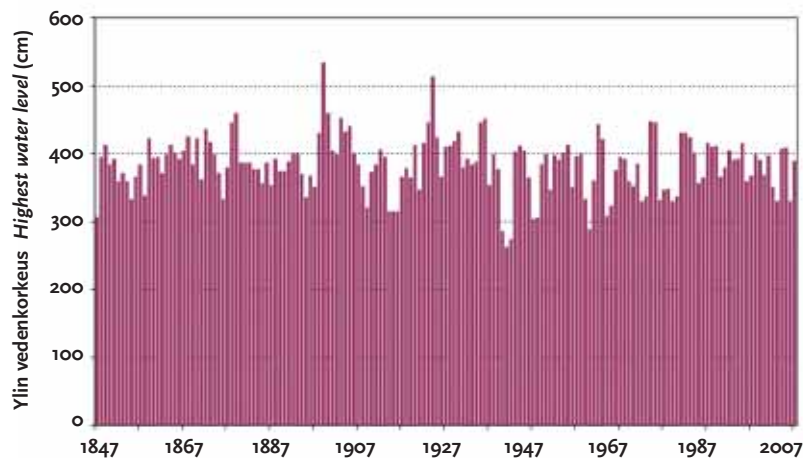
Saimaan tulvan nousu talttui vasta 26. elokuuta. Tällöin
pinta oli 202 senttiä yli keskikorkeuden. Saimaassa oli ylimää-
räistä vettä yhdeksän kuutiokilometriä. Se on yhtä paljon kuin
Pielisen koko tilavuus.

*Even in August the level of Lake Saimaa went upwards. Wiipurin
Sanomat wrote on the 13th:*

*As the water level still stands about 22 metres above the normal
height, Imatra could very well absorb a few more jugfuls and the
weather stay fine, so that we can be rid of this deluge. Plenty of pas-
tures and arable lands stay covered by water, many barns and sau-
nas stick up from the lake. It is reported that one small steamship
ran aground on a sauna stove, the building itself having already been
washed away.*

*The highest level, 202 cm above the mean, was reached in Lake
Saimaa on 26th of August. The volume of the excess water was nine
cubic kilometers, equivalent to the total volume of Lake Pielinen.*

Saimaa, Lauritsala 1847–2007



**Saimaan ylimmät pinnankorkeudet vuosina 1847–2007. Vuoden 1899 tulva-
huippu on selvästi korkein, 1940-luvun alussa vallitsi jakson pahin kuivakau-
si lähes koko Suomessa.**

*Saimaa's highest surface levels for the years 1847–2007. The great flood of 1899
is clearly the highest, the beginning of the 1940s dominate as the period's worst
drought in Saimaa like in almost the whole of Finland.*

Komitea istuu

Suurtulvan johdosta senaatti nimitti komitean, joka jätti mietintönsä tsaarille jo 16. kesäkuuta vuonna 1900. Komitean puheenjohtajana toimi ylijohtaja Werner Lindberg ja jäsenenä prof. J. A. Palmén, prof. Theodor Homén ja johtaja Ernst Biese. Mietinnössä todettiin, että Vuoksen vesistössä oli rantamaita jäänyt tulvahuipun aikaan veden alle 63 348 hehtaaria. Kymijoen vesistössä vastaava luku oli 33 393 hehtaaria ja Kokemäenjoella 47 409 hehtaaria. Tulvavahingot komitea määritteli markan tarkkuudella:

Peltomaat	787 189 mk
Niityt	2 364 664 mk
Metsät	329 412 mk
Kalastus	178 537 mk
Teollisuus	2 586 360 mk
Rakennukset	145 407 mk

Komitea pohti myös laajasti tulvan syitä. Oli esitetty arveluita, että ”esimerkiksi kalastuslaitosten sulut estävät veden juoksua”. Komitea päätyi kuitenkin siihen, että tulva oli yksinomaan luonnonvoimien aiheuttama. Vastaisen varalle komitea suositteli seuraavia toimenpiteitä:

- hydrograafista tutkimusta tulisi suorittaa aikaisempaa suuremmassa laajuudessa
- vesistönsäännöstelytoimenpiteitä tulisi suorittaa
- lainsäädännöllisin ja muin toimenpitein tulisi varmistaa metsien kasvu.

Viimeksi mainittua seikkaa pidettiin tärkeänä haihdunnan lisäämiseksi ja siten valunnan vähentämiseksi. Komitea ymmärsi yllättävän hyvin metsien roolin tulvien alentajana.

Mietinnön johdosta antoi Kulkulaitosdepartementti vuonna 1903 Tie- ja Vesirakennusten Ylihallitukselle tehtäväksi selvittää, miten yhtenäinen hydrologinen tutkimus olisi järjestettävä. Selvitystyö kesti kolme vuotta. Toukokuussa 1906 Ylihallitus

The committee sits

The great flood led to the senate naming a committee, who left a report to the tsar already on 16 June 1900. The committee's chairperson was deputy director general Werner Lindberg and as members Prof J. A. Palmén, Prof Theodor Homén and Commander Ernst Biese. It was stated in the report that during the times of the greatest floods, 63 348 hectares of the coastal lands of the Vuoksi waterway were underwater. The corresponding amount for the Kymijoki waterway was 33 393 hectares and the Kokemäki River 47 409 hectares. The committee determined the flood damages to a marks precision.

Arable land	787 189 mk
Meadows	2 364 664 mk
Forests	329 412 mk
Fishing	178 537 mk
Industry	2 586 360 mk
Buildings	145 407 mk

The committee also broadly considered the reasons for the flood. Suppositions presented were “for example, that the fishing department's locks prevented the flow of the water”. The committee however decided that the flood was solely caused by natural forces. For the future, the committee recommended the following measures:

- hydrographical research should be greatly expanded from previously
- regulation measures of the waterways should be performed
- legislative and other measures should ensure forest growth.

The latter mentioned matter is held as important for the increase in evaporation and thus the decrease in runoff. The committee understood surprisingly well the role of forests in reducing floods.

The report led to the Communication Department in 1903 giving to roads and waterways administration the task of clarifying, how a uniform hydrology research could be organised. The clarification work lasted for three years. In May 1906, the general administration proposed the foundation of a separate Hydrographical Bureau. The



Kymijoen Voikkaankosken ala-asteikko syyskuussa 1909. Tämä asteikko oli vastaperustetun Hydrografisen toimiston ensimmäisiä rakennuskohteita. Havainnot päättyivät vuonna 1922, kun koskeen alettiin rakentaa Kymijoen ensimmäistä vesivoimalaitosta.

The lower staff gauge of the rapids of Voikkaankoski on the Kymijoki River in September 1909. This gauge was the first construction site of the recently founded Hydrographical Bureau. Observations ended in 1922, when the construction for Kymijoki's first hydropower station began on the rapids.

ehdotti erillisen Hydrografisen toimiston perustamista. Keskeisenä tehtävänä olisi ”suorittaa ja kehittää hydrografista tutkimustoimintaa tieteellisellä pohjalla ja siten, että se vastaisi niitä vaatimuksia, joita maan luonnonolot erityisesti edellyttävät”.

Perusteluissa tähdennettiin, että tähän toimintaan sijoittaminen oli kansantaloudellisesti kannattavaa. ”Kokemus on osoittanut, että monet vesistöjä koskevat työt ovat johtaneet epäonnistumisiin ja paljon maksaviin ratkaisuihin puutteellisten hydrografisten olojen tuntemisen takia.”

Ylihallituksen esitys johti ”Armolliseen asetukseen 18 p:ltä kesäkuuta 1907, Hydrografisen toimiston perustamisesta Tie- ja Vesirakennusten Ylihallitukseen”. Asetuksen ensimmäisessä pykälässä määrätään toimiston tehtäväksi ”toimittaa hydrografisia tutkimuksia sekä muuten käsitellä maan hydrografiaa koskevia asioita”.

Johtajaksi nimitettiin insinööri, filosofian tohtori Edvard Blomqvist. Toiminta alkoi 1. maaliskuuta vuonna 1908.

central task was to “perform and develop hydrographical research operations on a scientific base and thus that it corresponds to the demands, which the country’s natural conditions particularly require”.

In its foundation, it was emphasised that investments in the operation were to be economically worthwhile. “Experience has indicated that a great deal of work related to waterways has been unsuccessful and a lot paid for solutions due to defective knowledge of hydrographical conditions.”

The general administration’s proposal led “the gracious statute from 18th of June 1907, the Hydrographical Bureau’s founded roads and waterways administration”. The statute in the first article determined the office’s task as “to conduct hydrographical researches plus otherwise handle the country’s hydrographical connected matters”.

Engineer and Doctor of philosophy Edvard Blomqvist was named as the director. Operations began in March 1908.

Markku Puupponen

Hydrologisten havaintoverkkojen kehitys

Development of hydrological observation networks

Kun Hydrografinen toimisto aloitti toimintansa vuonna 1908, hydrologisia havaintoja oli tehty jo yli kaksisataa vuotta. Ensimmäisiin havaintoihin ei tarvittu muuta kuin tarkka silmäpari, sillä ne koskivat Tornionjoen jäänlähdon ajankohtaa. Toki kauppias Olof Ahlbom joutui harkitsemaan, milloin hän katsoi jäänlähdon tapahtuneeksi. Aloitusvuonna 1693 hän kirjasi päivämääräksi 20. toukokuuta.

Useiden muiden jokien jäänlähdohavainnot käynnistyivät 1700-luvulla; Kyrönjoelta on melko yhtenäinen sarja jaksolta 1739–1817, mutta sen jälkeen on pitkiä aukkoja aina 1910-luvulle saakka. Järvien jäätyminen ja jäänlähtö alkoivat kiinnostaa sisävesiliikenteen myötä. Kallavedellä havainnot alkoivat vuonna 1822, Näsijärvellä 1836 ja Oulujärvellä 1854.

Järvien vedenkorkeuden mittaaminen ei jäänyt kovin paljoa jälkeen jäähavainnoista. Näsijärven pintaa alettiin seurata jo vuonna 1843, mutta havainnot katkesivat pian. Saimaalla Lauritsalassa vuonna 1847 aloitettu mittausarja on sitä vastoin jatkunut yhtenäisenä koko ajan. Kun Hydrografinen toimisto aloitti, Tie- ja Vesirakennusten Ylihallituksen alaisuudessa oli jo 118 vedenkorkeusasteikkoa, joita seurattiin päivittäin. Pääosa mittauspaikoista sijaitsi kanavien yhteydessä eri puolilla Järvi-Suomea. Ylihallituksella oli myös laajahko virtaaman mittauksista kertynyt aineisto, pääosin 1890-luvulta lähtien. Meteorologinen Keskuslaitos oli puolestaan käynnistänyt sadehavainnot 1840-luvulla; vuonna 1908 tehtiin sadannan mittauksia säännöllisesti noin 70 kohteessa.

Hydrografisen toimiston tehtävät täsmentyivät vuonna 1910 annetussa ohjesäännössä. Tehtäväkenttä oli laaja, erityisesti kun otetaan huomioon toimiston alkuaikojen pieni henkilökunta.

When the Hydrographical Bureau began operations in 1908, hydrologic observations had already been made for over 200 years. The first observations did not require anything other than a keen pair of eyes, as they related to the date of break-up of the River Torniojoki. True, shopkeeper Olof Ahlbom considered this when he watched the ice leaving. As the starting year 1693, he wrote the date 20th May.

Many other observations of the ice break-up in rivers began in the 1700s. There is a fairly continued series on the Kyrönjoki River from 1739–1817, after which there are long gaps up until the 1910s. The freezing and break-up of ice on lakes began to be of interest as a result of inland water transportation. Observations on the lakes of Kallavesi began in 1822, Näsijärvi 1836 and Oulujärvi 1854.

The measurement of water levels in lakes were started rather soon after the ice observations. The monitoring of the surface of the Lake Näsijärvi already began in 1843, but observations were halted soon afterwards. A measurement series on Saimaa in Lauritsala began in 1847 and has uniformly continued for the whole time. When the Hydrographical Bureau began, under the subordination of roads and waterways administration, there were already 118 water level gauges which were monitored daily. The main portion of the measurement locations were situated in connection to canals all over the Lake region of Finland. The administration also had a large collection of discharge measurement material, starting mainly from the 1890s. The Meteorological Central Agency for their part had started observations of precipitation in the 1840s; measurements were regularly taken in about 70 locations in 1908.



Jäät ovat vaurioittaneet vedenkorkeusasteikkoa Kokemäenjoen vesistöissä vuonna 1911. Miehet miettivät, miten se saadaan taas tukevasti pystyyn. Oppirahoja piti maksaa – sijoituspaikka ei ollut riittävän suojainen.

A water level gauge has been damaged by ice in the Kokemäenjoki Basin in 1911. Men are thinking, how it can be fixed again in a vertical position. An example on the trial and error approach – the location was not sheltered enough.

Säännöllisen havaintotoiminnan rooli oli keskeinen, sillä ohjesääntö nosti vesistöjen vedenkorkeuden, virtaaman ja jääsuhteiden sekä sateiden mittaukset toimiston päätehtäväksi. Lisäksi mainitaan suuri määrä tutkimustarpeita, jotka käytännössä edellyttävät systemaattisia havaintoja.

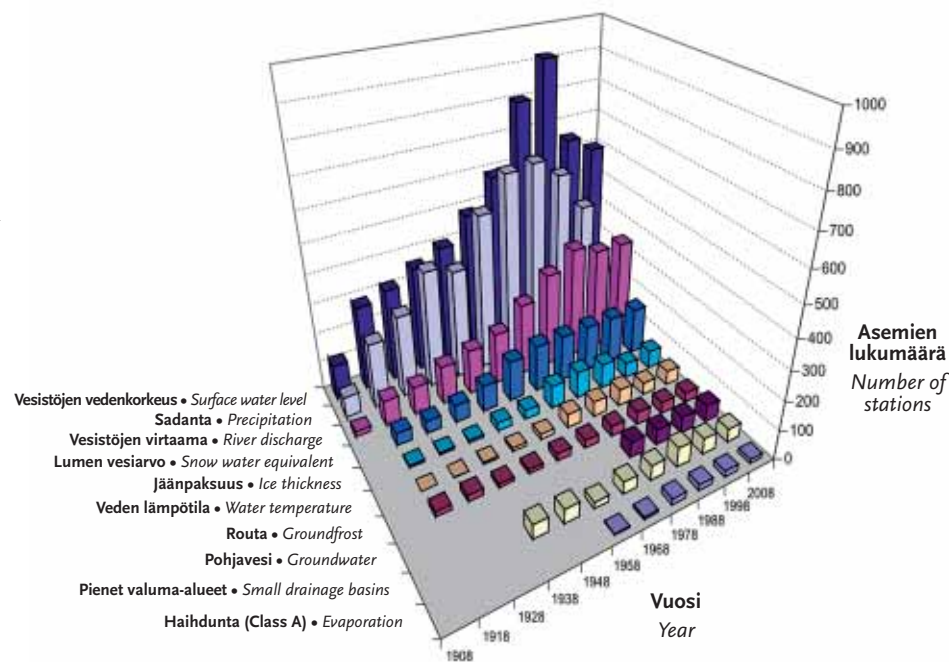
Uusia verkkoja viritetään

Toimintansa ensimmäisen vuosikymmenen aikana Hydrografinen toimisto laajensi merkittävästi vesistöjen vedenkorkeuden ja virtaaman seurantaan. Se perusti myös omia sadeasemia meteorologisen verkon rinnalle sateen aluearvojen laskemiseksi. Useat muutkin havainto-ohjelmat käynnistettiin 1910-luvulla: lumen syvyys ja tiheys, roudan syvyys, vesistöjen jäänpaksuus ja pintaveden lämpötila. Lisäksi tehtiin tarkkavaaituksia, laadittiin vesistöjen pituusprofileja ja luodattiin järvien syvyyksiä. Hydrografinen toimisto teki myös vesianalyysyjä, mikä oli yksi monista ohjesäännöissä mainituista tehtävistä. Havainto-ohjelmien monipuolisuus selittyi tässä vaiheessa sillä, että seurantaverkot olivat alueelliselta kattavuudeltaan vielä suppeita. Alkuvuosien kehitys oli kuitenkin hyvin nopea, kun otetaan huomioon, että vielä vuonna 1920 toimiston henkilömäärä oli alle kaksikymmentä.

Hydrologinen seuranta laajeni edelleen sekä alueellisesti että uusien muuttujien osalta. Vuonna 1920 oli toiminnassa jo 374 vedenkorkeusasemaa, joista seitsemän oli varustettu piirtureilla eli limnigraafeilla. Vuosikymmenen kuluessa verkko laajeni 63 asemalla. Sitten iski lamakausi ja vuosina 1932–34 lakkautettiin 64 asemaa. Ennen lamaa oli vielä ehditty käynnistää ns. pienten hydrologisten alueiden mittaukset 1920-luvun lopulla.

Oman, suppean lumilinjaverkon toimisto perusti vuonna 1935, Meteorologisella Keskuslaitoksella lumilinjvoja oli ollut vuodesta 1922. Syvyyden ohella mitattiin nyt myös lumen tiheyttä, joten vesiarvojen laskeminen tuli mahdolliseksi. Veden lämpötilaluotaukset ja haihduntamittaukset (ns. Class A -astioilla) käynnistyivät 1950-luvulla. Pohjaveden korkeutta oli havainnoitu kaivoista 1950-luvulta lähtien, mutta varsinainen pohjavesihavaintoverkko perus-

Hydrologisten havaintoverkkojen kehitys
Development of hydrological monitoring networks



Seurantaverkkojen kehitys kymmenen vuoden välein sadan vuoden ajalta. Mukana ovat myös ulkopuolisten organisaatioiden ylläpitämät sade-, vedenkorkeus- ja virtaama-asemat. Määrä- tai väliaikaiset mittausjärjestelyt eivät sitä vastoin ole mukana, ei myöskään vuosien 1911–1937 veden laadun seuranta, joka oli Suomessa alan pioneeritoimintaa.

The development of the monitoring networks each decade for a century. Included are also external organisations' maintained precipitation, water level and discharge stations. Temporary measurement systems are not included, nor the years 1911–1937 water quality monitoring, which was in Finland a pioneer operation of the field.

tettiin vasta 1970-luvulla. Uusilla pohjavesiasemilla mitattiin myös maankosteutta, roudan syvyyttä, mahdollista valuntaa sekä useita veden laadun muuttujia.

Karsintaa ja yhdistämistä

Hydrologisen seurannan kokonaiskuva on, että sotavuosia ja väliaikaisia taantumia lukuun ottamatta toiminta laajeni aina vuoden 1990 tienoille. Tämän jälkeen seurannan volyymi on pienentynyt – erityisesti kun katsotaan ns. valtakunnallista ohjelmaa, jota voidaan pitää Hydrografisen toimiston käynnistämän työn nykyisenä muotona. Aluksi tarpeet seurannan supistamiseen johtuivat pitkälti siitä, että uusi ja laajentuva ympäristöhallinto halusi ohjata voimavaroja muihin seurannan ja tutkimuksen kohteisiin. Myöhemmin ovat korostuneet yleiset tavoitteet karsia hallinnon kustannuksia.

Sadehavaintojen osalta oli liki sadan vuoden ajan olemassa kaksi mittausverkkoa, meteorologien ja hydrologien ylläpitämät. Jälkimmäinen palveli erityisesti aluesadantojen sekä pienten hydrologisten alueiden vesitaseen määrittäystä. Tultaessa 1990-luvulle havaintotoiminnan kustannuspaineet alkoivat kasvaa. Vuosikymmenen puolivälissä organisaatiot päättivät yhdistää verkkonsa ja siirtää sen Ilmatieteen laitoksen hoitoon. Tämä integrointi toi välittömän mahdollisuuden joihinkin säästöihin. Hydrologit saivat päivittäin keskeiset sadehavainnot ja maksoivat verkon ylläpidosta ja datan toimittamisesta. Vuosituhannen vaihduttua Ilmatieteen laitos linjasi suuren sadehavaintojen uudistuksen. Se sisälsi vanhojen maanalaisten asemien korvaamisen automaattisilla mittareilla, asemien lukumäärän vähentämisen ja säätutkaverkon kehittämisen. Hydrologisen laitoksen näkökulmasta asemien lukumäärän supistaminen on heikennys, mutta asemien automatisointi ja säätutkajärjestelmä luovat uusia mahdollisuuksia. Uudistus tukee erityisesti operatiivista hydrologista palvelua, jonka merkitys on kasvanut.

Vedenkorkeuden ja virtaaman osalta tärkein ulkopuolinen toimija on ollut vesivoimasektori. Pääosan havainnoista se on toimitanut hydrologiselle laitokselle vesioikeudellisten lupavelvoitteiden perusteella. Osa näistä havainnoista on korvannut hydrologien ai-

The Hydrographical Bureau's tasks were specified in 1910 in given regulations. The field of tasks was broad, particularly when note was taken of the small number of personnel during the commencement period. The role of regular observations was central, as the regulation raised the measurement of water level, discharge and ice conditions plus precipitation measurements as the office's main tasks. Additionally, a large amount of research needs were mentioned, which in practice required systematic observations.

The laying of new networks

In the first decade of operations, the Hydrographical Bureau significantly expanded the monitoring of the water level and discharge in the river basins. It also founded its own precipitation stations alongside the meteorology network, for the calculation of areal precipitation values. Many other observational programmes began in the 1910s: snow depth and density, frost depth, ice thickness and surface water temperatures. Additionally, precise levellings, the preparation of the length profiles of waterways and the sounding of lake depths were made. The Hydrographical Bureau also made water analyses, which was one of the many tasks mentioned in the regulations. The versatility of the observation programme can be explained at this stage that the regional covering of monitoring networks was still small. Developments during the beginning years were however very quick, when note is taken that the office personnel number in 1920 was still under twenty.

The hydrological monitoring was expanded again both regionally and in the parts of new variables. 374 water level stations were already operating in 1920, of which seven were equipped with recorders or limnigraphs. A decade later, the network was expanded by 63 stations. The depression then hit and during the years 1932–1934, as many as 64 stations were closed. Prior to the depression, there was still time for the commencement of so called small hydrological basin measurements at the end of the 1920s.

A small snow course network was founded in 1935; the Meteorological Central Agency already had snow courses in 1922. Alongside depths, measurements were now also made for snow densities,



Uutta vedenkorkeuden havaintotekniikkaa. Vilppulankosken automaattiasema on varustettu Campbell CR800 -tallentimella, 20 watin aurinkopaneelilla ja 28 ampeeritunnin akulla. Vedenkorkeudet siirtyvät tietojärjestelmään neljän tunnin välein langattoman GSM-yhteyden avulla.

The new water level observation technique. Vilppulankoski's automatic station is equipped with a Campbell CR800 recorder, 20 watt solar panel and 28 ampere battery. The water levels are transferred to the information system every four hours with the aid of a wireless GSM-connection.

of which the calculation of water equivalents became possible. The soundings of water temperatures and evaporation measurements (so called Class A pans) began in the 1950s. The levels of ground waters were observed from wells from the 1950s, but an actual ground water observation network was only founded in the 1970s. The new ground water stations also measured the soil moisture, frost depths, possible runoff and many water quality variables.

Cutting down and uniting

The general view of the hydrological monitoring is that aside from the war years and temporary recessions, operations were expanded towards the 1990s. After this the volume of monitoring has decreased – particularly when looking at the so called national programme, which can be considered as the present form of monitoring established by the Hydrographical Bureau. At the beginning, the needs for reducing monitoring were based on the fact that the new and expanded environment administration wanted to allocate resources to other monitor and research fields. Later general aims to cut down administration expenses were emphasised.

Two measurement networks for precipitation observations were existent for nearly one hundred years, meteorology and hydrology updating. The latter service particularly defined the areal precipitation values plus the water balances of small hydrological basins. With the coming 1990s, pressures on expenses for observations began to increase. In the middle of the decade, organisations chose to unite the networks and move it to the care of the Finnish Meteorological Institute. This integration brought direct possibilities for other savings. Hydrology received daily precipitation observations and paid for the network's upkeep and data conduction. At the turn of the millennium, the Finnish Meteorological Institute aligned a large reformation of the precipitation observations. It included the replacement of the old manual stations with automatic meters, the decrease in the number of stations and the development of a weather radar network. From the viewpoint of the hydrologists, the reduction in the numbers of the stations was an impairment, but the automation of stations and the

koinaan perustamia mittausasemia, jotka osin tuhoutuivat vesivoimalaitosten rakentamisen ja vesistöjen säännöstelyn myötä.

Valtakunnalliset ja alueelliset seurannat

Vedenkorkeuden seuranta jaettiin 1990-luvulla ympäristöhallinnon sisällä valtakunnalliseen ja alueelliseen ohjelmaan. Alueelliset ympäristökeskukset olivat jo 1980-luvulta lähtien vastanneet hydrologisten havaintoasemien hoidosta, nyt niiden rooli oman alueellisen seurannan ylläpitäjänä vahvistui.

Seurannan uudet linjaukset vuodelle 2009 ja sitä eteenpäin viittaavat siihen, että valtakunnalliset ja alueelliset seurannat tulevat taas yhdistymään. Samalla vesiseurantojen järjestämisessä huomioidaan myös vesienhoidosta annetun lainsäädännön toimeenpano. Näin hydrologinen seuranta – sekä oman sisäisen kehityksensä kautta että osana laajempaa kokonaisuutta – on edelleen monien muutosten keskellä.

Hydrologisella seurannalla on kuitenkin myös oma selkeä roolinsa, jossa korostuu yhä enemmän vesivarojen käytön ja hoidon operatiivinen palvelu. Hydrologisia havaintotuloksia tarvitaan nyt päivittäin ja jopa tunneittain vesistömallien ja -ennusteiden päivitykseen sekä vesistöjen säännöstelyn tueksi. Merkittävä osa mittausasemista on nykyään automatisoitu ja tietoja välitetään käyttäjille päivittäin useista sadoista kohteista. Sekä asiantuntija-organisaatiot että kansalaiset saavatkin nyt uusimmat hydrologiset havaintotulokset internetin välityksellä, miltei reaaliaikaisina.

weather radar system created new possibilities. The reformation particularly supported the operative hydrology service, whose significance had grown.

The most important external operator in the water levels and discharges has been the hydropower sector. The main part of the observations has been delivered to the hydrology agency, on the basis of legal obligations. A part of these observations have replaced the measurement stations founded for hydrology purposes, of which portions were destroyed with the construction of hydropower stations and waterway regulations.

National and regional monitoring

The monitoring of water levels was divided in the 1990s to the national and regional programmes of the Ministry of the Environment. Regional environment centres had already from the 1980s been responsible for the care of the hydrological observation stations, now their role in their own regional monitoring as an upkeeper was strengthened.

The new lines in monitoring up to 2009 and onwards indicate that the national and regional monitoring will once again be united. At the same time, the objectives of monitoring are also affected by new European water policy. Thus hydrological monitoring – both through internal development and as part of a broader entity – is again in the middle of many changes.

Hydrological monitoring however also has its own clear role, which emphasises still more the operative use of water resources and management. Hydrological observation results are now required daily and even hourly for the updating of models and forecasts plus regulation support to the waterways. A significant part of the measurement stations are nowadays automatic and information is conveyed daily to users from hundreds of sites. Both specialist organisations and citizens now receive the newest hydrological observation results through the Internet, in almost real time.



N:o 179.

SAIMA-KANAVI. Pääli viid Taipale.
SAIMAAN KANAVA. Pääli Taipaleen luona.

Daniel Kyllön - Hfors. 1880.

Saimaan vanha kanava Taipaleen mutkan kohdalla.

Saimaa's old canal at the site of Taipale's curve.

Luovutetun alueen hydrologiset havainnot *Yielded area hydrological observations*

■ Suomi menetti toisen maailmansodan jälkeen kymmenesosan pinta-alastaan Neuvostoliitolle. Tälle alueelle jäi lähes sata hydrologista mittauspaikkaa.

Varsinkin Vuoksen varressa havaintoasemia oli tiuhassa. Paakkolan sulun ylä- ja alapuolelle oli rakennettu vedenkorkeusasteikot jo vuonna 1895, kaksi vuotta myöhemmin käynnistyivät mittaukset Enson- ja Rouhialankoskien yläpuolella sekä Jääskessä ja Antreassa. Vuoksen alaosalle, Käkisalmen haaraan sekä Äyräpään lisäjuoksulle rakennettiin vielä kuusi asteikkoa 1900-luvun puolella.

Menetetyn alueen vanhin ja tunnetuin vedenkorkeusasema oli Laatokan pintaa mittaava Sortavalan asteikko. Sen sijaintipaikkana oli Vakkolahden rautatiesilta ja aloittamisvuosi 1885. Käkisalmissa OY Waldhof AB hoiti vedenkorkeusmittauksia vuodesta 1932.

Juustilassa, vanhan Saimaan kanavan alapäässä oli mittausasteikko vuodesta 1890 alkaen. Laatokan pohjoispuolella vanhin vedenkorkeusasema sijaitsi Jänisjärven koillisrannalla, sen toiminta alkoi vuonna 1911. Virtaamatietoja saatiin Vuoksen ohella Suojun-, Tulema-, Jänis-, Onkamo- ja Rokkalanjoesta. Niiden asteikot rakennettiin vuosina 1918–1931.

Kuusamon Paanajärven asteikko sijaitsi etelärannalla lähellä Oulankajoen laskukohtaa. Sen toiminta käynnistyi syyskuussa 1928, havaittajana Eetu Takalo. Petsamossa Kolttakönkään yläasteikko oli kosken vasemmalla rannalla, ala-asteikko matkailijayhdistyksen saunarannassa. Mittaustulokset lähetti pitkälle postimatikalle kauas etelään Kosti Perjola, joka pestattiin havaittajaksi asteikoiden valmistuttua elokuussa 1936.

Sade- ja lumiasemia sekä jäätymisen ja jäänlähdon havaintopaikkoja oli runsaasti erityisesti Kannaksella ja Laatokan pohjoispuolella. Kaikki luovutetun alueen alkuperäinen ja käsitelty havaintoaineisto, muun muassa purkautumiskäyrät, piti luovuttaa sodan päätyttyä Neuvostoliitolle. Yhteenvetoja havainnoista jäi hydrologisiin vuosikirjoihin ja muutamisiin Hydrografisen toimiston julkaisuihin.

■ Finland lost, after the Second World War, a tenth of her surface area to the Soviet Union. This area contained close to one hundred hydrological measurement locations.

The observation stations by the River Vuoksi were particularly close and tight. Water level gauges at Paakkola's lock's under and above side were constructed already in 1895, two years later measurements began at the upper side of Enso and Rouhiala rapids and on both Jääski and Antrea. To the lower part of the Vuoksi River, six gauges were constructed in the branch of Käkisalmi and Äyräpää's tributary in the 1900s.

The oldest and best known water level station, of the area that was lost, was the Sortavala gauge that measured the surface of Lake Ladoga. Its location was Vakkolahti's railway bridge and began operations in 1885. OY Waldhof AB managed the water level measurements in Käkisalmi from 1932.

A measurement gauge in Juustila, at the lower end of the old Saimaa canal, began at the start of 1890. The oldest water level station on the Northern side of Lake Ladoga was situated on Jänisjärvi's North East coast, and its operation began in 1911. Discharge information was received from besides the Vuoksi, the rivers Suoju, Tulema, Jänis, Onkamo and Rokkala. These gauges were built during the years 1918–1931.

Kuusamo's Paanajärvi gauge is situated on the south coast, close to the outlet of the Oulankajoki River. Its operation began in September 1928, with Eetu Takalo as the observer. In Pechenga, Kolttaköngäs' upper gauge was on the left shore of the rapids, the lower gauge on the traveller society sauna's shore. The measurement results were sent by post far to the south by Kosti Perjola, who was enlisted as an observer of established gauges in August 1936.

There were a great number of precipitation gauges and snow stations plus ice freezing and break-up observation sites, particularly in the Karelian Isthmus and on the North side of Lake Ladoga. All the area's original and handled observation material, amongst others stage-discharge curves had to be surrendered to the Soviet Union at the end of the war.

Summaries of the observations were placed in hydrological yearbooks and several publications of the Hydrographical Bureau.



Kallavedellä on taltioitu vedenkorkeuden historiaa myös rantakallioon. Vuoden 1899 lukema on sielläkin selvästi ylin, sata vuotta myöhäisempi 1999 alivesi on juuri naputeltu kiviseen muistikirjaan. Kuvassa rakennusmestari Keijo Tähtivaara.

Kallavesi has a recorded water level history also in its cliffs. The 1899 reading is clearly the highest; the low water one hundred years later in 1999 is recently tapped into the stone notebook. In the picture is master builder Keijo Tähtivaara.

Jukka Hassinen

Hydrologinen seuranta Pohjois-Savossa

Hydrological monitoring in Northern Savonia

Hydrologisella seurannalla Pohjois-Savossa on pitkä perinne. Ensimmäinen Kallaveden jäätymistä koskeva havainto kirjattiin tsaarin virkamiehen toimesta jo joulukuussa 1833. Talviaikana liikuttiin paljon jäällä ja turvallisuus edellytti tietoa jääpeitteen kehityksestä. Pohjois-Savon pinta-alasta liki viidennes on vettä ja alueella on 3700 kappaletta yli hehtaarin kokoista järveä, lisäksi on lampia noin seitsemäntuhatta.

Hydrologiset havainnot alkoivat samoihin aikoihin kuin Pohjois-Savon taloudellinen kehitys. Kallavedeltä avautui yhteys Saimaalle, kun Varkauden kanava valmistui vuonna 1840 ja Leppävirran Konnuksen kanava vuonna 1841. Kuopiosta Iisalmeen johdettavan vesireitin kanavoitinta käynnistyi kesällä vuonna 1845 ja työt saatiin valmiiksi vuonna 1852.

Varhaisimmat vedenkorkeushavainnot on kirjattu maaliskuulta 1863, paikkana Iisalmen reitin Onkivesi. Tämä sarja jatkuu yhä. Vedenkorkeutta havainnointiin 1900-luvun vaihteessa jo neljässätoista mittauspisteessä. Metalliset asteikkolevyt sijaitsivat pääosin kanavien rakenteissa.

Hydrologisen seurannan keskeinen tavoite on turvata alueellinen tiedontarve, joka kohdistuu veden kiertokulkuun. Seuranta tuottaa tietoa viranomaistarpeisiin, kuten operatiiviseen säännöstelyyn, vesistösuunnitteluun ja vesivarojen käyttöön. Pohjois-Savon säännösteltyjen järvien yhteispinta-ala on noin 1900 km², mikä on noin 60 % maakunnan järvien pinta-alasta. Pohjois-Savon ympäristökeskus säännöstelee noin 1300 km² suuruista vesipinta-alaa. Seurannalla tuotetaan myös tietoa tutkijoille esimerkiksi ilmasto-
muutokseen sopeutumista varten.

Hydrological monitoring has a long tradition in Northern Savonia. The first observation regarding the freezing of Lake Kallavesi, was written by an official of the tsar already in December 1833. There was a great deal of movement on the ice in winter time and safety required the development of information on ice covers. Of the surface area of Northern Savonia, almost a fifth is water and the area has over 3700 lakes with sizes over one hectare, in addition to around seven thousand ponds.

Hydrological observations began at the same time as Northern Savonia's economic development. A connection between Kallavesi and Saimaa was opened when the Varkaus canal was completed on 1840 and Leppävirta's Konnus canal in 1841. The canalisation of a water route from Kuopio to Iisalmi was started in the summer of 1845 and work was completed in 1852.

The earliest water level observations were written in March 1863 for Onkivesi on the Iisalmi route. This series still continues. There were already fourteen measurement points for water level at the turn of the 19th century. The metallic, teathed scales are located mainly in the structures of the canals.

The central aim of hydrological monitoring is to protect the availability of regional information on every part of the water cycle. Monitoring produces information for authority needs, such as the use of operative regulations, waterway designs and water resources. The combined surface area of Northern Savonia's regulated lakes is about 1900 km², which is about 60% of the province's surface area of lakes. North Savo Regional Environment Centre regulates a lake area of around 1300 km². Monitoring also produces information for researchers, for example for climate change adaptation.

Monipuoliset havainnot

Pohjois-Savon ympäristökeskus ylläpitää alueellaan hydrologisen seurannan edellyttämiä mittauslaitteita ja -rakenteita laatujärjestelmän mukaisesti. Havainnot kerätään manuaalisesti ja automaattisesti. Havainnointi on monipuolista: vesistöjen vedenkorkeudet ja virtaamat, sadanta, purovalunta, haihdunta, lumen vesiarvo, routa- ja lumitilanne, järvien jääolot, pintaveden lämpötila, pohjaveden pinnankorkeus ja laatu, maankosteus. Havaintojen taajuus vaihtelee reaaliaikaisesta, jatkuvatoimisesta mittauksesta muutaman kerran talvessa tehtäviin routamittauksiin.

Järvien vedenkorkeus- ja virtaamahavainnoinnissa on lisätty automaatiota, mutta edelleen on useita mittausasemia, joilla havainnot tehdään samoin kuin 150 vuotta sitten. Vaikka vedenkorkeuden reaaliaikaiseen seurantaan soveltuva laitetekniikka on varsin kehittynyttä, se ei kuitenkaan ole vielä täysin syrjäyttänyt perinteisiä mittausmenetelmiä. Osittain syynä on automaattisten mittauslaitteiden häiriöherkkyys sähköisille purkauksille (kesäaikana salamet). Laitteiden huolto- ja kunnossapito edellyttää myös erikoisosaamista, jota ei välttämättä ole aina helposti saatavissa.

Versatile observations

North Savo Regional Environment Centre maintains the region's hydrological monitoring devices and structures according to a quality system. Observations are collected both manually and automatically. The observations are very varied: water levels and discharges, precipitation, evaporation, snow water equivalents, frost depths, ice conditions on the lakes, surface water temperatures, the level and quality of ground waters, soil moisture. The frequency of observations varies from real time, continual operation measurements to several times a winter frost measurements.

The observations of water levels and discharges have been enhanced by automation, but there are still many measurement stations in which observations are made in the same way as 150 years ago. Even though the development of real time monitoring techniques for water levels is quite advanced, it has still however not fully displaced the traditional measurement methods. Part of the reason is that automatic measurement devices have a sensitivity to electric outbursts (summertime lightning). The care and maintenance of the devices also requires special capabilities, which are not necessarily always easily attainable.

Pohjois-Savon ympäristökeskuksen hydrologisen seurannan havaintoverkko vuonna 2008.

Northern Savonia's environment centre's hydrological monitoring observation network 2008.

Mitattava suure	Mittauspaikkoja
Järven vedenkorkeus	63
Pohjaveden pinnankorkeus	5
Pintaveden lämpötila/lämpöluotaus	5
Jäänpaksuus	5
Lumen vesiarvo	12
Virtaama	23
Pohja- ja pintaveden laatu	10
Pienet valuma-alueet	2
Maankosteus	1

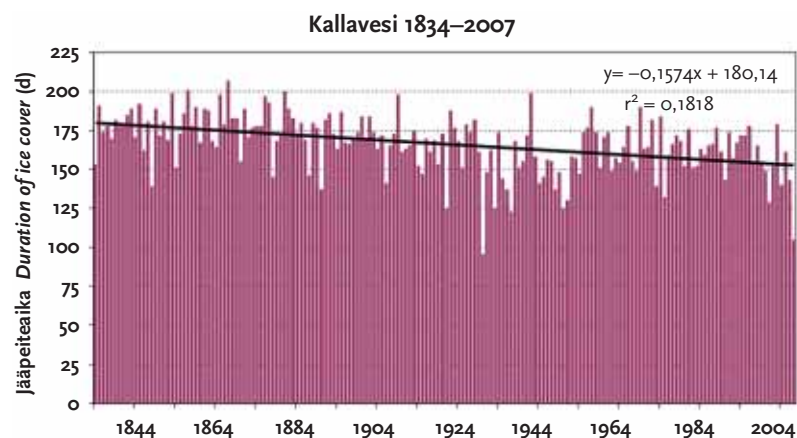
Measured quantity	Number of sites
Water level of lakes	63
Ground water levels	5
Surface water temperature/temperature sounding	5
Ice thickness	5
Water equivalent of snow	12
Discharge	23
Quality of ground and surface water	10
Small drainage basins	2
Soil moisture	1

Virtaamamittauksia tehdään vielä myös perinteisellä siivikko-menetelmällä, mutta pääosin käytetään elektronista ADCP-laitetta, joka nopeuttaa mittauksia huomattavasti. Elektronisten laitteiden luotettavuus on parantanut, mutta varsinkin pienehköissä uomissa perinteinen siivikkomittaus antaa selvityksemme mukaan systemaattisesti noin 5–10 % pienemmän tuloksen kuin elektroninen mittaus.

Vesitilanne kiinnostaa

Hydrologisella seurannalla on tärkeä merkitys kansalaisten tiedontarpeen tyydyttäjänä. Vuonna 2007 oli alueen lehdistä tai tiedotusvälineissä yhteensä noin 120 uutista, jossa käsiteltiin vesitilannetta Pohjois-Savossa. Tämä on noin viidennes ympäristökeskusta koskevasta uutisoinnista. Alueellinen seuranta täydentää valtakunnallista eikä seurannan tarve tulevaisuudessa varmaankaan vähene.

Pitkät aikasarjat muodostavat hyvän perustan luotettaville ennusteille, kun arvioidaan ilmastomuutoksen vaikutuksia ja etsitään keinoja sopeutumiseen. EU-direktiivin perusteella käynnistynyt vesienhoidon suunnittelutyö asettaa vaatimuksen hyvän ekologisen hyvän tilan saavuttamisesta vuoteen 2015 mennessä. Tulvadirektiivi edellyttää tulevaisuudessa entistäkin suunnitelmallisempaa työtä tulvien vähentämiseksi. Hydrologiset havainnot ovat ensiarvoisen tärkeitä myös jatkossa, jotta voimme perustaa päätöksemme mahdollisimman luotettavalle tiedolle.



Discharge measurements are still also made with the traditional current-meter method, but mainly electronic ADCP-devices are used, which noticeably quicken the measurements. The reliability of the electronic devices has improved, but especially in small channels the traditional current-meter measurement gives systematically about 5–10% smaller results than electronic measurements.

The water situation interests

Hydrological monitoring has an important significance in satisfying information needs. In 2007, there were all together 120 news articles in the regional media dealing with the water situation of Northern Savonia. This is about a fifth of the whole environment centre's news. Regional monitoring enhances the national network and the needs for monitoring will certainly not decrease in the future.

Long time series form a good basis for reliable forecasts and when evaluating the impacts of climate change and adapting to them. On the basis of EU directives, the planning of water management has been set demands on attaining a good ecological status by 2015. The flood directive will also require in the future systematic work in flood protection. The hydrological observations are of first rate importance also in the future, so that we can base our decisions on the most reliable information possible.

Kallaveden jääpeiteajan pituus havaintokaudella 1834–2007. Jaksojen 1834–1891 ja 1892–1949 välillä on tilastollisesti erittäin merkitsevä lyhenemä, sen sijaan jaksojen 1892–1949 ja 1950–2007 välillä ei merkitsevää eroa ole.

The period of ice cover on Kallavesi during the monitoring period 1834–2007. The shortening between the periods 1834–1891 and 1892–1949 is statistically very significant. However, between the periods 1892–1949 and 1950–2007 there is no significant difference.



Virtaamanmittaus Valkeakoskella vuonna 1913. Mittalaitteena on riippasiivikko.
Discharge measurement in Valkeakoski in 1913. The current-meter is mounted in a wire.

Virtaaman mittaaminen *Discharge measurements*

Paljonko vettä tuossa pienessä purossa lirisee? Sitä voi yrittää arvioida silmämääräisesti. Jos purossa sattuu olemaan pieni putous, tulos tarkentuu työntämällä ämpäri alle ja laskemalla täyttymiseen kuluvat sekunnit.

Suuren joen rannalla näistä konsteista ei ole apua. Mutta jos tiedetään, että uoman poikkileikkaus on esimerkiksi 10 neliömetriä ja veden virtausnopeus puoli metriä sekunnissa, virtaama saadaan kertomalla nämä luvut keskenään; siis viisi kuutiometriä sekunnissa. Suomessa tämä oivallettiin viimeistään 1700-luvun puolivälissä. Veden pinnalla kelluvan kohon nopeus arvioitiin, uoman syvyys luodattiin mittakepin avulla. Tulokset menivät aika raskeasti yläkanttiin, koska virtausnopeus pinnalla on yleensä selvästi suurempi kuin poikkileikkauksessa keskimäärin.

Siivikkomenetelmä

Insinööri Reinhard Woltmann oli esitellyt potkurinkaltaiseen laitteeseen perustuvan virtaamanmittausmenetelmän Hampurissa vuonna 1790. Tämä Woltmannin siivikkona tunnettu laite on hie-
man muunneltuna yhä käytössä. Pyörähdysten lukumäärä aikayksikössä voidaan muuntaa veden virtausnopeudeksi; kun lisäksi mitataan uoman poikkileikkauksen ala, virtaama voidaan laskea.

Woltmannin 'hydrometristä flyygeliä' käytettiin Suomessa ensimmäisen kerran kesäkuun 25. päivänä vuonna 1862. Tuolloin G. H. Öhmann ”määräsi Rokkalanjoen Patakosken vesimäärän, Viipurin läänin Johanneksen pitäjän Koskijärven kylässä”. Mainittuna päivänä koskessa virtasi vettä 80,0 kuutiojalkaa sekunnissa. Tätä mittayksikköä käytettiin aina vuoteen 1890 saakka. Varhaisin nykyisessä tietorekisterissä oleva mittaustulos on Vuoksen Räihänkoscelta syyskuulta 1897.

How much water is rippling in this small creek? It can be attempted to evaluate approximately. If the creek happens to have a small waterfall, the result can be made more accurate by pushing a bucket under the fall and calculating the seconds it takes to fill.

These tricks are of not much help when on the shore of a large river. However, if it is known that the channel's cross section is for example ten square metres and the water's flow speed is half a meter a second, the discharge can be calculated by multiplying these numbers: therefore five cubic metres per second. This was realised in Finland at least in the mid-1700s. The speed of a float on the water surface was evaluated, the depth of the channel measured with the aid of a measuring rod. The results were quite inexact, as the speed of the flow on the water surface is generally clearly greater than the mean of the cross section.

The current-meter method

Engineer Reinhard Woltmann had presented a discharge measurement method based on a propeller type device in Hamburg in 1790. This, known as Woltmann's current-meter, with a little modifying is still in use. The number of rotations in time units can be converted to the water's flow speed, when the channel's cross-section is additionally measured, thus the discharge can be calculated.

Woltmann's current-meter was used in Finland for the first time on June 25th, 1862. At that time, G. H. Öhmann “determined the amount of water in Rokkalanjoki's Patakoski rapids, Viborg county, Johannes parish, Koskijärvi village”. On the related day, 80 cubic feet of water a second flowed through the rapids. This measurement unit was used until 1890. The earliest measurement result in present data registers is from Vuoksi's Räihänkосki rapids on September 1897.

Hydrografisen toimiston perustamisen jälkeen virtaamanmittauksia tehtiin tiuhaan, 1920-luvulla yli sata vuodessa. Niinpä onkin voitu koota virtaamatilastot lähes kaikista maamme suurista vesistöistä jo vuodesta 1911 lähtien. Tilastoja on laskettu takautuvasti purkautumiskäyrien stabiilisuuteen luottaen varhemmaltakin ajalta, Vuoksesta 1847 ja Muroleenkoskesta 1864 lähtien. Valtakunnallisessa virtaamarekisterissä on nykyisin tiedot noin 20 000 havaintovuodelta.

Vuoteen 1936 mennessä virtaamanmittauksia oli tehty jo 3270 kappaletta, josta Hydrografisen toimiston aikana 2320. Mainittuina vuotena Frans Lönnfors julkaisi kaikki mittaustulokset vastaa-



Merkittävin Woltmannin jälkeinen mittaustekninen uudistus on akustinen virtaamanmittausmenetelmä (ADCP). Suomessa se otettiin käyttöön vuonna 1994. Se on helpottanut ratkaisevasti suurten virtaamien mittaamista.

The most significant innovation since Woltmann's current metre is the acoustic discharge measurement method (ADCP). It was taken into use in Finland in 1994. It has eased decisively the measurement of large discharges.

After the foundation of the Hydrographical Bureau, the discharge measurements were made quite frequently, already about a hundred a year in the 1920s. These have enabled the collection of discharge statistics from close to all of our country's largest river basins already from 1911. The statistics are calculated by relying on the stability of stage-discharge relationships from even earlier times, from Vuoksi since 1847 and from Muroleenkoski since 1864. The national discharge register nowadays contains information from around 20 000 observation years.

By 1936, a total of 3270 discharge measurements had already been made, of which 2320 were during the Hydrographical Bureau's time. In the mentioned year, Frans Lönnfors published all the measurements and the corresponding water levels in the 'Hydrographical Bureau communications' -series. A new publication on the subject appeared in 1948, the next one in 1961 followed by still two publications in the years 1968 and 1975.

Stage-discharge relationships

Stage-discharge relationship is the basis for discharge statistics. With the aid of the relationship one can determine the discharges from water level observations. The earliest preserved stage-discharge relationship was created between Vuoksi's discharge and Saimaa's water level in 1908.

The different versions of stage-discharge relationships have over one hundred years been determined thousands. Of these, 166 are still in continual use in 2007. In order to check stage-discharge relationships and to make so called ice reductions, discharge measurements were made in the latter half of the 1900s a couple of hundred a year, nowadays around a hundred.

The estimation of discharge with the aid of stage-discharge relationships has remained quite the same for over one hundred years. At the beginning of the 1900s came the aid of hydropower stations, where the dependence between power, efficiency, fall heights and discharge could have been established. Also the power stations themselves need accurate discharge information. Nowadays, discharges are received from altogether 86 stations.

vine vedenkorkeustietoineen Hydrografisen toimiston tiedonantoja -sarjassa. Vuonna 1948 ilmestyi aiheesta uusi julkaisu, vuonna 1961 seuraava ja tämän jälkeen vielä kaksi julkaisua, vuosina 1968 ja 1975.

Purkautumiskäyrät

Purkautumiskäyrät – vedenkorkeuden ja virtaaman väliset suhdetkäyrät – ovat virtaamatilastojen perusta. Käyrien avulla voidaan näet määrittää virtaamat vedenkorkeushavainnoista. Varhaisin säilynyt purkautumiskäyriä on Vuoksen virtaaman ja Saimaan vedenkorkeuden välille laadittu, vuodelta 1908.

Purkautumiskäyrien eri versioita on sadan vuoden kuluessa määritetty tuhatkunta. Vuonna 2007 niitä oli jatkuvassa käytössä 166. Purkautumiskäyrien tarkistuksia ja ns. jääredukointia varten virtaamanmittauksia tehtiin 1900-luvun jälkipuoliskolla vuosittain pari sataa, nykyisin alun toista sataa vuodessa.

Virtaamatietojen määrittäminen purkautumiskäyrien avulla on säilynyt jokseenkin samanlaisena yli sata vuotta. 1900-luvun jälkipuoliskolla tulivat avuksi vesivoimalat, joiden tehon, hyötysuhteen, putouskorkeuden sekä virtaaman välinen riippuvuus on kalibroitu. Myös voimalaitoksen käytön kannalta tarkat virtaamatiiedot ovat tarpeen. Nykyään virtaamat saadaan yhteensä 86 laitokselta.

Vedenkorkeuden ja virtaaman vuorosuhde häiriintyy pahasti talvella, kun joessa on aseman kohdalla jääpeite. Talviajan virtaamat joudutaan korjaamaan erillisin mittauksin; tehdään jääredukatio. Korjaus tehtiin 1900-luvun alkupuolella ensin vedenkorkeuslu-kemiin ja sovellettiin sitten purkautumiskäyrää. 1960-luvulta lähtien on virtaamat korjattu suoraan graafista menettelyä käyttäen. Myös purkautumiskäyrien jatkaminen mitattujen virtaamien alueelta ylöspäin ja alaspäin tarkentui 1960-luvulla. Varsinkin huipputulvat voitiin 1900-luvun loppupuoliskolla määrittää aiempaa luotettavammin. Nyrkkisääntönä voi pitää, että Suomen virtaamat tunnetaan keskimäärin vähintään viiden prosentin tarkkuudella, siis selvästi paremmin kuin vesitaseen muut tekijät.



Siivikoiden tarkistamiseksi toimi Tikkurilassa Hydrografisen toimiston kalibrintiallas vuodesta 1912 alkaen. Vuonna 1966 valmistui Säättalon kellariin Vuorikadulle kalibrointilaitos, jonka vaunun huippunopeus oli neljä metriä sekunnissa. Kapeassa tilassa tuo vauhti tuntui hurjalta. Herraseurueen ilmeistä päätellen vaunu ei ole liikkeessä. Edessä vasemmalla Allan Sirén, oikealla Heikki Simojoki. Takana vasemmalla Jaakko Saarinen, muut henkilöt ovat laitoksen saksalaisen toimittajan edustajia. – Vuorikadun laitos oli käytössä vuoteen 2004 asti, sen jälkeen siivikot on lähetetty kalibroitaviksi Ottin tehtaille Saksaan.

Current-meters were checked at Hydrographical Bureau's calibration basin at Tikkurila from 1912. In 1966, a new calibration basin was constructed in the basement of the office building at Vuorikatu. The top speed of the wagon was four metres a second; in a narrow space, the speed felt very fast. It is evident from the male company's calm expressions that the trailer is not moving. At the front on the left Allan Sirén, on the right Heikki Simojoki. At the back on the left Jaakko Saarinen, the other people are the representatives of the German deliverer company. Vuorikatu's calibration basin was in use until 2004, after which the current-meters have been sent for calibration to Ott's factory in Germany.

The correlation of the water levels and discharges is interrupted badly in winter, when the river has a cover of ice at the determining cross section. Winter discharges have to be corrected with additional discharge measurements, i.e. ice reductions are made. At the first half of the 1900s, winter water levels were lowered to take the influence of ice into account, and thereafter stage-discharge relationship was applied. From the 1960s, a graphical ice reduction method has been in use. Also the continuation of stage-discharge curves upwards and downwards from measured discharges became more accurate in the 1960s. Particularly the greatest floods are in the latter half of the 1900s more reliable than in earlier statistics. The rule of thumb can be held that Finland's discharges are known on average at least to a five percent accuracy, therefore clearly better than the water balance's other components.

Veli Hyvärinen

Jättimittaus Tornionjoella 1968 **A huge measurement on** **River Tornio in 1968**

■ Lumen vesiarvo ylitti Tornionjoen vesistöalueella keväällä 1968 siihenastiset ennätykset. Odotettavissa oli tulva, jonka arvioitiin olevan suurimpaan siellä mitattuun verrattuna ainakin kaksinkertainen. Oli siis oiva tilaisuus tarkentaa purkautumiskäyrää, kunhan vain onnistuttaisiin tekemään mittaus!

Lähdin mittausmatkalle Arvo Kohon, Mauno Ylimäen ja Arvo Heikkilän kanssa. Apuna oli Ruotsin puoleinen uittoyhdistys, jota johtajamme Allan Sirén oli pyytänyt vetämään paksun vaijerin 680 metriä leveän uoman yli, Ylitorniossa olevan levenemän kohdalle. Linaan Hydrologiselle toimistolle laatimaani matkakertomusta 11–12.6.1968:

”Iltapäivällä vaijeria ruvettiin vetämään Tornionjoen yli. Kela oli Ruotsin puolella, ja uiton suuri teräsvene veti vaijerin toisen pään Suomen puolella olevaan kiveen kiinnitettyihin pultteihin. Aivan Suomen puoleisella rannalla hinaus muodostui niin raskaaksi, että oli otettava avuksi moottoriveneen vintturi. Vaijeri kiristettiin niin, että Ruotsin puoleisella vintturilla vedettiin vaijeria kireämmälle (siis ylös pohjasta) sitä mukaa kuin kannatusveneitä ujutettiin vaijerin alle ja se nousi vedestä. Tässä oli suureksi avuksi uiton moottorivene, joka liikkui vaijeria pitkin ja nosti sitä pohjasta liu’uttamalla sitä keulansa päällä ja työntämällä vastavirtaan. Vaijeri ja seitsemän kannatusvenettä olivat paikoillaan noin klo 17. Mittauksen aloittamista myöhästytty jokea pitkin lipuva varsin hyväkuntoinen lato, joka onneksi havaittiin ajoissa ja voitiin hinata Ruotsin puolelle. Rannassa lato kuitenkin tapasi pohjaan ja katkesi kahtia. Alaosa lähti uhkaamaan vaijeria ja veneitä. Emme ehtineet saada sitä kiinni, mutta jotenkin sen kuitenkin onnistui muljahtaa vaijerin alitse aiheuttamatta muuta kuin vaijerin venymisen ja yhden kiinnityspultin taipumisen.

Varsinkin vaijerin vedossa on radiopuhelimista suuri apu näin leveissä uomissa, sillä toiselta rannalta tuskin näkee ihmisen kokoista oliota.

Uiton miehet eivät suostuneet ylitöihin moottorivenemiestä lukuun ottamatta. Kun yöstä näytti tulevan tyyni ja kaunis, päätimme joka tapauksessa

ryhtyä mittaukseen, joka pääsi alkamaan klo 21 jälkeen. Mielenkiintoista oli havaita, että vaijeri tuntui pysyvän kuin naulittuna paikoillaan, paitsi silloin kun siihen törmäsi tukkiläjä, heinäpieles tai muu joessa kulkeutuva röykkiö. Mittaus päättyi klo 3 kesäkuun 12. päivän puolella.”

Mittauksessa käytettiin rekisteröintilaitteeseen kiinnitettyä neljän siivikon sarjaa. Siivikkotankoa tarvitsi näin pitää vain pinnassa ja pohjassa, mikä helpotti huomattavasti työtä, sillä tangon pitäminen pystyssä lähes seitsemän metriä syvässä uomassa ja yli metrin virtausnopeudessa on raskasta.

Matkakertomuksesta olen näköjään jättänyt pois, että Ruotsin puolella vintturi petti kerran, ja vaijerin jännityksen kirpoaminen uhkasi lähellä olleiden henkeä. Latoa Ruotsin rantaan hinatessa Arvo Koho ratsasti sillä kuin lehmipoika. Hän pelastautui ladon hajotessa rannassa. Vaijeri kiristyi siihen osuneiden hirsikehikoiden takia hirvittävästi, kunnes virtauksen paine leikkasi ne siististi kahtia. Vaijeri heittehti venejärjestelmiseen hetken ajan hullun lailla, mutta piti. Ja olimme pelastetut. Alavirran puolella jylisi Matkakoski.

Staffan Hjort Uppsalasta apureineen otti väitöskirjaansa varten näytteitä suspendoituneesta kiintoaineesta joen poikkileikkauksen funktiona. Hänen ryhmänsä myös auttoi mittavertikaalien paikan määrittämisessä erillisellä mittanauhalla. Heillä oli hieno ja nopea moottorivene ja he olivat pynttäytyneet turvaliiveihin, mitä me urheat suomalaiset taisimme typeryksissämme naureskella. – Nykyisin minua, ryhmän vetäjää, varmaan syytettäisiin varomattomuudesta. Suomi oli 1960-luvulla vielä köyhä maa eikä pelastusliiveihin ollut varaa.

■ *The water equivalent of snow in the Tornio River Basin exceeded all records in spring 1968. Expected was a flood, which was evaluated to be at least double to all previously measured. It was therefore an excellent chance to define stage-discharge relations, if only it was possible to make the measurement!*

I left on the measurement trip with Arvo Koho, Mauno Ylimäki and Arvo Heikkilä. Assisting was on the Swedish side a log society, who our manager Allan Siren had asked to pull a thick wire rope over the 680 metre wide channel. I loaned to the Hydrological Office my written travel accounts 11–12.6.1968:

“In the afternoon, the rope began to be pulled over the River Tornio. The reel was on the Swedish side and their large steel boat pulled the wire rope to other side, with the rope on the Finnish side attached by a bolt to a rock. On the Finnish shore the dragging became so heavy that a motor boat winch had to be used. The rope was tightened so that the Swedish side pulled the rope tight (therefore up from bottom) accordingly the assisting boats passed under the

rope and it rose from the water. The boat was a large aid, which moved along the rope and raised it from the bottom by sliding it onto the bow and pulling it upstream. The rope and seven support boats were in place at about 5 pm. Measurement started late when along the river came floating a fairly good condition barn, which was luckily observed in time and towed to the Swedish side. On the coast, the barn however met the bottom and cut into two. The lower part began to menace the rope and boats. We were not able to catch it, but somehow however it went below the rope without causing anything other than a stretching of the rope and the bending of one attachment bolt.

Particularly in the pulling of the rope, a radio phone was of great help in such a wide channel, as it is not possible to see the people on the opposite side.

The Swedish loggers did not consent to overtime aside from the motor boatmen. When night appeared to be calm and beautiful, we decided in every event to begin measurements, which were able to start at 9 pm. It was interesting to observe that the rope felt as if it was nailed in place, except when it was hit by a log, post or other object moving on the river. Measurements finished at 3 AM on the 12th June.”

In the measurements we used a four current-meter series connected to a registration device. The current-meter pole needed thus to be held on the bottom and top, which eased the work noticeably, as a pole held upright in close to a seven metres deep channel and over one metre current speed was difficult.

I have left out of the trip accounts that the winch on the Swedish side failed once, and the release of the rope’s tension threatened the lives of those in close proximity. In towing the barn to the Swedish side, Arvo Koho rode it like a cowboy. He escaped injury when the barn hit the coast. The rope tightened terribly due to the timber frame, until the current’s pressure cut it cleanly in half. The rope swerved the boat system crazily for a moment but held. And we were saved. On the lower current side thundered the Matkakoski rapids.

Staffan Hjort from Uppsala took, for the purpose of his doctoral thesis, samples of suspended sediment as a function of the river’s cross section. His group also helped measure the vertical place’s definition by different tape measures. They had a fine and quick motorboat and they were dressed in life vests which we brave Finns in our carelessness would laugh at. Nowadays, I as the group’s leader would surely be guilty of carelessness. Finland was in the 1960s still a poor country and there was no allowance for life vests.

Veden laadun seuranta 1911–1931

Water quality monitoring 1911–1931

Hydrografisen toimiston ohjesääntöön sisältyi myös kaksi kohtaa, jotka edellyttivät veden laadun mittauksia ja tutkimuksia. Ohjesäännön kohta 5 velvoitti selvittämään jokien kuljettaman aineen määrää ja laatua, kohdassa 10 mainitaan ”tutkittavana ja varteen-otettavana seikkana ja asianhaarana” vesistöjen likaantuminen.

Havaintoja tehtiin joillakin paikoilla jo kesällä 1911, mutta varsinaisesti ne saatiin käynnistettyä kesällä 1913. Havaintoverkko oli varsin laaja:

- 200 näytepaikkaa: valonläpäisevyys- ja valonvaimenemiskertoimet seitsemällä eri aallonpituudella
- 100 näytepaikkaa: orgaaninen ja epäorgaaninen kiintoaine, liuennut epäorgaaninen ja orgaaninen aine, alkaliniteetti, hapentarve (kaliumpermanganaatin kulutus)
- 30 näytepaikkaa: kalkki-, kloori- ja sulfaattipitoisuus

Havaintajat saivat näytepullon ja yksityiskohtaiset ohjeet. ”Myötäseuraavaan osotekorttiin” oli painettu:

Hydrografis–Biologiset Meritutkimukset
Helsinki
Konstantiininkatu 8

Useimmilla paikoilla näyte piti ottaa 1. heinäkuuta, Kymijoen sekä Laatokkaan laskevien vesistöjen alueella kuitenkin 1. elokuuta. Lisäksi valittiin seitsemän paikkaa, joista otettiin näyte jokaisen kuukauden 1. päivä kesäkuusta 1913 kesäkuuhun 1914. Ne olivat kaikki suurten jokien varsilla. Näiltä paikoilta otetuista näytteistä tehtiin myös planktonia koskeva selvitys, jota tuona aikana voidaan pitää varsin kunnianhimoisena.

The Hydrographical Bureaus’ regulation also includes two sections, which require the measurement and research of the quality of water. The Regulation’s section 5 has the obligation to clarify the amount and quality of substances carried in the rivers, section 10 mentions “as a research and worthy of consideration as matter and circumstance” the dirtying of water ways.

Observations were in some places already in the summer of 1911, but officially they began in 1913. The observation network was quite broad.

- 200 sample locations: transparency and light attenuation coefficients at seven different wave lengths
- 100 sample locations: organic and inorganic suspended sediment, dissolved inorganic and organic matters, alkaline, oxygen demands (permanganate consumption)
- 30 sample places: carbonate, chloride and sulphate percentages

Observers received sample bottles, detailed guides and pressed “forwarding address cards”:

Hydrographical–Biological Sea Researches
Helsinki
Konstantiininkatu 8

At many places, samples should be taken on the 1st July. However in the Kymijoki drainage basin and in rivers flowing into Lake Ladoga the date was the 1st of August. Additionally seven locations were chosen where samples were to be taken on the first of every month from June 1913 to June 1914. These were all on the shores of large rivers. From these locations, plankton was also studied from the samples, which at that time can be regarded as quite ambitious.



Kalajoki kuului Hydrografisen toimiston veden laadun seurantaverkkoon. Jääpato on nostanut vedenpintaa Olmanvirran niskalla 24. huhtikuuta vuonna 1912. Joen vapautuminen jäistä on tapahtuma, jota jokivarren asukkaat ovat aina tarkoin seuranneet.

Kalajoki belonged to the Hydrographical Bureau's water quality network. An ice dam has raised the water surface at the neck of Olmavirta on the 24th April 1912. The break-up of the river is an event, which local residents of the river branch have always followed closely.

Havaitsijat olivat pääasiassa vedenkorkeusasteikoita hoitavia henkilöitä. Mittausten alueellisen kattavuuden parantamiseksi valittiin asteikkoverkon ulkopuolelta kuitenkin 14 ylimääräistä näytteenottoa paikkaa. Niinpä valtakunnan pohjoisimpia havaintoja tekivät Inarin kirkkoherra L. A. Itkonen ja Kemijärven kirkkoherra P. R. M. Heikinheimo.

Uranuurtaja Linda Holmberg

Ensimmäiset tulokset julkaistiin Suomen maantieteellisen seuran lehdessä *Fennia* vuonna 1915. Veden optisia ja kemiallisia ominaisuuksia koskevat havainnot jatkuivat eräillä asemilla aina vuoteen 1931. Tulokset julkaisi Linda Holmberg Hydrografisen toimiston tiedonantoja -sarjassa vuonna 1935. Tämä saksankielinen julkaisu on alansa klassikko Suomessa.

Linda Holmberg oli valmistunut diplomi-insinööriksi Teknillisestä korkeakoulusta vuonna 1913. Hän työskenteli Hydrografisessa toimistossa lähes neljän vuosikymmenen ajan. Koska kemialliset analyysit oli luokiteltu sivutoiksi, Holmberg nimitettiin vuon-



The observers were mainly personnel who observed the water level gauges. For improving the measured area's coverage, 14 additional sample locations were chosen from outside the gauge network. So the nation's northernmost observations were made by Inari's clergyman L. A. Itkonen and Kemijärvi's clergyman P. R. M. Heikinheimo.

Trailblazer Linda Holmberg

The first results were published in Geographic Society of Finland's paper Fennia in 1915. Observations, relating to the optical and chemical properties of water, continued at certain stations until 1931. The results were published by Linda Holmberg in Hydrographical Bureau's communications -series in 1935. This German language publication is a classic of its field in Finland.

Linda Holmberg had graduated as a diploma engineer from the Helsinki University of Technology in 1913. She worked in the Hydrographical Bureau for close to four decades. When chemical analysis was classified as a secondary occupation, Holmberg was named in 1923 as a sketcher and received as a chemist a small additional salary. Only in 1948, did she get an assistant and several years later an assistant hydrology position. The "mother" of chemical research in Finland's waterways therefore had to be satisfied for her whole career with a modest position.

Altogether, results from 22 observation stations were presented in Holmberg's publication. These were divided between nine river basins from Kokemäenjoki to Kemijoki. The northernmost observation location was Ounasjoki's Nivanniska. Altogether, 1720 results of optical analysis were published and 1870 for chemical analysis.

The amount of suspended sediment and dissolved matter is a subject, which Holmberg handled extensively. The mean of suspended sediment was highest at the measurement place at Lapuanjoki Filppulankari, 22 mg/l. The least was 1.6 mg/l at Ounasjoki Nivanniska, but the readings from Näsijärvi Naistenlahti were very similar. The greatest mean concentration of dissolved matter, 112 mg/l, was in Kyrönjoki's Skatila and the smallest 38 mg/l was from Näsijärvi.

na 1923 piirustajan toimeen ja hän sai kemistinä pienen lisäpalkkion. Vasta vuonna 1948 hän sai assistentin ja muutamaa vuotta myöhemmin apulaishydrologin viran. Suomen vesistöjen kemiallisen tutkimuksen 'äiti' joutui siis koko uransa ajan tyytymään vaatimattomaan virka-asemaan.

Holmbergin julkaisussa on esitetty tuloksia kaikkiaan 22 havaintopaikalta. Ne jakautuivat yhdeksän vesistön alueelle, Kokemäenjoelta Kemijoelle. Pohjoisin havaintopaikka oli Ounasjoen Nivanniska. Optisia analyysituloksia on julkaisussa esitetty yhteensä 1720, kemiallisia 1870.

Kiintoaineen ja liuenneen aineen pitoisuus on aihe, jota Holmberg käsittelee laajimmin. Kiintoainetta on keskimäärin eniten Lapuanjoen Filppulankarin mittauspai-
kalla, 22 mg/l. Vähiten sitä oli Ounasjoen Nivanniskalla, 1,6 mg/l, mutta Näsijärven Naistenlahden lukemat olivat aivan tämän tuntumassa. Liuenneen aineen suurin keskipitoisuus, 112 mg/l, oli Kyrönjoen Skatilasta ja pienin, 38 mg/l, Näsijärveltä.

Miten Holmbergin tulokset suhtautuvat nykyisiin pitoisuuksiin? Jorma Niemi ja Seppo Rekolainen ovat tehneet vertailun orgaanisen aineen osalta. Jakson 1962–2006 mediaanit olivat Kokemäenjoella selvästi pienemmät, Lapuan-, Kemi- ja Oulujoella hieman pienemmät sekä Siika- ja Kalajoella hieman suuremmat kuin jakson 1913–1931 mediaanit. Nämä ovat hyviä uutisia, koska monissa maissa (muun muassa Yhdysvallat, Iso-Britannia) orgaanisen aineen määrä jokivesissä on kasvanut.

Holmberg esitti myös arvioita järvien sedimentaatiokertymistä. Hän laski, että Tampereen Pyhäjärveen tulee Vanajavedestä 28 miljoonaa kiloa kiintoainesta vuodessa, Näsijärvestä vain 4 miljoonaa kiloa. Kokemäenjokeen purkautuvassa vedessä kiintoainetta on 15–22 milj. kg/a, joten kertymä on 10–17 milj. kg/a.

Hydrografisen toimiston ylläpitämät vedenlaatuhavainnot lopuivat 1930-luvun talouslamaan. Seuraavalla vuosikymmenellä tilaongelmat olivat laboratorion käynnistämisen esteenä. Vedenlaatuhavaintojen tekoa jatkettiin vasta 1961 lähtien maataloushallituksen vesiensuojelutoimiston ohjauksessa.

How do the results of Holmberg relate to the current measurements? Jorma Niemi and Seppo Rekolainen have made comparisons in the parts of organic matters.

In River Kokemäenjoki, the medians of the period 1962–2006 were clearly smaller than in 1913–31. In Lapuanjoki, Kemijoki and Oulujoki rivers they were a little smaller and in Siikajoki and Kalajoki rivers a little larger than the medians of the period 1913–1931. These are good news, because in many countries (amongst others The United States, Great Britain) the amount of organic material in river waters has increased.

Holmberg also presented valuations for the lakes' sediment accumulation. She calculated that 28 million kilograms a year of sediment entered Tampere's Lake Pyhäjärvi from Vanajavesi, only 4 million kilograms arriving from Lake Näsijärvi. There were 15–22 million kilograms of sediment in the water discharging to Kokemäenjoki River; thus the accumulation in Lake Pyhäjärvi was 10–17 million kg/a.

The water quality observations maintained by the Hydrographical Bureau stopped in the 1930s due to the economic recession. The following decades, problems with space hindered the start up of a laboratory. Water quality observations were only continued from 1961 under the guidance of the Water Protection Office of the National Board of Agriculture.

Ohjeita vesinäytteen ottajille 1910-luvun alussa

Instructions for taking a water sample (from early 1910s)

■ ”Kuukauden 1. päivä klo 8 e.p. otetaan vedenkorkeuden havainnon yhteydessä kaksi vesinäytettä ja yksi vesieläimistönäyte. Niitä varten lähetetään Teille tarpeelliset pullo ja lippo.

Vesinäytteet: Näytteet otetaan vesiasteikon läheisyydestä pistämällä pullo järveen tai jokeen vedenpinnan alle paikassa jossa vesi on puhdas. Pullo huuhdotaan. Pullo täytetään kaulan juureen asti. Korkki painetaan kovasti kiinni ja köytetään kaulan ympäri oleva lanka lujasti korkkiin. Paikka ja aika merkit pulloa seuraavalle paperiliuskalle, joka liimataan pulloa kylkeen.

Vesieläimistönäyte: Tarkoituksena mukana olevalla haavilla (lipolla) on saada näyte niistä pikkueläimistä ja -kasveista, joita järven vapaassa vedessä aina elää. Näytteen saamiseksi on soudettava veneellä jonkun matkaa rannasta, niin että tullaan puhtaaseen veteen (selänveteen). Haavi lasketaan nyt veteen ja pidetään vetonuorasta veneen perästä samalla kuin venettä soudetaan hiljakseen eteenpäin 4 minuutin aikana. Ei ole soudettava kovempaa kuin et haavi pysyy täydellisesti vedenpinnan alla. Virtaavasta vedestä näytteen voi ottaa sillä tavoin, että haavi lasketaan virran yli kulkevalta sillalta veteen ja pidetään siinä 5–6 minuuttia. Haaviin kokoontunut aines, joka näyttää limaiselta tai puuromaiselta massalta, tyhjennetään mukana olevaan spriipulloon. Kun näyte on näin otettu säilyyn, huuhdotaan haavi puhtaaksi ja kuivataan.”

■ *On the first day of the month, 8 A.M., in connection with the water level observation, two water samples are taken and one sample of aquatic fauna. For this purpose, you will receive bottles and a hoop net.*

Water samples: The samples are taken close to the water gauge by putting the bottle into the river or the lake under the surface, in a site in which the water is pure. The bottle is washed. The bottle is filled up to the neck. The stopper is pressed into the mouth of the bottle and the wire fastened to the neck is bound firmly with the stopper. The time and the site are written on a paper slip that is glued onto the bottle.

Aquatic fauna sample: The hoop net enclosed is to be used for obtaining a sample of those small animals and plants that are always living in the free lake water. To take the sample, the observer should row by a boat to a sufficient distance from the shore, for the water to be pure. The hoop net is now lowered into the water. Fastened to a rope, the hoop net should trail after the boat as it is rowed slowly during four minutes. The velocity of rowing should not be too fast so that the hoop net will stay under the water surface. A sample from flowing water can also be taken by lowering the hoop net from a bridge and keeping under water for 5–6 minutes. The substance collected in the hoop net, which looks like a slimy or pulpy mass, is put into the spirit bottle enclosed. When the sample has thus been taken, the hoop net is washed and dried.

Lunta linjoilla ja tyynyillä *Snow on courses and pillows*

Lumihavaintoja tiedetään tehdyn Suomessa jo 1750-luvulla. Tuoloin merkittiin muistiin lumisadepäivien lukumääriä Laihialla. Järjestelmälliset lumen syvyysmittaukset käynnistyivät Suomen Maantieteellisen Seuran toimesta talvella 1891–1892, ensimmäiset linjamittaukset teki Meteorologinen Keskuslaitos talvella 1922–1923.

Hydrografinen toimisto perusti 20 lumen tiheyden mittaussasema vuonna 1912. Linjamittausverkkoa saatiin kuitenkin odotella melko pitkään, sellainen luotiin vasta talvella 1935–36. Linjat olivat neljän kilometrin pituisia; syvyys mitattiin 50 metrin ja tiheys puolen kilometrin välein. Tiheys saatiin lumipuntarilla (malli Korhonen-Melander), joka on edelleen käytössä lähes alkuperäisessä, 1920-luvun asussaan.

Kun Vesihallitus perustettiin vuonna 1970, Hydrologisen toimiston linjamittausverkkoon liitettiin Maatilahallituksen vesiteknisen tutkimustoimiston lumilinjat. Nyt linjoja oli yhteensä runsaat 150, joka määrä on säilynyt viime vuosikymmenet lähes ennallaan.

Toisen lumihavaintoverkon muodostivat vuonna 1958 perustetut sauva-asemat. Männikkökankaalla oli 25 kiinteää, cm-jaoitettua mittasauvaa 40 x 40 metrin ruudukkona, läheisellä pellolla yhdeksän sauvaa, jotka muodostivat 10 x 10 metrin ruudukon. Verkkoon kuului enimmillään kaksikymmentä asemaa, mutta mittaukset lopetettiin 1980-luvun puolivälissä.

Linjamittaukset tehdään kerran kuukaudessa, huhti-toukuussa kaksi kertaa kuukaudessa, mikäli lunta vielä on. Näin voidaan hieman paremmin seurata sulannan kulkua. Sauva-asemilla mittaustiheys oli paljon suurempi, peräti kuusi kertaa kuukaudessa läpi talven.

Snow observations in Finland are known to have been made already in the 1750s. At that time, the number of snowy days in Laihia was marked down. The systematic measurement of snow depths started in the winter of 1891–1892 through the action of the Geographical Society of Finland, the first course measurements were made by the Meteorological Central Agency in the winter of 1922–1923.

The Hydrographical Bureau founded twenty snow density measurement stations in 1912. The course measurement network had to however wait quite a long time, as such was only created in the winter of 1935–1936. The courses were four kilometres long, depth was measured every 50 metres and density every half a kilometre. The density was achieved by snow scales (model Korhonen-Melander), which are still in use nowadays in close to their original 1920s form.

When the water administration was founded in 1970, the Hydrological Office's snow course network was integrated with the network of the Hydrotechnical Research Office. Now there were altogether a fair 150 observation sites, which have remained quite stable for the last decades.

The second snow observation network was formed in 1958 based on stake stations. In a pine-dominated forest, there were 25 fixed, cm-divided measurement poles in 40 x 40 metre grid, in a nearby field nine poles which formed 10 x 10 metre grid. To the network belonged a maximum twenty stations, but measurements finished in the middle of the 1980s.

Course measurements were made once a month, April-May twice a month, in so far as there was still snow. Thus the advance of melting could be better followed. The stake station's measurement density was a great deal tighter, even six times a month through the winter.

Sulannan mittalaitteet

Lumi voi tietysti sulaa pääosin parissa viikossa, joten linja- ja saumamittaustenkin antama informaatio jää puutteelliseksi. Tästä syystä 1970-luvulla otettiin tutkimuskäyttöön kaksi uutta menetelmää: lumityyny ja tihkuvesiastiat. Tyynyt valmistettiin neopreenikumista ja täytettiin jäätymättömällä nesteellä. Ne asennettiin maanpinnalle ja neste oli yhdysputken välityksellä liitetty uimurilla varustettuun mitta-putkeen. Näin voitiin seurata sulantaa tyynyn päällä eli 10 m² laajuisella alueella jopa tuntiarvojen tarkkuudella. Hydrologian toimistolla oli kaksi lumityynyä, Hyrylän raviradalla Tuusulassa ja Lammin Pääjärvellä. Edellisen havaintoja hoiti Risto Lemmelä, jälkimmäistä Oiva Urjankangas.

Hydrografisen toimiston ensimmäinen laaja lumijulkaisu oli Allan Sirénin saksankielinen selvitys lumen vesi-arvoista. Sirén esitteli työnsä Viidennessä balttilaisessa hydrologikonferenssissa vuonna 1936. Heikki Simojoki teki vuonna 1947 yhteenvedon lumipeitteen tulon ja häviämisen ajankohdista. Maunu Seppänen laati yhteensä kymmenen lumijulkaisua vuosina 1959–69, erityisesti sauva-asemien tulosten pohjalta. Hän oli myös toimiston ensimmäinen lumesta väitellyt tutkija; vuonna 1961 julkaistu väitöskirja käsitteli lumen kertymistä ja sulamista mäntyvaltaisessa metsässä eri puolilla Suomea.

Uusien mittausten menetelmien myötä voitiin 1970-luvulla käydä tarkemmin selvittämään lumen sulamiseen vaikuttavia tekijöitä. Risto Lemmelä ja Esko Kuusisto tekivät aiheesta useita julkaisuja, jälkimmäinen myös väitöskirjansa vuonna 1984. Kevättulvien ennustaminen konseptuaalisilla malleilla oli nyt mahdollista, kun tietokoneet olivat tulleet käyttöön. Kymmenen sentin paksuisella reikäkorttipinkalla sai jo kohtuullisen hyviä ennusteita, mutta myös harmaat hiukset lisääntyivät Metsätalon tietokoneen äärellä.

Kuusisto käsitteli väitöskirjassaan myös lumipeitteen alueellista vaihtelua mikro-, meso- ja makroskaalassa. Sauva-asetat ja tiheähkö linjamittausverkko antoivat tähän niin hyvät mahdollisuudet, ettei sellaisia ollut missään muussa maailmankolkassa käytettävissä.

The melting measurement devices

The snow can of course melt mainly in a week or two, so the information offered by line and stake measurements is imperfect. For this reason, two new methods of research were taken into use in the 1970s: snow pillows and drip pans. The pillows were prepared from neoprene rubber and filled with a antifreeze fluid. These were situated on the ground surface and fluid was connected by a pipe to a float well. Thus, the melting on the pillow could be monitored to even an hourly value precision. The Hydrological Office had two snow pillows, at Hyrylä's trotting track in Tuusula and in Lammi's Pääjärvi. The former site was maintained by Risto Lemmelä, the latter by Oiva Urjankangas.

The Hydrographical Bureau's first broad snow publication was Allan Siren's German language clarification of snow water equivalents. Siren presented his work at the Fifth Baltic Hydrology Conference in 1936. Heikki Simojoki made in 1947 a summary of snow cover arrival and departure dates. Maunu Seppänen made altogether ten snow publications during the period 1959–1969, particularly on the basis of stake station results. He was also the office's first snow doctor; his thesis published in 1961 handled the accumulation and departure of snow in pine forests in different parts of Finland.

Along with new measurement methods, in the 1970s the factors affecting snowmelt could be studied in more detail. Risto Lemmelä and Esko Kuusisto produced many publications on the subject, with the latter also producing a doctoral thesis on this topic in 1984. The prediction of spring floods was now possible by conceptual models, when computers had now come into use. A ten centimetre thick punch card pile could now already produce reasonably good predictions, but also grey hairs increased alongside the computers of Metsätalo.

Kuusisto handled in his doctoral thesis also the variation of snow cover in micro-, meso- and macroscales. The stake stations and a dense snow course network gave such good possibilities that those did not exist anywhere else in the world.



Lumityynyjen rakentamiseen haettiin oppia naapurista. Kenttäsymposiumin osanottajia Filefjällin lumityynyllä Pohjois-Ruotsissa elokuussa 1968.

The experience of neighbouring countries was utilized in the establishment of snow pillows. Participants of a field symposium at the Filefjäll snow pillow site in Sweden in August 1968.

Sulamisen ohella lumi voi kadota haihtumalla. Tätä aihetta oli Pentti Kaitera tutkinut Teknillisessä korkeakoulussa jo 1930-luvulla. Simojoki mittasi lumen haihduntaa 1950-luvulla, mutta pisin havaintojakso kertyi 1970-luvulla Hyrylän raviradan lumiasemalta. Tulokset muodostivat osan Risto Lemmelän väitöskirjasta.

Gammasäteitä ja satelliitteja

Aerogammaspektrometria antoi mahdollisuuden mitata lumen vesiarvoa lentokoneesta. Teknillisen korkeakoulun radiolaboratorio innostui kehittämään tätä menetelmää ja ensimmäiset laajat mitaukset tehtiin Kemijoen vesistöalueella keväällä 1982. Hydrologian toimistossa työtä johti Risto Kuittinen, jonka ei ollut vaikeaa houkutella muuta henkilökuntaa tekemään kontrollimittauksia Lapin keväthangille. Kuittinen väitteli tästä aiheesta vuonna 1988.

Tulvaennusteiden tarve kasvoi 1980-luvulla merkittävästi. Bertel Vehviläinen paneutui ennusteiden kehitystyöhön ja väitteli aiheesta vuonna 1992. Myöhemmin työ johti koko valtakunnan käsittävän, reaaliaikaisen Vesistömallijärjestelmän syntyyn. Tällä hetkellä järjestelmän ylläpito ja kehitys sekä sen avulla tehtävä tutkimus työllistävät Suomen ympäristökeskuksen hydrologian yksikössä kaikkiaan kaksitoista henkeä.

Viime vuosina lumitutkimus on painottunut satelliittien käyttöön ja ilmastomuutoksen vaikutusten selvittämiseen. Vesistömallijärjestelmä käyttää satelliitista mitattua lumen peittävyyttä laskennan tarkentamiseen keväisin. Satelliittien käyttöä hydrologisten

Lammin lumityynyn pitkäaikainen havaitsija oli juureva hämäläisisäntä Oiva Urjankangas. Hän hoiti myös lumilinjaa.

The long-time observer of the snow pillow at Lammi was sturdy Oiva Urjankangas. He also looked after the snow course.



ennusteiden tukena on kehittänyt Markus Huttunen lisensiaattityössään. Ilmastonmuutoksen keskeisenä lumeen liittyvänä aiheena on ollut patoturvallisuus, jota on tutkinut erityisesti Noora Veijalainen. Lapin kevättulvat voivat lähitulevaisuudessa jopa paheta, vaikka Etelä-Suomen lumet ovat uhanalaiset. Suurimman riskin patoturvallisuudelle muodostaa kuitenkin sadannan aiheuttamien tulvien kasvu erityisesti rannikkovesistöissä.



Tykkylunta Syötteen laella Pudasjärvellä. Puihin kertynyt lumi ei näy linjamittauksissa, mutta lentokoneesta tehdyissä gammamittauksissa se tulee mukaan, samoin malleilla laskettuun lumen kertymään.

Trees collect large amounts of snow on the high hills of Eastern and Northern Finland. This snow is not caught by the ground measurements, but aerogamma spectrometre can see it, like the snow models.

Besides melting, snow can also disappear by evaporation. This subject was already researched by Pentti Kaitera at the Helsinki University of Technology in the 1930s. Simojoki measured snow evaporation in the 1950s, but the longest observation period was collected in the 1970s from the trotting track's snow station at Hyrylä. The results formed a part of Risto Lemmelä's doctoral thesis.

Gamma radiation and satellites

An aerogamma spectrometer creates the possibility to measure the water equivalent of snow from an aeroplane. The radio laboratory of the Helsinki University of Technology was inspired to develop this method and first broad measurements were made in Kemijoki's basin in the spring of 1982. The work in the Hydrological Office was led by Risto Kuittinen, who had no difficulty in persuading other personnel in making control measurements on Lapland's spring snowdrifts. Kuittinen made his doctoral thesis on this topic in 1988.

The need for flood forecasts grew significantly in the 1980s. Bertel Vehviläinen laid down the development work of the forecasts, leading also to his doctoral thesis in 1992. Later, the work led to the birth of a national watershed simulation and forecasting system. At the moment, the maintenance and development of the system plus its aid in research employs twelve people at SYKE's hydrology unit.

Over the last years, snow research has emphasised the use of satellites and the impacts of climate change. The watershed simulation and forecasting system uses the extent of snow cover measured by satellites to make more exact calculations for spring snowmelt. Satellite use as support for hydrology predictions is developed by Markus Huttunen's licentiate work. An important snow connected subject of climate change has been dam safety, which has been researched particularly by Noora Veijalainen. Spring floods in Lapland can in the near future even worsen, although the snows in South Finland are decreasing. The greatest risks to dam safety are however formed from an increase in floods caused by rain particularly in the coastal river basins.



Johanna Korhonen

Vesistöjen jää- ja lämpöolot

Ice and temperature conditions of lakes and rivers

Tuhansien järvien maassa sisävedet tarjoavat oivallisen ympäristön virkistytymiseen sekä kesällä että talvella. Tämän takia vesistöjen lämpö- ja jääolot ovat aina olleet kansalaisten kiinnostuksen kohteena. Talvella jääpeite mahdollistaa muun muassa hiihtämisen, luistelun, pilkkimisen ja moottorikelkkailun. Koska jään kantavuus riippuu oleellisesti paksuudesta, sitä koskevat tiedot ovat myös turvallisuussyistä kysyttyjä. Kesällä sisävedet houkuttelevat veneilemään, kalastamaan, vesihiihtoon, uintiin, tai uutena lajina vesijuoksuun. Vesistöjen lämpö- ja jääoloilla on myös suuri merkitys vesien ekologialle.

Maailman pisin jääsarja

Pisin havaintosarja jäidenlähdestä Suomessa – ja koko maailmassa – on Tornionjoelta kevästä 1693 lähtien. Sen keräsi eri lähteistä Juha Kajander 1990-luvun alussa. Järvien jäätymisen ja jäänlähdön havaintoja tehtiin jo 1800-luvun alkupuolella Kallavedellä, Näsijärvellä ja Oulujärvellä. Kun vedenkorkeusasteikkoja perustettiin suuri määrä 1910-luvulla, lisääntyivät myös jääoloja koskevat havainnot merkittävästi.

Pisimmissä havaintosarjoissa on myöhäisimmät jäätymiset havaittu lähes poikkeuksetta talvella 1929–1930. Silloin höyrylaivat

Tuuli rikkoi Säkylän Pyhäjärven jääpeitteen maaliskuun lopussa vuonna 1989. Järven pohjoispäähän syntyi lähes kaksi kilometriä avovettä, etelässä viisi-metrisiä jäävalleja rannoille.

The wind broke the ice cover of Säkylä's Pyhäjärvi at the end of March in 1989. An area of almost two kilometres of open water appeared on the northern side of the lake, in the south there were five metre ice piles on the shoreline.

The inland waters of the land of a thousand lakes offer an excellent environment for refreshment both in summer and winter. Due to this, the temperature and ice conditions of the waterways have always been of national interest. In the winter, the ice cover makes possible amongst others skiing, skating, ice hole fishing and snow mobil-ing. As the strength of the ice depends essentially on its thickness, the relevant information is also a question of safety. In the summer, the inland waters attract boating, fishing, water skiing, swimming or as a new interest water running. The temperature and ice conditions of the waterways are also of great significance to aquatic ecology.

The world's longest ice series

The longest observation series of the ice break-up in Finland – and the whole of the world – is from River Tornio, beginning in the spring of 1693. The freezing and break-up of lakes were already observed at the former half of the 1800s in Kallavesi, Näsijärvi and Oulujärvi. When a large amount of the water level gauges were founded in the 1910s, observations regarding ice conditions also increased significantly.

In the longest observation series, the latest freezing was observed in the close to exceptional winter of 1929–1930. Back then, steam boats still sailed on Näsijärvi, Päijänne and Saimaa long into January. The winter of 2007–2008 broke the record in Näsijärvi by one day and Päijänne's Tehinselkä by two; the new records are the 31st January and the 4th February. At Tehi, a strong wind broke the ice cover on the 14th February in 2008. Perhaps it will not be a long time until there is a winter, when a large expanse of a Finnish lake remains free all through the winter.

seilasivat Näsijärvellä, Päijänteellä ja Saimaalla vielä pitkälti tammikuun puolella. Talvella 2007–2008 rikottiin vanha ennätys Näsijärvellä yhdellä päivällä ja Päijänteen Tehinselällä kahdella; uudet ennätykset ovat 31. tammikuuta ja 4. helmikuuta. Tehillä kova tuuli rikkoi vielä jääpeitteen osittain 14. helmikuuta. Ehkä ei ole enää kaukana se vuosi, kun jokin suuri selkä lainehtii vapaana läpi talven.

Aikaisin jäidenlähtö on useimmilla paikoilla vuodelta 1921 tai 1990. Aikaisimmillaan jäät ovat lähteneet Etelä-Suomessa huhtikuun alussa ja myöhäisimmillään Kilpisjärvellä vasta heinäkuun ensi päivinä. Lyhin jääpeiteaika eteläisessä Suomessa on kestänyt noin kymmenen viikkoa, Käsivarren Lapin pienten järvien jäätön aika puolestaan vain pari viikkoa pitempään.

Jäätymistä ja jäänlähtöä havainnoidaan monivaiheisesti. Muihin merkitään rantojen jäätyminen, lahtien jäätyminen ja koko näköpiirin jäätyminen sekä suurimmilla järvillä myös ulompien selkien jäätyminen. Jäänlähdyssä vaiheet ovat rantojen sulaminen, ulompana sulaa, jäät liikkuvat ja jäiden katoaminen näköpiiristä. Suomen ympäristökeskuksen rekisteriin tallennetaan nykyisin jäätymiset ja jäänlähdyt noin 70 järveltä. Vedenkorkeusmittausten automatisoinnin myötä nämä silmämääräiset jääpeitehavainnot ovat vähentyneet selvästi, vielä kaksi vuosikymmentä sitten niitä tehtiin yli kahdellasadalla paikalla.

Metrisiä jäitä vain Lapissa

Jäänpaksuuden mittaukset alkoivat noin kymmenellä järvellä maan etelä- ja keskiosassa jo 1910-luvulla. Mittausverkko laajeni merkittävästi vasta 1960-luvulla. Nykyisin SYKE mittaa jäänpaksuutta noin 50 havaintopaikalla. Lähes kaikki sijaitsevat järvillä, jokimittauksia tehdään ainoastaan Tornionjoella.

Havaintopaikat sijaitsevat aina vähintään 50 metrin päässä rannasta. Virtauskohtia ja muita epäedustavia alueita pyritään välttämään. Jäänpaksuutta mitataan kolme kertaa kuukaudessa, joka kerta kolmesta eri kairausreiästä. Jään kokonaispaksuuden lisäksi mitataan kohvajään paksuus, lumen syvyys ja vesipinnan korkeus suhteessa jäähän.



Kohoava vedenpinta halkaisee pienehköissä joissa jääpeitteen uoman keskeltä. Seuraavassa vaiheessa jäät irtoavat rannoilta, sitten telit lähtevät virran matkaan.

A rising water surface splits the ice at channel centre, at the following stage the ice comes loose from the shores, then the floes leave with the current.

Suurin SYKEN valtakunnallisella havaintopaikalla mitattu jäänpaksuus on ollut Tornionjoella, 125 senttiä vappuna 1985. Järvien osalta ennätystä haltioi Kilpisjärvi: 114 senttiä kevättalvella 1966. Etelä-Suomen suurin virallinen lukema on 84 cm, sen jakavat Säkylän Pyhäjärvi ja Tammelan Kuivajärvi ja vuosi on 2003. Yli metrin paksuisia jäitä on valtakunnallisilla havaintopaikoilla mitattu ainoastaan Oulujoen vesistöalueen pohjoispuolella. Alimmillaan talven suurimmat jäänpaksuudet ovat olleet maan eteläosassa vain 30 cm, viimeksi Päijänteen Tehinselällä vuosina 2007 ja 2008. Lapissa on joskus jääty puolen metrin tuntumaan.

Lämpöolot

Veden lämpötilan mittauksia tehtiin satunnaisesti jo 1800-luvulla, mutta pisin yhtenäinen päivittäinen havaintosarja on Saimaan Lauritsalasta 1916 alkaen. Suurin osa lämpötilamittauksista alkoi vasta 1960-luvulla. Havainnot tehtiin aluksi vedenkorkeusasteikoiden yhteydessä, eivätkä ne näin ollen edustaneet koko järveä erityisen hyvin. Nykyisin tilanne on jonkin verran parempi.

Kaikkiaan hydrologisessa rekisterissä on pintaveden lämpötilahavaintoja lähes 80 asemalta, joista 35 on edelleen toiminnassa. Kesäaikaisen pintaveden lämpötilan lisäksi mitataan pystysuuntaisia profiileja syvänteillä ympäri vuoden kymmenellä havaintopaikalla eri puolilla maata. Varhaisimmat luotaushavainnot aloitettiin 1960-luvulla.

Lämpötila mitataan aamukahdeksalta, iltapäivällä lukemat olisivat hieman korkeampia. Valittu kellonaika perustuu samanaikaiseen vedenkorkeuden luentaan. Koska mittaukset tehdään rannan tuntumassa, ne eivät kuvaa koko järven lämpötilaa. Suurten järvien ulapoilla vesi lämpenee alkukesästä hitaammin ja jäähtyy syksyllä myöhemmin kuin rantavedet.

Syksyllä 2007 rekisterissä oli noin 260 pintaveden lämpötilahavaintoa, jotka ylittivät 25 astetta. Tämän ilman hellerajan ylityksiä on havaittu kaikkiaan 32 mittauspaikalla. Korkeimmat lukemat ovat olleet 29 asteen tuntumassa. Pohjois-Lapissa 'hellerajaa' ei ole koskaan ylitetty, Inarin Nellimvuonossa heinäkuussa 1972 mitattu

The earliest break-ups of ice in many observation sites are from the years 1921 or 1990. These earliest departures of ice are in South Finland at the beginning of April, while the latest have occurred in early July in Lake Kilpisjärvi in Lapland. The shortest periods of ice cover on the lakes of South Finland have lasted around ten weeks. In North West Lapland, the small lakes remain ice free only a couple of weeks longer.

The freezing and break-up of ice are observed at many stages. Records are marked for near-shore freezing, bays freezing, the whole visual range freezing and the freezing of large open stretches. The stages of the break-up are shores melting, out of shores melting, ice in movement and no ice within sight. To SYKE's ice register is recorded at present observations from about 70 lakes. With the automation of water level measurements, the ice cover observations have clearly decreased; only two decades ago these were made at over 200 locations.

One metre ice, only in Lapland

Ice thickness measurements began in around ten lakes in the South and Central Finland already in the 1910s. The measurement network only expanded significantly in the 1960s. Nowadays, SYKE measures ice thickness at about 50 observation locations. Close to all are located at lakes; river measurements are made only on the Tornio River.

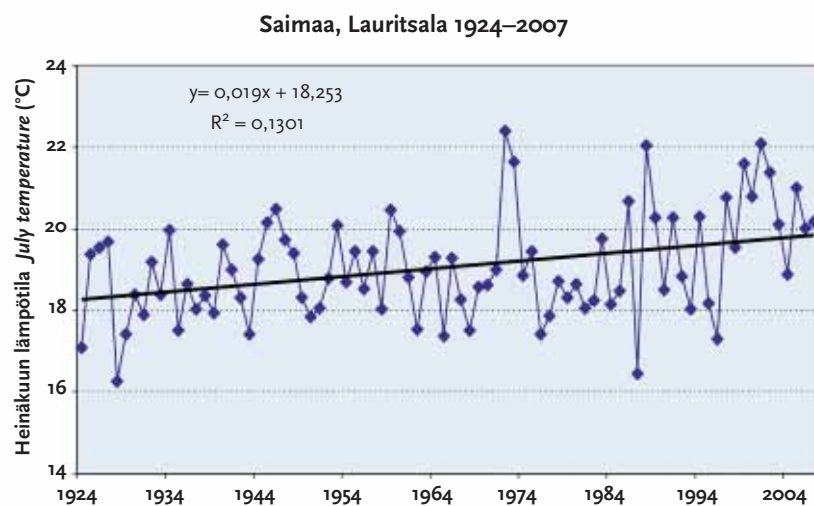
The observation locations are always situated at least 50 metres from the shore. Sites with currents and other unrepresentative regions are attempted to be avoided. The ice thickness is measured three times a month, each time from three different drill holes. In addition to the total thickness of the ice, the snow ice thickness, snow depth and water surface in relation to the ice is measured.

The largest measurement of ice thickness in SYKE's national observation places has been on Tornio River, 125 cm on Mayday 1985. Of lakes, the record is at Kilpisjärvi: 114 cm in early spring 1966. South Finland's greatest official reading is 84 cm; it is shared between the lakes of Säkylä's Pyhäjärvi and Tammela's Kuivajärvi in 2003. Measurements of ice that is over one metre thick, at national observation sites have only been made north of Oulujoki River Basin. At its lowest, the winter's largest ice thickness has been in the South only 30 cm,

24,3 astetta on ennätys. Kilpisjärvellä ei ole koskaan rikottu kahdenkymppin rajaa.

Pisimpään seuratulla Saimaan Lauritsalan havaintopaikalla 20 asteen raja on jäänyt rikkomatta neljänätoista kesänä. Eniten ylityspäiviä kertyi vuonna 2002, jolloin pintavesi pysyi heinäkuun alusta syyskuun alkuun kakkosella alkavissa lukemissa.

Pintaveden lämpötilat ovat keskimäärin ylimmillään heinä–elokuun vaihteessa, syvänteiden pohjilla vasta syys-lokakuussa. Kesällä lämpimän pintaveden ja alusveden välinen lämpötilaero on aika usein toistakymmentä astetta. Sekä syksyllä että keväällä täyskieron aikaan koko vesimassa on kauttaaltaan tasalämpöistä. Talvella vallitsee käänteinen kerrostuneisuus.



Saimaan pintaveden heinäkuun keskilämpötilat vuosina 1924–2007. Aikasarjassa on noin 1,5 asteen nousutrendi, joka on tilastollisesti merkitsevä.

Saimaa's average surface water temperatures for July 1924–2007. The time series contains a rising trend of about one and half degrees, which is statistically significant.

in Päijänne's Tehinselkä in the years 2007 and 2008. In Lapland, ice has sometimes been around half a metre.

Temperature conditions

Water temperature measurements were made sporadically already in the 1800s, but the longest continual daily observation series is from Saimaa's Lauritsala from the beginning of 1916. The greatest part of the temperature measurements started only in 1960. The observations were made at the beginning in connection with water level stations, neither did they thus represent the whole lake very well. The present situation is in some way better.

In the hydrologic register there are surface water temperature observations from close to 80 stations, of which 35 are still in operation. In addition to surface water temperatures, measurements are taken of vertical profiles of depths around the year in ten observation locations at different parts of the country. The earliest of these sounding observations started in the 1960s.

Temperatures were measured at 8 am, afternoon readings would be a little higher. The chosen time is based on the reading of the water level at the same time. Because measurements are made near to the shore, these do not describe the temperature of the whole lake. The wide, open stretches of large lakes heat up at the beginning of summer slower and freeze in autumn later than near-shore waters.

In the autumn of 2007, the register had about 260 surface water temperature observations, which exceed 25 degrees. These exceptionally high values have been observed in 32 measurement places. The highest readings have been around 29 degrees. In North Lapland "the heat wave limit" has never been exceeded. The record of 24.3 degrees was measured in July 1972 in Inari's Nellinvuono. Kilpisjärvi has never broken the 20 degrees limit.

The longest monitored Saimaa's Lauritsala observation location has not exceeded 20 degrees for fourteen summers out of 84. The highest number of exceeding days was accumulated in 2002, when the surface water remained from the beginning of July to the beginning of September in the twenties.

SYKEN havaintoaineistosta on myös etsitty yli tuhannen kylmän kiven heittäjät, toisin sanoen ne päivämäärät, jolloin pintavesi on viilennyt voimakkaimmin. Jaakko ei kisaa voittanut, vaan Toimi, joka juhlii nimipäiväänsä 6. elokuuta. Kylmien kivien heittäjät jakautuvat kuitenkin pitkin kesää eikä Toimin voitto suinkaan ollut ylivoimainen.

The surface water temperatures are on average highest at the end of July, and the beginning of August, in deep waters only in September–October. In the summer, the difference in temperature of the surface water and under water is quite often in double figures. In autumn and summer circulation time, the whole water mass has a uniform temperature. In winter an inverse stratification dominates.

Esko Kuusisto

Kuivuuskin on kiusannut Suomea *Drought has also troubled Finland*

Suomi on vesivaroiltaan EU:n ykkösmaa, jos mittana ovat vesivarat asukasta kohti. Silti meillä on joskus myös kuivuusongelmia, viimeksi vuosina 2002–2003. Suomen vesivaje oli tuolloin pahimmillaan noin 60 miljardia kuutiometriä eli runsaat kolme päijänteellistä. Liki puolet vajeesta oli pohjavesivarastoissa, neljännes maaperässä pohjaveden pinnan yläpuolella ja loppuosa järvissä. Tasaisesti yli valtakunnan levitettynä vaje vastasi 180 millimetrin vesikerrosta.

Pahin kuivakausi koetteli Suomea jatkosodan aikana, vuosina 1941–1942. Järvistämme on tuolta ajalta kattavat vedenkorkeushavainnot, joiden mukaan järvien vesivaje kohosi kevättalvella 1942 lähes kaksi kertaa niin suureksi kuin vuonna 2003. Myös jokien virtaamat olivat pienet, esimerkiksi Kymijoen alivirtaama oli 36 m³/s ja Kokemäenjoessa 24 m³/s. Nämä lukemat ovat vain runsas kymmenesosa keskivirtaamasta. Vaikka pohja- ja maavesivarastoja on mitattu vasta 1970-luvulta lähtien, myös niiden vajeet ovat varmasti olleet talvella 1942 selvästi suuremmat kuin vuonna 2003.

Kevättalven 1942 kuivuus oli usean vähäsateisen vuoden aiheuttama. Vuosina 1939 ja 1940 sadannan vaje oli Etelä- ja Keski-Suomessa 20–30%, Lapissa 10–15%. Vuosi 1941 oli lähes koko Suomessa viime vuosisadan kuivin. Ainoastaan elokuussa satoi runsaasti, kaikkina muina kuukausina sademäärä jäi keskimääräistä pienemmäksi lähes koko maassa. ”Vain vähäinen matalanmutka” oli usein toistuva ilmaus tuon vuoden sääkatsauksissa.

Vuosien 1941–1942 kuivuus aiheutti monia haittoja sotaa käyvässä Suomessa. Vesivoimalla kehitetyn sähkön määrä oli näinä

Finland is the number one water resource country in the EU, if measured towards water resources per capita, yet we also have sometimes drought problems, with the last being in the years 2002–2003. Finland's water deficit was back then at its worse about 60 billion cubic metres or a fair three Päijännes, the second largest lake of the country. Almost half of the deficit was in the ground water stores, a fourth in the soil moisture storage and the rest in the lakes. The deficit corresponded a layer of 180 millimetres spread over the country.

The worst dry period was experienced by Finland during the years of continuation war in 1941–1942. According to observations the flows in major rivers were really low, for example in River Kymijoki the minimum was 36 m³/s and in River Kokemäenjoki 24 m³/s. These readings are only a fair tenth of the mean discharge. Even though the groundwater and soil moisture storages have only been measured from the 1970s, also these deficits in the winter of 1942 have surely been clearly larger than 2003.

The deficit of early spring 1942 was the cause of many years of low precipitation. In the years 1939 and 1940, the precipitation deficit was in the south and middle of Finland 20–30%, in Lapland 20–15%. The year 1941 was the driest in close to the whole of Finland for the last century. Only in August did it rain a lot, in all the other months the precipitation remained less than the average in almost the whole country. “Only a slight low pressure” was often a repeated expression for the weather of that year.

The drought of the years 1941–1942 caused many disadvantages in the war enduring Finland. The amount of electricity developed by hydropower was back then, only a half of that produced in the final



Kun miehet ja hevoset olivat sodassa, kotirintamalla oli otettava kaikki keinot käyttöön. Marjatta (vas.) ja Orvokki ovat valjastaneet pässin vesitonkan vetäjäksi.

When men and horses were at war, no stones could be left unturned at the home front. The girls have harnessed a ram to draw the water carriage.

vuosina vain puolet 1930-luvun loppuvuosien tuotannosta. Osin vähennys johtui Vuoksessa sijaitsevien Enson ja Rouhialan voimalaitosten menettämisestä talvisodan rauhassa Neuvostoliitolle. Kivihiilestä oli kova pula ja halkojen polttaminen hiilivoimaloissa vaurioitti niiden kattiloita. Takaisin vallatun Rouhialan käynnistäminen helmikuussa 1942 helpotti tilannetta.

Maataloudessa saatiin kesällä 1941 heinää vain puolet ja leipäviljaa kaksi kolmasosaa normaalivuoden sadosta. Seuraavana talvena kansa söi perunaa ja lanttua, jonkin verran viljaa tuotiin Saksasta. Kaivojen kuivuminen kiusasi karjatiloja eikä veden kuljetus ollut helppoa, kun miehet ja hevoset olivat sodassa. Tiedotusvälineissä vesipulan aiheuttamista ongelmista ei sotasensuurin takia juuri kerrottu.

Heinäkuussa 1942 säätyyppi muuttui sateiseksi etenkin Etelä- ja Keski-Suomessa. Vuoden 1942 jälkipuoliskolla sademäärä oli laajoilla alueilla suurempi kuin koko edellisen vuoden aikana. Talvella 1942–1943 lumipeite oli paksu ja kevättulvat runsaat, Oulujoen vesistöissä koko viime vuosisadan suurimmat.

Luonto siis korjasi tilanteen tehokkaasti. Sota-ajan kuivakausi loistaa hydrometeorologisissa tilastoissa suurena poikkeuksena. Vuoden 1941 sademäärän toistumisajaksi eri puolilla Suomea saadaan kerran 100–150 vuodessa, monien järvien alhainen vedenkorkeus ja jokien niukka virtaama ovat tilastollisesti tätäkin harvinaisemmat.

years of the 1930s. Part of the decrease was due to the fact that the Enso and Rouhiala hydrostations on the River Vuoksi had been lost to the Soviet Union as part of the peace after the winter war. There was a vast shortage of coal and the burning of logs in coal fired power stations damaged their cauldrons. The regained Rouhiala's restart in February 1942 eased the situation.

In agriculture in summer 1941, only half of the normal harvest of hay was collected and only two thirds of wheat. The following winter, the citizens ate potatoes and turnips, some amount of grain was imported from Germany. The drying of wells disturbed cattle farms and neither was transportation of water easy, when the men and horses were at the war. Problems caused by the water shortage were not able to be told in communications due to war sensors.

The weather changed in July 1942 to rain, particularly in South and Middle Finland. In the latter half of 1942, the amount of precipitation was in a large area greater than for the whole previous year. The snow cover of the winter 1942–1943 was thick and there were many floods, the greatest in a century in the Oulujoki River Basin.

Nature therefore repaired the situation efficiently. The war time drought shines out within the hydrometeorological statistics as great exception. The chances of the 1941 precipitation amounts in wide regions of Finland are one per 100–150 years, many of the lakes' low water levels and the rivers' scant flows are also statistically very rare.

Puroissa virtaa tietoa *Creeks flow with information*

Vesilain mukaan puro on ”jokea vähäisempi virtaavan veden vesistö”. Hydrologisen tiedon lähteenä puro voi sitä vastoin olla jokea suurempikin, koska monia ilmiöitä voidaan pienellä valuma-alueella tutkia tarkemmin kuin isossa vesistössä. Erityisesti puroja on käytetty selvittäessä valuntaan vaikuttavia aluetekijöitä, joita ovat esimerkiksi maalajit, maankäyttö, puuston määrä ja kaltevuussuhteet.

Myös tarkkoja mittaustuloksia saadaan purovesistöistä yleensä pienemmin kustannuksin kuin suurilta valuma-alueilta. Tämä koskee niin aluetekijöitä kuin sade- ja lumioloja. Myös Suomen geologisia oloja voidaan pitää purovesistöjen kannalta edullisina suhteellisen ehjän kallioperän ja ohuiden maakerrosten takia, toisin sanoen vuodot mittauspaikan ohitse tai alitse ovat epätodennäköisiä.

Pienten valuma-alueiden historia on Suomessa kansainvälisestikin vertaillen pitkä. Jo Pekka Kokkonen sai vuoden 1930 paikkeilla aikaan 32 aluetta käsittävän havaintoverkon; hän johti tuolloin maataloushallituksen kulttuuriteknilisiä tutkimuksia. Alueet olivat kooltaan 12–700 km² ja valumanmääritys tehtiin vesiasasteikoiden avulla. Tätä havaintoverkkoa kehitti ja laajensi Pentti Kaitera 1930-luvun alkupuolella niin, että alueiden luku kohosi noin viiteenkymmeneen. Alueilla oli järviä 0–30 % kokonaisalasta.

Lähtökohdaksi järvettömyys

Vanha havaintoverkko uusittiin täysin 1950-luvun lopulla. Kaikille alueille rakennettiin mittapadot ja vedenkorkeutta alettiin seurata limnigrafeilla. Patoaukkojen muoto oli suunniteltu sellaiseksi, että pienet valumat saatiin mitattua aiempaa tarkemmin. Tutkimuksellisesti oli tärkeää löytää riippuvuuksia niin valuman ja meteorologisten tekijöiden kuin valuman ja alueen ominaisuuksien vä-

According to the Water Act, a creek is “a channel of flowing water smaller than a river”. As a source of hydrological information a creek can however be larger than a river, because many phenomena can in a small catchment be researched better than in a large river basin. Particularly, creeks are used in the clarification of basin factors affecting runoff, for example soil types, land use, forest stands and mean land slope.

Also detailed measurement results are gained from creeks generally with smaller costs than from large drainage basins. This regards both basin characteristics and precipitation and snow conditions. Also Finland's geological conditions can be held favourable for creek research because of solid bedrock and thin earth layer, in other words, for example the leakages passing the measuring weir are unlikely.

The history of small drainage basins is in Finland long, also when compared internationally. Already in 1930, Pekka Kokkonen got an observation network consisting of 32 areas; in those days he was in charge of the hydrotechnical research of the National Board of Agriculture. The areas were of the sizes 12–700 km² and runoff was obtained by rating curves from ordinary staff gauges. This observation network was developed and expanded by Pentti Kaitera at the beginning of the 1930s that the number of areas rose to about fifty. The lake percentages of these basins varied between 0–30%.

The absence of lakes as a starting point

The old observation network was fully renewed in the 1950s. To all the areas were constructed measurement weirs and limnigraphs. The shape of the weir openings was designed such that small minimum flows were able to be measured in more detail than previously. For research, it was important to find the dependence of runoff variables on both meteorological factors and basin characteristics. The latter were

lillä. Niinpä maastotekijät selvitettiin varsin työlästä pisteittäistä linja-arviota käyttäen. Uuden verkon alueisiin ei sisällytetty järviä, sillä katsottiin – perustellusti – niiden vievän pohjan muiden alue-tekijöiden vaikutuksen selvittämiseltä. Näin aikaansaatu havaintoverkko on jonkin verran suppeampana yhä käytössä. Hydrologisen palvelun satavuotisjuhlien ohella voidaan 2008 katsoa vietettävän tämän verkon 50-vuotispäiviä.

Uusia projektiluonteisia valuma-alueita perustettiin runsaasti 1960-luvun lopulta alkaen Pertti Seunan johdolla. Hän johti pienten alueiden toimintaa ja tutkimusta erityisesti hydrologian osalta yli 30 vuoden ajan. Tavoitteena oli muun muassa selvittää maa- ja metsätalouden toimenpiteiden vaikutuksia veden määrään ja laatuun. Tavallisesti oli käytössä vertailualue menetelmä; yksi alue pidettiin entisellään, toisella tai muilla tehtiin tutkittavat toimenpiteet.

Erityisesti hakkuiden ja metsäojituksen vaikutuksia tutkittiin runsaasti. Hakkuiden todettiin lisäävän niin ali-, keski- kuin ylivalumia. Esimerkiksi keskivalunta kasvoi 5–10 mm vuodessa, kun puuta poistettiin 10 m³ valuma-alueen hehtaaria kohden. Myös aikoinaan erittäin laajamittaiset metsäojitukset lisäsivät useimmiten valuntaa erityisesti alkuvuosina. Myöhemmin valunta kuitenkin vähenee muun muassa puuston kasvun vuoksi ja saattaa lopulta päätyä alkuperäistä pienemmäksi.

Projektialueita perustettiin niin paljon, että seurantaverkkoon kuului enimmillään yli 90 puroa. Monet projektialueista olivat perusalueita kevyemmin varustettuja; muun muassa mittapatojen rakenteena käytettiin maahan juntattua teräslevyseiniä, joka oli oleellisesti halvempi kuin varsinainen mittapato. Nämä projektitutkimukset toteutettiin usein yhteistyönä muiden toimijoiden kuten metsähallinnon kanssa. Myös työllisyysvaroilla oli perustamisessa usein merkittävä, jopa ratkaiseva rooli.

Maasojan koekenttä

Vesiteknillisten tutkimusten alkuvaiheita edustaa toiminta Vihdin Maasojalla, jonne kansainvälisten oppien mukaan perustettiin vesitaloudellinen koekenttä vuonna 1938. Tältäkin osin on siis juh-



Vuonna 1958 rakennettu Niittyjoen betoninen mittapato lähellä Kouvola. Padon vieressä on opastetaulu, koska luontopolku poikkeaa myös padolla. Valuma-alueen ala on 29,7 km², vuoden keskivaluma 8,3 l/s km².

The concrete-made measuring weir of Niittyjoki near Kouvola was constructed in 1958. It has also been signposted, because there is a nature trail. The basin area is 29.7 km², mean annual runoff 8.3 l/s km².

estimated with laborious line investigations. The new network does not include lakes, as they are viewed – justifiably – too dominating as compared to other basin factors. The generated network is largely still in use. Together with the hydrological service's one hundred years celebration, 2008 will see the 50 years birthday of the network.

New project nature drainage basins were founded richly at the end of the 1960s led by Pertti Seuna. He led small area operations and research particularly on the hydrology parts for over 30 years. The aim was amongst others to investigate the effect of agricultural and forestry measures to water quantity and quality. Normally, use comparison area methods were applied; one area was held unchanged, a second or others were subject to measures.

lavuosi menossa, 70 vuotta tulee täyteen. Kentän pääarkkitehtina toimi Matti Wäre ja keskeisimpänä tavoitteena oli tutkia pohjaveden korkeuden vaikutusta viljelyskasvien satoihin. Monipuoliset meteorologiset havainnot kytkettiin mukaan alusta pitäen ja havaintosarjat ovatkin poikkeuksellisen katkottomat jopa sota-ajalta. Esimerkiksi Hovin neljän kilometrin pituisen lumilinjan perusteella on mahdollista tarkastella lumiolojen muutoksia pitemmältä ajalta kuin missään muualla Suomessa.

Maasojan läheisyyteen perustettiin 1950- ja 1960-luvuilla useita pieniä valuma-alueita, muun muassa Hovin peltoalue, jolla salaojavedet ja pintavedet pystytään erottamaan. Hovin salaojituksen teho on vuosien mittaan heikentynyt, todennäköisesti lähinnä maan tiivistymisen myötä. Pintavalunnan osuus on 30 vuodessa kasvanut vuositasolla 20 prosentista 60 prosenttiin ja kesäylivaluman osalta nolasta 50 prosenttiin. Nämä muutokset voivat heijastella tulvaherkkyyden yleistä lisääntymistä vanhoilla peltovaltaisilla alueilla, esimerkiksi Keski-Euroopassa. Hoviin on myöhemmin perustettu kosteikko, jonka vaikutuksia ravinteiden pidättymiseen tutkitaan intensiivisesti. Maatalouden vesiensuojelun kannalta tutkimus antaa arvokasta tietoa käytännön suunnitteluun.

Maataloudellisen kastelun yleistyessä perustettiin Maasojalle 1960-luvulla sadetuskoejärjestely. Sen tulokset kertoivat, että viljelykasvien sadetus oli kannattavaa kahdeksana vuotena kymmenestä silloisilla hintatasoilla. Seuraavalla vuosikymmenellä hintasuhteet muuttuivat kustannusten nousun (öljykriisi, työvoima) ja viljan hinnan laskun vuoksi niin, ettei peltojen sadetus enää ollut kannattavaa Suomen oloissa.

Esivesi ja uusivesi

Prosessitutkimukset tulivat kuvaan 1970-luvulta alkaen. Niistä voidaan mainita veden alkuperää selvittävä isotooppitutkimus, jossa tehtiin kiinteää yhteistyötä saksalaisten, ruotsalaisten ja slovakialaisten kanssa. Veden imeyntää selvitettiin infiltraatiomittausten avulla. Hyvät henkilökohtaiset yhteydet mahdollistivat hedelmällisen kansainvälisen vuorovaikutuksen hyvin konkreettisella tasolla.

Particularly, the influence of fellings and forest drainage was researched a great deal. Fellings were proven to increase both minimum, mean and maximum runoff. For example, mean runoff increased by 5–10 mm a year, when 10 m³ of wood was removed in the drainage area per hectare. Also very broad forest drainage increased in most cases runoff particularly in the beginning years. Later, runoff however decreases amongst others because of forest stand growth and may after some years be less than before.

So many project areas were founded that at most over 90 creeks belonged to the monitoring network. Many of the project areas were lighter equipped as basic areas; amongst others measuring weirs were built build using steel plate walls, which were essentially cheaper than a proper weir. These project researches were often realised as co-operation with other operators such as the forest administration. Also employment resources were often significant in the foundation, even a decisive role.

Maasoja's test field

The starting stages of hydro-technological research are represented by the operation at Vihti's Maasoja, where according to international doctrines an experimental field was established in 1938. This field is thus also undergoing celebrations, 70 years. The field's main architect was Matti Wäre and the central aim was to study the influence of ground water levels on agricultural harvests. The versatile meteorological observations were connected at the start and the observation series have also been exceptionally unbroken even during war time. For example, at Hovi's four kilometre long snow course, it is possible to check snow condition changes for a longer period than anywhere else in Finland.

Many small drainage basins were founded in the vicinity of Maasoja in the 1950s and 1960s, amongst others Hovi's agricultural area, where underdrainage and surface waters were kept apart. The efficiency of Hovi's underdrainage has weakened over the years, probably due to the compaction of soil. The share of surface runoff has over 30 years grown on a yearly level from 20 percent to 60 percent and on



Sulamisvedet virtaavat Ranuan Kotiojan mittapadolla. Alue perustettiin vuonna 1976 metsätalouden vaikutustutkimuksia varten.

Meltwaters are flowing over the measuring weir of Kotioja at Ranua parish in Northern Finland. The weir was built in 1976 to study the impacts of forestry on hydrology and water quality.

Isotooppimittauksilla pyrittiin erottamaan sateesta ja lumen sulamisesta peräisin oleva 'uusivesi' maaperässä jo aiemmin olleesta 'esivedestä'. Tämä onnistui käyttäen vedessä luonnostaan olevaa O^{18} -isotooppia. Tulokset osoittivat, että Suomen oloissa metsäisellä valuma-alueella lähes kaikki valuntana purkautuva vesi on vanhaa esivettä jopa tulva-aikana. Peltoalueella taas valtaosa valunnasta on alkuperältään uutta vettä huolimatta siitä, että vesi purkautuu pääosin salaojien kautta.

Viime vuosina on pienten alueiden tutkimusvolyyymia vähennetty niin, että toiminnassa on vajaa 40 aluetta. Toisaalta tutkimusten intensiteetti on parantunut automaation myötä. Nyt voidaan selvittää esimerkiksi ravinteiden ja muiden aineiden huuhtoutumisen

the part of the summer maximum runoff from 0 to 50 percent. These changes can reflect the increase in general flood sensitivity of old field areas, for example in Central Europe. To Hovi were later founded wetlands, whose influence on the retaining of nutrients was studied intensively. For agricultural water protection, the research gives valuable information on the planning of practices.

With the increase of irrigation in Finland, an experimental irrigation system was founded in Maasoja in the 1960s. Its results told that the irrigation of crops was economically feasible in eight years of ten at the cost level of those days. In the following decade, the price of oil and manpower went up while crop prices decreased, so that the irrigation of fields was no longer worthwhile in Finland.

Pre water and new water

Process researches came into the picture at the beginning of the 1970s. Of these we can mention the isotope research concerning the origin of runoff, which was done in fixed co-operation with the Germans, Swedish and Slovaks. Water seepage was clarified with the aid of infiltration measurements. Good personal contacts made possible fruitful international interactions at a very concrete level.

With isotope measurements, it was attempted to separate from rain and snow melt originated 'new water' from the 'pre-water', which was in the soil already earlier. This was successful by using the natural O^{18} isotopes. The results indicated that in Finland's forested areas, close to all runoff was old pre-water even at times of floods. Again in cultivated areas, a great part of the runoff is new water, regardless that the water discharged mainly through underdrainage.

Over the last years, the volume of creek research has decreased so that a little less than 40 areas are in operation. On the other hand, the intensity of the research has improved due to automation. Now for example, we can clarify the washout mechanism of nutrients and other material and short time fluctuations. Therefore, it is important to preserve the operation of long term observation series, whose significance and value will be emphasised particularly in climate change research.

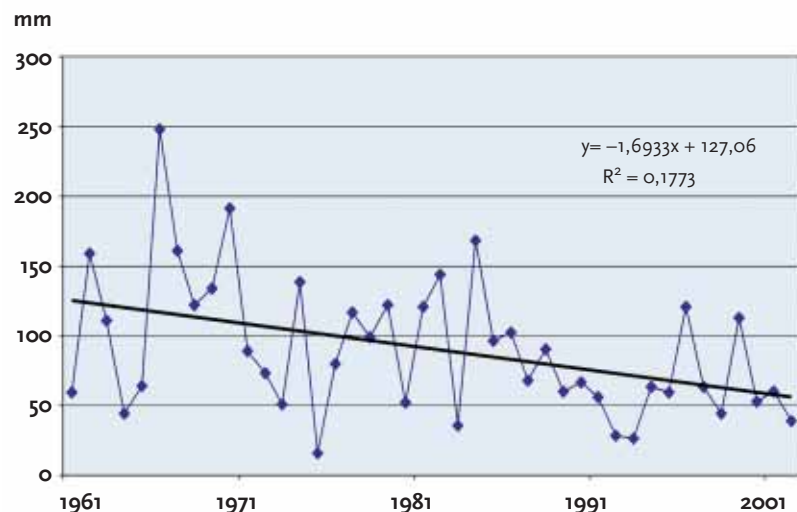
mekanismeja ja lyhytaikaisia vaihteluita. Silti on tärkeää säilyttää toiminnassa pitkäaikaisia havaintosarjoja, joiden merkitys ja arvo korostuvat erityisesti ilmastonmuutostutkimuksissa.

Mikäli pienten valuma-alueiden aineistoa pyritään käyttämään yhtenäisesti, 30–40 alueen määrää lienee pidettävä tilastolliselta kannalta miniminä. Verkkoa olisi hyvä täydentää muutamalla taajama-alueella. Automaation lisääminen on välttämätöntä pyrittäessä intensiiviseurantaan erityisesti ajallisesti. Suomen oloissa luotettava automatisointi vaatii kuitenkin tuekseen asiantuntevan kontrollin.

Suomen pienten valuma-alueiden aineistojen pohjalta on laadittu toistakymmentä väitöskirjaa sekä kolminumeroinen määrä muita opinnäytteitä ja tieteellisiä artikkeleita. Pää tarkoituksena on kuitenkin aina ollut tuottaa tietoa kunkin ajan käytännön tarpeisiin. Siinä suhteessa puorotutkimuksen konseptia voidaan pitää hyödyllisenä ja muuntautumiskyisenä työkaluna.

In so far as the material of small drainage basins is attempted to be used uniformly, an amount of 30–40 areas is held statistically as the minimum. It would be good to complement the network with some urban areas. The increase in automation is necessary to try for intensive monitoring, particularly in short time scales. In Finland's conditions, reliable automation however requires the support of specialist controls.

Over ten doctoral thesis and a large number of other demonstration works and scientific articles have been made on the basis of Finland's small drainage basin materials. The main purpose is however also to produce information for the practical needs of each time. In that sense, the creek research concept can be considered as a useful and transferable tool.



Lumen vesiaron maksimit Hovin lumilinjalla jaksolla 1961–2002. Havaintosarjasta tuon jakson lopussa laskettu trendi kertoisi, että lumi katoaa Etelä-Suomesta vuoden 2035 paikkeilla. Näin ei tietysti voida tulkita, vaikka viime talvet ovat vain vahvistaneet trendiä.

The maximum water equivalent at Hovi snow course near Helsinki in the period 1961–2002. The trend line calculated at the end of that period would imply that there will be no snow in South Finland in about the year 2035. Even though it is not scientifically sound to draw such a conclusion, last winters has only strengthened this trend.

'Maanalainen' hydrologia *Underground hydrology*

Suomessa on maanpinnan alla vettä paljon enemmän kuin pintavesissä. Maanalaisten vesien seuranta on monessa suhteessa haasteellista. Kaivojen vedenkorkeuksien perusteella voi toki päätellä jotakin pohjavedenpinnan vaihteluista ja kasvillisuuden kuihtuminen kertoo maaveden vajeen olevan suuri. Kaivoja käytettiinkin jossain määrin pohjaveden seurantaan ainakin jo 1950-luvulla; yksi havaintokaivo oli Sipoossa, sittemmin toimiston johtajaksi nousseen Allan Sirénin kotipihassa.

Vedenotto aiheutti luonnollisesti sen, ettei kaivojen vedenkorkeuksia voinut pitää luonnontilaisina.

Vuonna 1962 perustettiin 18 pohjavesiasemaa lähinnä tiemestaripiirien tukikohtiin. Pohjoisimmat sijaitsivat Pellossa, Muoniossa ja Sallassa. Hydrologisissa vuosikirjoissa julkaistiin pohjaveden pinnan kuukausikeskiarvot sekä vuotuiset ääriarvot. Maalajit oli määritetty, mutta tarkempia tutkimuksia hydrogeologisista oloista asemien ympäristössä ei ollut.

Vesihallituksen perustamisen jälkeen alettiin suunnitella koko maan kattavaa pohjavesiasemien verkkoa. Tämä 54 aseman verkko rakennettiin pääosin vuosina 1973–1981. Paikat pyrittiin valitsemaan niin, että ne edustivat seudulle tyypillisiä maalajisuhteita ja maaston muotoja. Kullekin asemalle tuli kymmenen pohjavesiputkea, viisi routaputkea, 4–5 maankosteusputkea sekä sademittari. Jos alueelta joissakin olosuhteissa syntyy pintavaluntaa, rakennettiin myös kolmiomittapato.

Useimmille asemille tehtiin myös lysimetrit vuosina 1976–1984. Ne ovat sinkkilevystä valmistettuja, halkaisijaltaan 1,6 metrin kokoisia ja 1,7 metrin syvyisiä astioita, joiden maalajit ja pintakasvillisuus vastaavat aseman olosuhteita. Lysimetrin läpi kulkenut vesi kertyy kaivoon, jossa on uimuri ja rekisteröintilaite.

In Finland, there is much more water underground than above. The monitoring of underground water is in many ways challenging. On the basis of the water level of wells we can decide some ground water level fluctuations and the wilting of vegetation tells that the soil water deficit is large. Wells were also used in Hydrological Office in some amount for the monitoring of ground water already in the 1950s; one observation well was in Sipoo, in Allan Siren's back yard, he would later become the office's director. Water pumping caused naturally that the water levels of the well could not be considered being in a natural state.

In 1962, eighteen ground water stations were founded, most of them to the bases of road master districts. The northernmost were located in Pello, Muonio and Salla. The monthly averages of ground water surface plus annual extremes were published in hydrological year books. The soil types were defined, but there was no precise research of the geohydrological conditions in the station's environment.

After the foundation of the water administration, plans were started for a ground water station network covering the whole country. This 54 station network was built mainly during the years 1973–1981. Places were attempted to be chosen, that these would represent the region's typical soil types and land forms. To each station came ten ground water pipes, five frost pipes, 4–5 soil moisture pipes plus a precipitation gauge and snow course. If some conditions of the area produced surface runoff, a triangular measure weir was also built.

Many stations also gained lysimetres in the 1976–1984. These are manufactured from zinc plates, have a diameter of 1.6 metres and a depth of 1.7 metres, and the soil types and surface vegetation correspond to the station's conditions. The water running through the lysimeter is collected in the well, where there is a float and registering device.



Mauno Ylimäki mittaa maankosteutta neutronimenetelmällä Lammin Tullinkankaalla maaliskuussa 1972.

Mauno Ylimäki measures soil moisture by the neutron method at Lammi's Tullikangas in March 1972

Pohjavesiasemilla seurataan myös veden laatua. Näytteitä otetaan lumesta, pohjavedestä sekä lysimetrin läpi kulkeneesta vedestä. Näytteistä määritettiin alkuaikoina noin 30 tekijää, esimerkiksi pH, sähkönjohtavuus, happi, alkaliniteetti, kalsium, magnesium, kalium, kokonaistyyppi ja -fosfori, kloridi, sulfaatti ja viisi raskasmetallia. Laboratoriotekniikan kehityksen myötä metallimääritykset ovat tarkentuneet ja niitä on lisätty, nykyään määritettäviä tekijöitä on jo lähes viisikymmentä.

Tämän mittavan hankkeen toteutumisesta vastasivat hydrologian toimistossa Jouko Soveri ja Tauno Tirronen. Rakennustöistä huolehtivat pääosin vesipiirit.

Hydrologian toimiston vastuulla oli myös selvittää, miten Päijännetunneli vaikuttaa pohjavesioloihin. Jo useita vuosia ennen rakennustöiden alkua sijoitettiin tunnelivöhykkeelle pohjavesiputkia, joista pinnankorkeudet mitattiin kuukausittain. Seurannassa oli myös satoja kaivoja. Havaintoja jatkettiin tunnelin valmistuttua. Tämä seuranta työllisti kenttämiehiä melkoisesti, eniten mittauksia teki Arvo Koho.

Toinen laajahko alueellisen pohjavesiseurannan kohde on ollut Oripään harjualue Säskylässä. Noin 700 hehtaarin alueelle sijoitettiin 45 pohjavesiputkea 1960-luvun puolivälissä. Oleg Zaitsoff teki kertyneen aineiston pohjalta vesitaseselvityksen vuonna 1985. Vuosisadannasta imeytyi pohjavedeksi keskimäärin 56 %, haihdunta maanpinnasta oli 29 % ja transpiraatio 14 %. Sateisina vuosina pohjavedeksi imeytyvä osuus kasvoi selvästi.

Pulmallinen maankosteus

Maankosteudeksi kutsutaan sitä vettä, joka on maaperässä pohjaveden pinnan yläpuolella. Ellei pohjavesi ole hyvin lähellä maanpintaa, maankosteusvarastossa on vettä satojen millimetrien kerros, harjuissa jopa metrikaupalla. Lisäksi maankosteus voi vaihdella nopeasti ja voimakkaasti. Olisi siis hyvin tärkeä tietää, kuinka paljon vettä maankosteusvarastossa on.

Hydrologinen toimisto teki maankosteusmittauksia jo 1960-luvulla. Menetelmänä oli laskea neutronilähde mittauspутkeen ja



Arvo Koho routaputkea kunnostamassa Mietoissa vuonna 2004.

Arvo Koho at the maintenance work at the soil frost station at Mietoinen in southwestern Finland in 2004.

The ground water stations also monitor water quality. Samples are taken of rainwater, snow, ground water plus the water that was running through the lysimeter. The samples are determined for pH, conductivity, calcium, magnesium, potassium, total nitrogen and phosphorus, chloride, sulphate and five heavy metals.

The responsibility of the realisation of this large project was undertaken in the Hydrological Office by Jouko Soveri and Tauno Tirronen.

rekisteröidä hidastuneiden neutronien lukumäärä. Se riippuu ympäröivän maa-aineksen vetypitoisuudesta eli paljolti siinä olevan veden määrästä.

Neutronimenetelmän kalibrointi oli kuitenkin vaikeaa ja työlästä. Havaintoaineistoihin jäi merkittäviä virheitä. Pisin havaintosarja kerättiin Hyrylän raviradalta, jossa myös kalibrointi tehtiin huolellisesti.

Mittaukset keskitettiin pohjavesiasemille 1970-luvun jälkipuoliskolla. Toiminta supistui vähitellen laitteistojen rikkoonnuttua. Vasta 2000-luvulla saatiin käyttöön TDR-tekniikkaan perustuva jatkuva-toiminen, reaaliaikainen mittausmenetelmä. Sen myötä alkoi uusi aika maankosteuden seurannassa.

Routa

Maan pintakerroksen jäätyminen on Suomessa tuttu ilmiö, josta on sekä haittaa että hyötyä. Tämän ns. routakauden pituus vaihtelee maamme eri osissa tyypillisesti välillä 4–8 kuukautta. Onpa meillä jonkin verran ikiroutaakin, Lapin palsasoissa ja tunturien rinteillä.

Valtakunnan varhaisimpana routatutkimuksena voidaan pitää Jaakko Keräsen julkaisua vuodelta 1923. Varsinaisia mittauksia ei ollut käytettävissä, mutta Keränen lähetti kiertokyselyn haudankaivajille, tiemestareille, maanviljelijöille ja muille roudasta tietäville. Yhteen vetona oli Suomen jako kahteentoista routa-alueeseen. Keränen toimi sittemmin Ilmatieteen laitoksen johtajana vuosina 1931–1953.

Hydrografinen toimisto oli käynnistänyt routamittaukset jo 1910-luvulla. Havaintopaikkoja oli parikymmentä ja ne kaikki sijaitsivat Kymijoen vesistöalueella. Mittaukset tehtiin 1–2 kertaa kuukaudessa. Havaintovälineenä oli routapiikki tai routarauta, jolla läpäistiin jäätnyt kerros. Menetelmän heikkoutena oli, että mittaus oli joka kerta oli tehtävä eri kohdasta.

Verkkoa laajennettiin 1920-luvun lopulla Kokemäenjoen vesistöön. Seuraava laajennus tehtiin 1950-luvun puolivälissä, jolloin Pohjois-Suomeenkin tuli viisi mittausasemaa: Kuhmo, Yli-Ii, Sodankylä, Enontekiö ja Inari. Koska routaolot poikkeavat suuresti pellolla, metsässä ja suolla, alettiin mittauksia tehdä näillä kolmella maastotyyppillä. Havaintotiheys oli 2–3 kertaa kuukaudessa.

The building work was undertaken mostly by the water and environment districts.

The Hydrological Office's responsibility was also to study how the Päijänne tunnel influenced the ground waters. Already, many years before building work started, water pipes had been placed in the zone above the tunnel and the groundwater levels were measured monthly. The monitoring involved hundreds of wells. Observations continued after the tunnel's completion. This monitoring employed the field workers considerably, with Arvo Koho making the most measurements.

Another regional ground water monitoring site was Oripää's ridge area in Säskylä. Fortyfive ground water pipes were placed in the area of roughly 700 hectares in the middle of the 1960s. Oleg Zaitsoff made a water balance publication in 1985 based on accumulated materials. Of the annual precipitation, an average of 56% infiltrated to ground water, evaporation from the ground surface was 29%, and transpiration 14%. On rainy years the portion of ground water absorption increased clearly.

Problematic soil moisture

Soil moisture is called the water, which is in the soil and above the ground water. Unless the ground water is very close to the surface, the soil moisture storage is a hundreds of millimetres layer of water, even metres in ridges. Additionally, the soil moisture can change quickly and strongly. It is therefore very important to know how much water is in the soil moisture store.

The Hydrological Office already made soil moisture measurements in the 1960s. The method was to place the neutron source to a measurement pipe and register the slowing neutron amount. This depends on the surrounding soil's hydrogen percentage or greatly on its water amount.

The calibration of the neutron method is however difficult and laborious. Observation materials have significant errors. The longest observation series was collected from Hyrylä's trotting track, where the calibration was also made carefully.



Runebergin lähde Ruovedellä. Suomessa on yli 22 000 peruskartoille merkittyä lähdettä. Eräät niistä ovat myös hydrologisen havainnoinnin piirissä, koska ne heijastelevat pohjavesiolojen vaihtelua.

Runeberg's spring in Ruovesi. Finland has over 22 000 springs marked on basic maps. Some of these are also in the hydrological observation network, because they reflect the changing of ground water conditions.

Vuonna 1968 otettiin käyttöön metyleenisinillä täytetyt routaputket. Tämä neste muuttuu jäätyessään värittömäksi. Nyt saatiin vertailukelpoiset tulokset, kun mittauspiste pysyi kerrasta toiseen ja vuodesta toiseen samana.

Mittausverkko käsitti 1970-luvun jälkipuoliskolla 35 routa-asmaa. Kun myös vastaperustetuilla pohjavesiasemilla sekä purovesistöjen lumilinjailla tehtiin routamittauksia, havaintopaikkoja oli kaikkiaan lähes 120 ja niillä yhteensä 700 routaputkea. Nykyisin havaintopaikkoja on noin sata ja putkia noin kuusisataa.

The measurements concentrated on ground water stations since the latter half of the 1970s. The operation reduced gradually with the breaking of the devices. Only in the 2000s, did the TDR-technique based continual real time measurement method get to be used. With it started a new period in the monitoring of soil moisture.

Soil frost

The freezing of the uppermost soil layers is in Finland a common phenomenon, which is both an impediment and benefit. This so called frost period's length varies in different parts of the country typically between 4–8 months. We also have some amount of permafrost, in Lapland and on the slopes of fells.

The earliest national soil frost research can be considered as Jaakko Keränen's publication in 1923. Actual measurements were not used, but Keränen sent a circulation questionnaire to grave diggers, road men, farmers and others knowledgeable on frozen soils. As a summary was Finland's division into twelve soil frost areas. Keränen later worked as the director of the Finnish Meteorological Institute over the years 1931–1953.

The Hydrographical Bureau had started frost measurements already in the 1910s. The observation locations were around twenty and these were all situated in the Kymijoki River Basin. Measurements were made 1–2 times a month. As observation tools, a frost spike or frost iron was used, which penetrated the layer of ice. The weakness of the method was that the measurement had to be taken each time from a different location.

The network was expanded at the end of the 1920s to Kokemäenjoki River Basin. The following expansion was made in the middle of the 1950s, when North Finland also got five measurement stations in Kuhmo, Yli-Ii, Sodankylä, Enontekiö and Inari. Because frost conditions vary greatly in fields, forests and marshland, the measurements were made on these three land types. The observation density was 2–3 times a month.

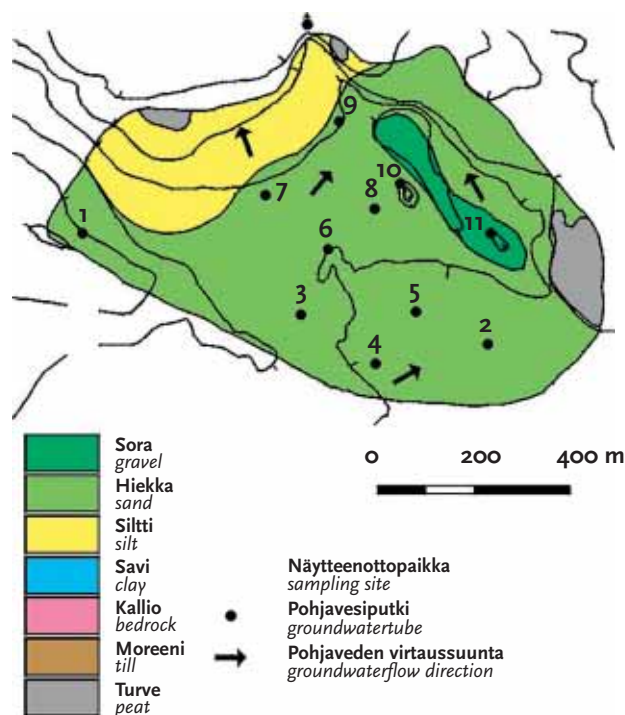
Methyl filled frost pipes were taken into use in 1968. This bluish fluid changes when freezing to colourless. Now comparable results

Huoltotoimia riittää

Pohjavesiasemaverkon ylläpito edellyttää jatkuvia huoltotoimia. Vuosina 1992–1997 uusittiin Parikkalan, Valkealan, Siuntion, Karijoen, Multian ja Rautavaaran lysimetrit ympäri vuoden toimiviksi. Lisäksi pieni iskuryhmä kävi rakentamassa lysimetrejä Viroon ja Liettuaan. Tällä vuosituhannella on uusittu Sodankylän, Porin ja Nurmeksens lysimetrit. Päävastuun ovat kantaneet alueelliset ympäristökeskukset.

Pohjavesiasemien putkien uusiminen keskittyi pääasiassa vuosille 2006–2007. Asemia perustettaessa putkia oli junnuttu maahan heijari- ja tärykairoilla, nyt olivat käytössä teloilla liikkuvat kairavaunut. Pohjavesiputket vaihtuivat samalla rautaisista muovisiin.

Syksyisin on tehty perinteisesti routaputkien uusimiskierros. Keväällä, ennen lumien sulamista on puolestaan käyty avaamassa ja tarkistamassa pohjavesiasemien mittapadot.



could be attained, when the point of measurements could be kept the same from one time to another and from one year to another.

The measurement network consisted in the latter half of the 1970s of 35 soil frost stations. When the recently founded ground water stations also made frost measurements, the observation locations were altogether 120 and they had altogether 700 frost pipes. Nowadays there are around hundred observation locations and six hundred pipes.

Enough service operations

Maintenance of the ground water network requires continual servicing. The lysimeters in Parikkala, Valkeala, Siuntio, Karijoki, Multia and Rautavaara were renewed in the years 1992–1997 to make them all year round operating. Additionally, a small group went to build lysimeters in Estonia and Lithuania. Lysimeters in Sodankylä, Pori and Nurmex have been renewed this millennium. The main responsibility has been carried by the regional environment centres.

The renewing of ground water station pipes has mainly been concentrated on during the years 2006–2007. When founding the stations, the pipes were driven into the land by drills, now cylinder bores are used. The ground water pipes have changed at the same time from iron to plastic.

Autumn had been traditionally the time for frost pipe renewals. Spring, before the melting of the snow, has been used for the opening and checking of the ground water station's measuring weirs.

Alakankaan pohjavesiasema Puolangalla. Aseman alue on osa Kuhmon-Paltamon-Haukiputaan harjujaksoa. Pintamaalaji on suurimmaksi osaksi hiekkaa, pohjaveden päävirtaussuunta on lounaasta koilliseen.

The groundwater station of Alakanga in northeastern Finland. The area belongs to a long glaciofluvial esker. Main soil is sand, groundwater is flowing to the northeast.

Esko Kuusisto

Satojen tuhanten järvein maa *The land of hundreds of thousands of lakes*

”Suomen sanotaan tuhanten järvein maaksi, mutta tämä luku ei tule vielä totta likellekään.”

Näin kirjoitti Zacharias Topelius vajaat puolitoista vuosisataa sitten. Ei ole tiedossa, kuka yritti ensimmäisenä laskea maamme järvien lukumäärää. Tämän kysymyksen varhaisiin pohtijoihin kuului professori J. E. Rosberg, joka vuonna 1910 kirjoitti:

”Jo Suomen kouluseinäkartalta, jonka mittakaava on 1:625,000, voi maan rajojen sisäpuolella laskea olevan n. 1,250 järveä... Utsjoen pitäjässä on Suomen Kartaston yleiskartalla n:o 1 ainoastaan 10 järveä, mutta uudella, mittakaavassa 1:400,000 olevan kenraalikartan lehdellä on yksistään pienemmässä, Utsjoen itäpuolella olevassa pitäjän osassa järviä lähes 700.”

Ensimmäinen valtakunnallinen järvilaskenta tehtiin maanmittaushallituksessa vuosina 1932–1933. Karttojen mittakaava oli 1:400 000 ja lukumääräksi saatiin 61 964. Kun siitä vähennettiin Viipurin läänin järvet, 7621, tuli Suomesta toisen maailmansodan jälkeen neljäksi vuosikymmeneksi 55 000 järven maa. Tämä luku löytyy muun muassa lukuisista oppikirjoista ja matkailuesitteistä noilta vuosikymmeniltä.

On huomattava, että kolmannes Viipurin läänistä jäi Suomen puolelle, tästä jäännöksestä muodostettiin Kymen lääni. Toisaalta pohjoisempana tapahtuneissa rajansiirroissa jäi Neuvostoliiton puolelle monia järviä, erityisesti Petsamon alueella. Näin ollen lukumäärä 55 000 oli melkoisen pyöristykseen tulos.

Uusia peruskarttoja mittakaavassa 1:20 000 oli jo 1960-luvun alussa niin paljon, että Helsingin yliopiston maantieteen professori Veikko Okko teki aloitteen uudesta järvilaskennasta. Hän oli varma, että 55 000 oli liian pieni luku. Suomen Kuvalehden haastatte-

“Finland is called the land of a thousand lakes, but this number does not come anywhere close.”

Such was written by Zacharias Topelius, a century and a half ago. There is no information who tried first to calculate the number of lakes in our country. This question on the earliest deliberation was by Professor J. E. Rosberg who wrote in 1910:

“Already from Finland’s school wall maps, which the scale was 1:625 000 can calculate about 1250 lakes inside the country’s borders. Finland’s atlas’s general map n:o 1 has only 10 lakes for the parish of Utsjoki, but in the new scale of 1:400 000 the parish on the Eastern part of Utsjoki has close to 700 lakes.”

The first national calculation of lakes was made in the National Board of Survey in the years 1932–1933. The scale of the maps was 1:400 000 and the resulting number 61 964. When the lakes of the Viborg region are subtracted, 7621, the result gained is that after the Second World War, we are a country of 55 000 lakes. This number can be found amongst others in many textbooks and travel brochures from those decades.

It is noticeable that a third of the Viborg region remained inside Finland, this area formed the Kymi region. On the other hand, the northern border movement gave the Soviet Union many lakes, particularly in the Petsamo area. Thus the number 55 000 was quite a rounded result.

A new scale of 1:20 000 for basic maps was already at the start of 1960s so much, that The University of Helsinki geography professor Veikko Okko made a start on a new calculation of lakes. He was sure that 55 000 was too small a number. In an interview with Suomen Kuvalehti in 1985 he admitted “Its annoying also, when I read Rus-



Haukivesi, Linnansaari. Järvilaskennassa Haukivesi on tulkittu itsenäiseksi järveksi, joka on Suomen järvien suuruustilastossa kuudennella sijalla. Se voitaisiin myös tulkita yhdeksi Suur-Saimaan lukuisista osa-altaista. Saaria Suomen järvissä on kaikkiaan 98 050, niistä Haukivedessä 2158.

Haukivesi, Linnansaari. In the lake calculations, Haukivesi is considered as an individual lake, which is sixth in the list of Finland's largest lakes. It could also be considered as one of Greater-Saimaa's many sub-basins. Finland has all in all 98 050 lake islands, of which there are 2158 in Haukivesi.

lussa vuonna 1985 hän totesi: ”Suututti myös, kun luin venäläisten laskeneen, että yksin Kuolan niemimaalla olisi 70 000 järveä.”

Laskenta alkoi vuonna 1965 ja siitä vastasi käytännössä maanmittausinsinööri Toivo Päivänen. Työtä jatkettiin vuoteen 1972 sitä mukaa kuin uusia peruskarttoja valmistui. Sitten laskenta lopetettiin, syiksi on sanottu työvoimapulaa ja ’homman epämielekkyyttä’. Jos olisi jatkettu, tulos olisi voitu ilmoittaa vuonna 1979 viimeisenkin peruskartan valmistuttua.

Mikä on järvi?

Seuraava vuosikymmen toi sitten Suomeen toistasataa tuhatta uutta järveä. Suomen Kuvalehti päätti lähteä tukemaan laskentaa, jonka alkusysäyksenä oli professori Mikko Raatikaisen esitelmä eräässä järviseminaarissa. Hydrologian toimisto pyydettiin talkoisiin mukaan, valtakunnallisen vesistötiedon hyvänä haltijana.

Ensimmäiseksi me hydrologit ryhdyimme miettimään, mikä se järvi oikein on. Kelvollista määritelmää ei löytynyt luonnontieteellisistä lähteistä eikä myöskään vesilaista. Jälkimmäinen määritteli kyllä joen, mutta järven olemus oli juristeiltakin jäänyt pohtimatta.

Toki tiesimme, että nyt lasketaan myös lammet, mutta mihin vedetään koon alaraja? Kaivoimme muun muassa esiin professori Heikki Järnefeltin mainion klassikon ’Vesiemme luonnontalous’, joka on vuodelta 1958. Sieltä löytyi seuraava pohdinta: ”Suomalaisen maantieteellisen sanaston mukaan on lampi sellainen veden muoto, jonka läpimitta on 10–200 metriä... Eräiden tutkijoiden mielestä ovat kaikki vailla avoyhteyttä meren kanssa olevat veden täyttämät altaat koostaan ja syvyydestään riippumatta järviä... Toisten mukaan taas olisivat järviä vain sellaiset vedet, jotka kesällä ovat lämpötilan suhteen kerrostuneita, muunlaisten ollessa lampia tai allikoita.”

Päädyimme mahdollisimman yksinkertaiseen kokoluokitteluun: yli 100 km² laajuiset, sitten 10–100 km², 1–10 km², ... 0,01–0,001 km² ja pinnanpohjimmaisena 0,001–0,0005 km². Alimman kokorajan asetimme siis viiteen aariin. Laskijoilla oli jokaisen rajakoon mukaiset pyöreät ja neliömuotoiset sapluunat, joiden avulla kukin kohde pyrittiin sijoittamaan oikeaan luokkaan. Selvää on, että



Suomen järvissä on rantaviivaa kaikkiaan 214 896 km. Siitä on mannerrantaa 171 506 km ja saarten rantaa 39 443 km. Lisäksi järvien saarten järvissä on rantaviivaa 2242 km ja näiden ”saarijärvien” saarissa 1705 km.

Finland's lakes have a shoreline of all in all 214 896 km. It has mainland shores of 171 506 km and island shores of 39 443 km. Additionally, lakes on islands in lakes have a shoreline of 2242 km and these 'island lakes' have 1705 km of island shoreline.

morfologialtaan mutkikkaissa tapauksissa vääriä luokituksia on tullut.

Kokoluokittelu ja minimialan valinta eivät ratkaisseet kaikkia laskentaan liittyviä ongelmia. Erityisesti Järvalueen reiteillä herää kysymys: milloin järvi loppuu ja seuraava alkaa? Jokivesistöissä on puolestaan ratkaistava, milloin suvanto on riittävän pullea ollakseen järvi?

Nämä seikat on kohtalaisen hyvin ratkaistu sisällyttämällä järven määritelmään seuraavat täsmennykset:

- Vedenpinta on vesialueen eri osissa sama lukuun ottamatta tilapäisiä, tuulen tai jään aiheuttamia poikkeamia
- Tulovirtaaman suhde tilavuuteen on niin pieni, että valtaosa kiintoaineksesta laskeutuu pohjaan.

Käytännön laskentatyössä näistä täsmennyksistä ei ollut juuri-kaan hyötyä; joissakin tapauksissa laskija toki saattoi vertailla kartalle merkittyjä vedenpinnan korkeuslukemia. Pääasiassa piti kuitenkin tehdä ratkaisut muttu-menetelmällä.

Vielä olivat pulmana vetisten soiden lukuisat allikot. Niiden osalta päätettiin, ettei karttaan merkittyä satapäistä allikkoparvea lasketa sadaksi järveksi, vaan ainoastaan yhdeksi. Tällaisessa parvessa vedenpinta on kuitenkin kaikkialla sama, koska allikot ovat hydraulisesti yhteydessä toisiinsa.

Niitä on 187 888

Näillä eväillä käytiin itse laskentatyöhön. Kaikki Suomen 3712 peruskarttaa käytiin läpi kahteen kertaan. Lopputulos oli huikea: meillä on 187 888 järveä ja lampea! Aiempi lukumäärä kasvoi peräti 3,4 kertaiseksi.

Suurin yllätys koettiin Suomen takaraivon tuntumassa. Inarinjärven pohjoispuolella topografia on pienipiirteistä ja jokaisessa painanteessa on vettä. Pelkästään Näätämöjoen vesistöalueella on 21 080 järveä ja lampea – lähes yhtä monta kuin Vuoksen vesistössä. Järvi-Suomen ohella meillä on siis Lampi-Suomi!

Kaikki järvemme eivät ole kokonaan Suomessa. Venäjän kanssa yhteisiä on 182, Norjan kanssa 120 ja Ruotsin kanssa 13. Viimeksi mainituista suurin on Kilpisjärvi. Laajin kahden valtakunnan järvi on kuitenkin Kiteen Pyhäjärvi.

sian calculations that the Kola Peninsula alone would have 70 000 lakes.”

Calculations began in 1965 and undertaken in practice by survey engineer Toivo Päävänen. Work continued to 1972 as according, when a new basic map was completed. Then the calculation ended, reasons were said to be labour shortages and the unpleasantness of the work. If it would have continued, the result would have been able to be announced in 1979 at the latest, when the basic map was completed.

What is a lake?

The following decade brought to Finland a hundred and a half thousand new lakes. The Suomen Kuvalehti magazine decided to check the calculation, which impetus was professor Mikko Raatikainen's presentation at a certain lake seminar. The Hydrological Office was asked to participate, as a good national waterway information holder.

First we hydrologists began to think, what a lake actually is. An acceptable definition is not found in science sources and neither in water accordance. The latter defined rivers, but the essence of a lake remained unconsidered.

True we knew, that now ponds are also calculated but how is a lower size limit drawn? We searched amongst others professor Heikki Järnefelt's excellent classic, whose name can be translated 'The nature of our water bodies', printed in 1958. We found there the following consideration: "According to Finnish geographical vocabulary, a pond is such a water body whose diameter is 10–200 metres. ... A certain researcher that all water filled basins, regardless of the size and depth, without an open connection with the sea, are lakes. According to another, lakes are only such waters, which in summer have a stratified temperature layering, others are ponds and bogs."

We decided to apply a very simple classification: over 100 km², then 10–100 km², 1–10 km².....0.01–0.001 km² and at the base 0.001–0.0005 km². We set the lower size limit reference to 500 square metres. The calculator had according to every limit size circular and quadratic confluence, which aided that each object could be positioned in the correct class. It is clear that the complicated morphology of Finnish lakes led to a number of wrong classifications.

The choice of size classification and minimum area has not however settled all calculation connected problems. Particularly the lake routes provoke the question: when does a lake end and the following begin? The river waterway settles itself, when does still water have enough plump to be a lake?

These matters have a moderately good solution in the following specifications of definition:

- *The water surface is the same at different parts of the water area, aside from temporary, wind or ice caused exceptions*
- *The outflow-volume relationship is so small that a great majority of sedimentary materials drop to the bottom.*

In practical calculation work, these specifications are not of great use: only in rare cases the calculator can compare the water surface level readings marked on a map. Make solutions had to be made by “this is how I feel”-method.

Still there was a problem with the numerous small ponds on aapa mires. It was decided that they will be counted as only one water body. In such swarms, the water surface is however all the same, because all bonds are hydraulically in contact with each other.

187 888 of these

All Finland’s 3712 basic maps were run through twice. The final result was immense: we have 187 888 lakes and ponds! The earlier number had more than tripled. The greatest surprise was experienced in Finland’s back of the head. The topography of Inarijärvi’s north side is small-scale and in every depression there is water. Merely the small Näämämöjoki basin has 21 080 lakes and ponds – almost as many as the large Vuoksi basin. Alongside Lake-Finland we have therefore Pond-Finland!

Not all of our lakes are fully in Finland. There are 182 together with Russia, 120 with Norway and 13 with Sweden. The largest of the half-Swedish lakes is Kilpisjärvi. The most expansive of our lakes shared with a neighbour is however Kitee’s Pyhäjärvi.



Monia pieniä järviä syvyyskartoitettiin jäältä 1970- ja 1980-luvuilla.

Many small lakes were depth charted on the ice cover in the 1970s and 1980s .

Esko Kuusisto & Jari Hakala

Suomen järvien syvyysuhteet

The bathymetry of Finland's lakes

Hydrografisen toimiston alkuvuosikymmeninä Suomessa oli kaksi yli sadan metrin syvyistä järveä. Euroopan suurimmasta järvestä, Laatokasta, vajaa puolet kuului Suomeen, mukaan lukien järven syvin kohta: 230 metriä. Kuusamon kuulu rotkojärvi, Paanajärvi, oli 128 metrin syvyinen.

Nämä mahtavat syvätteet siirtyivät toisen maailmansodan jälkeen Neuvostoliiton pohjattomaan syliin. Sata metriä ylittävät lukemat sinnittelivät vielä 1970-luvulla Merenkulkulaitoksen julkaisemissa kartoissa: Päijänne 104 m, Suvasvesi 102 m. Hydrologian toimiston tekemissä tarkistuksissa ne kuitenkin katosivat: Päijänne 95 m, Suvasvesi 90 m. Niiden väliin sijoittuu Inari, 92 m. Siinäpä maamme kolme syvintä järveä, kunnes toisin todistetaan.

Suomen järvien syvyyskartoitukset alkoivat vuonna 1856 Tampereen Pyhäjärveltä. Työstä vastasivat sotalaivaston perämieskuntaan kuuluneet upseerit. Luotauslinjat kulkivat niemestä niemeen; kartta piirrettiin mittakaavassa 1:42 000. Tärkein syy kartoitusten käynnistymiseen oli kehittyvän sisävesiliikenteen turvallisuus. Niinpä ensin keskityttiin ensin Järvi-Suomen lukuisien ulapoiden välisiin salmiin ja kapeikoihin.

Päijänne kartoitettiin pääosin vuosina 1879–85 ja 1903–05. Tulosten perusteella piirrettiin kartta, jolta J. J. Sederholm määrätti järven tilavuuden vuonna 1932. Kuivasta karttalehdestä saksittiin erilleen kukin 10 metrin syvyysvyöhyke ja suikaleet punnittiin. Koko Päijänne painoi 18,464 g ja esimerkiksi 20–30 metrin vyöhyke 3,261 g. Sen ala oli siten 19,6115 % koko järven alasta eli 217,9800 km². Tämä ei suuresti poikkea nykyisestä käsityksestä – tekijät toki olivat rohkeita ilmoittaessaan tuloksen monella desimaalilla.

In the starting decades of the Hydrographical Bureau, Finland had two lakes which were over one hundred metres deep. Of Europe's largest lake, Ladoga, half belonged to Finland, according to readings the lake's deepest part is 230 metres. Paanajärvi, a ravine lake in Kuusamo is 128 metres deep.

These very depths moved after the Second World War into the arms of the Soviet Union. Readings of over one hundred metres were published on National Board of Navigation maps in the 1970s for Päijänne 104 m and Suvasvesi 102 m. These disappeared upon examinations by the Hydrological Office: Päijänne 95 m and Suvasvesi 90 m. Between these was placed Inari 92 m. These are our country's deepest lakes until otherwise proved wrong.

The depth charting of Finland's lakes began in 1856 from Tampere's Pyhäjärvi. The work was undertaken by war ship officers. Sounding lines travelled from headland to headland; a map was drawn to the scale 1:42 000. The most important reason for the charting was develop the safety of inland water transportation. The focus was first on the numerous straits and narrows.

Päijänne was charted mainly in the years 1879–85 and 1903–05. This was the basis of a charted map of which J. J. Sederholm defined the volume of the lake in 1932. A dry map paper was cut separately for each 10 metre depth zone and the strips were weighed. The whole of Päijänne weighed 18.464 g and for example the 20–30 m zone 3.261 g. Its area was thus 19.6115% of the whole lake area or 217.9800 km². This is not a great exception from the present viewpoint – the makers truly had courage in announcing the results to so many decimals.

Aaro Hellaakoski kartoitti 1930-luvulla eteläisen Suur-Saimaan 1458 neliökilometrin laajuudelta. Hän laati myös luettelon vuoteen 1940 mennessä kartoitetuista yli 5 km² laajuisista Suomen järvistä. Niitä oli 23, yhteispinta-alaltaan runsaat 4 500 km². Suurimmat olivat Päijänne, Oulujärvi, Näsijärvi ja Kitkajärvet. Myös eräitä varsin pieniä järviä oli jo kartoitettu, muun muassa Virroilla sijaitsevat Torisevan rotkojärvet.

Toisen maailmansodan jälkeen syvyyskartoitukset jatkuivat, mutta työ ei ollut kovin laajaa. Kun vesihallitus oli perustettu vuonna 1970, hydrologian toimistossa koettiin syvyystietojen aukot merkittäviksi ja yhteistyö maanmittaushallituksen kanssa käynnistyi. Tätä helpotti korkea työttömyys – huomattava osa kartoituksista tehtiin alkuvuosina työllisyystöinä talvikautena vesipiirien johdolla. Kohteina olivat periaatteessa kaikki yli hehtaarin kokoiset järvet, joita ei oltu aiemmin kartoitettu.

Mittaustekniikka mullistuu

Merkittävä menetelmäkehitys tapahtui 1980-luvun puolivälissä, jolloin paikantimeksi saatiin takymetri. Tällä laitteella seurattiin luotausveneen kulkua rannalta ja ajetun reitin koordinaatteja tallennettiin laitteen muistiin. Samalla reitin syvyysprofiili kirjautui piirtävän kaikuluotaimen paperille. Takymetrejä käytettiin jonkin verran myös talvikartoituksissa luotauslinjojen paikantamiseen.

Ensimmäiset GPS-sovellukset otettiin käyttöön 1990-luvun alkupuolella. Nyt pystyttiin seuraamaan luotausveneen kulkua reaaliaikaisesti samalla kun luotauslinjojen sijainti tallennettiin muistiin. Paikannuslaite vastaanottaa satelliiteilta signaalit, joiden perusteella laite laskee oman sijaintinsa maapallolla WGS-84-koordinaatistossa. Menetelmä edellyttää GPS-vastaanottimen ohella myös kiinteän tukiaseman, jolloin päästään 1–5 metrin paikannustarkkuuteen.

Vuonna 1995 saatiin käyttöön tietokonepohjainen kartoitusjärjestelmä, joka mahdollisti täysin digitaalisen syvyysaineiston tuotannon. Luotauslaitteisto sisältää kaikki paikka- ja syvyystiedon hankintaan, käsittelyyn ja tallennukseen tarvittavat komponentit.

Aaro Hellaakoski charted, in the 1930s, the South Greater-Saimaa as a 1458 square kilometre expanse. He also made charts of lakes of over 5 km², which were bathymetrically mapped by 1940. There were 23 of those, with a total surface area of a fair 4500 km². The greatest were Päijänne, Oulujärvi, Näsijärvi and Kitkajärvi. Some quite small lakes were also already charted, amongst others the Toriseva ravine lakes situated in the parish of Virrat.

After the Second World War, depth charting continued, but the work was not very broad. When the water administration was founded in 1970, the Hydrological Office experienced significant depth information gaps and co-operation with the National Board of Survey began. This was eased by the high unemployment – a noticeable part of charting was made in the early years by unemployed people in winter season under the guidance of regional water districts. The sites were in principle all over hectare sized lakes, which were not earlier charted.

Measurement technique upheavals

A significant method development happened in mid-1980s, when a tachometre was obtained to determine the exact locations. This device monitored the sounding boat's travels and the route co-ordinates were recorded into its memory. At the same time, the route's depth profile register was sketched to the echo sounder's paper. The tachometer was used in some amount also in winter charting of sounding line's locations.

The first GPS applications were also taken into use at the beginning of the 1990s. It was now possible to follow the sounding boats in real time, while at the same time the sounding line's position was recorded to memory. The device received satellite signals, on which basis it calculated its own position in the world by WGS-84 co-ordination. The method required, besides the GPS receiver, also a fixed support station, whereupon the location could be found with a 1–5 metre precision.

In 1995, a computer based charting system came into use, which made possible a fully digital production of bathymetric maps. The sounding device contained all location and depth information acquisi-

Paikkatieto saadaan ulkoiselta GPS-sensorilta ja paikannuksessa on käytössä reaaliaikainen differentiaali-GPS. Siihen vaadittava korjaus saadaan Yleisradion lähettämästä RDS-signaalista.

Menetelmissä tapahtui siis parissa vuosikymmenessä melkoinen vallankumous niin tarkkuuden kuin erityisesti mittaussopeuden osalta. Silti 'antiikkinen' ja hidas talvikartoituskin on yhä jossain määrin käytössä. Suomen järvien koko ja muoto vaihtelevat suuresti, mikä rajoittaa täysdigitaalisen menetelmän käyttöä. Myöskään kalustoa ei pystytä kuljettamaan kaikkiin kohteisiin.

Suomen ympäristökeskuksessa syvyystiedot talletetaan järvi-rekisteriin. Se sisältää perustiedot kaikista yli hehtaarin kokoisista järvistä. Näitä tietoja ovat muun muassa järven sijaintikunta, vesipinta-ala, rantaviivan pituus ja valuma-aluejaon mukainen järvinumero. Kutakin rekisterin järveä koskevat tiedot muodostavat järvikortin; niihin on alettu lisätä myös syvyys-suhteiden pääpiirteet sisältäviä karttoja.

Suurimmat keskisyvydet

Järvirekisteriin sisältyy tällä hetkellä yli 6 000 järven syvyystietoja. Taulukossa s. 78 on esitetty yli 15 metrin keskisyvyyteen yltävät järvet, joita on vain 12. Tämä ei 188 000 järven maassa ole kovin paljon, monessa EU:n vähäjärvisessä maassa niitä on paljon enemmän.

Keskisyvyyden tilaston kärjessä oli vuosikymmenten ajan Artjärven Pyhäjärvi, 20,8 m. Vuonna 2000 tehdyssä kartoituksessa ykköseksi kohosi Ruokolahdella sijaitseva Suuri Jukajärvi, joka nimestään huolimatta on vain 360 hehtaarin laajuinen. Silti tämän järven keskisyvyys on peräti 23,0 m. Kesällä 2007 kärkikymmenikköön kipusi kooltaan lampisarjaan kuuluva Keski-Toriseva. Odotimme sille jopa mitalisijoitusta, mutta niin korkealle se ei päässyt.

Kolarin Pakasaivon pyöreän osan keskisyvyys on peräti 30 m, mutta pitkä lahti pudottaa koko järven keskisyvyyden noin 10 metriin. Useat suurjärvien altaat sijoittuisivat erillisinä tähän tilastoon; Päijänteen Ristiselän keskisyvyys on 21,3 m ja Kihisselän 20,5 m, Suur-Saimaan Paasiveden samoin 20,5 m. Kilpisjärven

tions, handling and recording required components. The location information was received from an external GPS sensor and in the locator was used a real time differential GPS.

With these developments, quite a revolution occurred in two decades in both precision and particularly measurement speed. Nevertheless the "antique" and slow winter charting is in some amount still in use. Finland's lakes' size and shape vary greatly, which limits the use of the fully digital method. Also the equipment is not always possible to transport to all sites.

The depth information in Finnish Environment Institute is recorded in the lake register. It includes basic information from all lakes that are over a hectare in size. This information contains amongst others the lakes location, water surface area, shoreline length and identification number base on the division of drainage areas.

Largest mean depths

The lake register includes, at the moment, depth information of over 6 000 lakes. The table includes lakes exceeding 15 metres in mean depth, of which there are only 12. In a country of 188 000 lakes this is not a large number, many EU countries with a scarcity of lakes there are much more of these exceedances.

At the top of the mean depth statistics was for several decades Artjärvi's Pyhäjärvi, 20.8 m. In a charting made in 2000, the deepest was claimed by Ruokolahti's Suuri (large) Jukajärvi, which no matter the name is only 360 hectare in area. Nevertheless, this lake's mean depth is quite 23.0 m. In the summer of 2007, into the top ten crept a ravine pond in Middle Finland known Keski-Toriseva. We even expected a medal position, but it never reached that high.

The mean depth of Kolari's Pakasaivo's circular part is some 30 m, but the long bay decreases the mean depth of the whole lake to about 10 m. Many large lake basins are positioned apart in these statistics. Päijänne's Ristiselkä's mean depth is 21.3 m and Kihisselkä's 20.5 m, Greater-Saimaa's Paasivesi's is the same at 20.5 m, Kilpisjärvi's Alajärvi's mean depth is 22.4 m, but the main basin decreases the whole lake's reading to under 20 m.

Kartoitetut järvet, joiden keskisyvyys on vähintään 15 metriä.

Bathymetrically mapped lakes with a mean depth of at least 15 metres.

Järvi Lake	Purkupaikan sijaintikunta Municipality of outlet	Keskisyvyys (m) Mean depth (m)
Suuri Jukajärvi	Ruokolahti	23.0
Pyhäjärvi	Artjärvi	20.8
Iso-Simi	Pohja	20.0
Kilpisjärvi	Enontekiö	19.5
Toisvesi	Virrat	19.5
Valkiajärvi	Kitee	16.6
Isojärvi	Kuhmoinen	16.4
Vuohijärvi	Valkeala	16.3
Keski-Toriseva	Virrat	16.2
Kovero	Ruovesi	15.9
Sonnanjärvi	Jaala	15.6
Päijänne	Asikkala	15.2

Alajärven keskisyvyys on 22,4 m, mutta pääallas pudottaa koko järven osalta lukeman alle 20 metriin.

Kansainvälisissä tilastoissa Suomi ei kunnostaudu järvien suurissa syvyyksissä, ehkä pikemminkin niiden mataluudessa. Pienissä järvissä ja lammissa alle metrin keskisyvyys on hyvin yleinen. Yli neliökilometrin laajuisia järviä, joiden keskisyvyys jää tämän rajan alle, tunnetaan noin 50. Suurimmat ovat Näläntöjärvi (12,9 km²) ja Luupuvesi (7,0 km²) Kiuruvedellä sekä Sysmäjärvi (6,9 km²) Liperin ja Outokummun rajalla.

Monien järvien mataluus ihmisen aiheuttamaa. Suomessa on laskettu noin kolmentuhannen järven pintaa. Osa saatiin kuivatua kokonaan, mutta suuri joukko järviä päätyi tilaan, jossa rehevöityminen oli väistämätöntä vesitilavuuden ja keskisyvyyden pienennyttyä. Eräät näistä järvistä ovat kuitenkin nykyään hyviä lintujärviä. Tunnettu esimerkki on myös Tammelan Koijärvi, ympäristöliikkeen virstanpylväs 1970-luvulta.

Kaikki järvenkuivatushankkeet eivät toteutuneet. Pohdiskelu kohdistui jopa suuriin järvioltaisiin kuten Säkylän Pyhäjärveen: ”Kerran tulee varmaan hyvän viljelyskelpoisen maan arvo Lounais-Suomessa nousemaan niin korkeaksi, että tämä, tässä pääpiir-

teissään hahmoteltu kuivaus toteutetaan, kasvatetaan viljaa siinä missä nyt kalaa.” Tämä Teknillisessä Aikakauslehdessä vuonna 1925 julkaistu arvio ei osunut ihan oikeaan.

Tulevaisuudennäkymiä

Vuoden 2006 lopussa Suomen yli hehtaarin kokoisten järvien pinta-alasta oli syvyyskartoitettu 26 100 km² eli 80 prosenttia. Osalle kartoitetusta vesipinta-alasta on kuitenkin tarpeen tehdä uudis- ja täydennyskartoituksia syvyysaineistojen kattavuuden ja tarkkuuden parantamiseksi. Luotaamaton osuus pienenee noin 300 km² vuodessa.

Tulevaisuudessa syvyyksien määrittäminen voitaneen toteuttaa nykyistä nopeammilla ja tarkemmilla menetelmillä. Ilma-aluksesta tehtävä laserkeilaus on jo mahdollista matalilla, alle 10 syvyisillä vesialueilla, kun vedessä ei ole suuremmin epäpuhtauksia. Toistaiseksi tätä menetelmää ei ole Suomen sisävesillä kuitenkaan käytetty. Nykyisilläkin menetelmillä ainakin kaikkien yli 50 ha kokoisten järvien syvyysuhteet tunnetaan runsaan kymmenen vuoden kuluksena. Ongelmallisimpia ovat suurjärvien melko kattavat, mutta osittain epätarkat syvyystiedot. Niiden parissa on syvyyskartoittajilla haastetta pitkälle tulevaisuuteen.



Nykyistä syvyyskartoitustekniikkaa: RDGPS-paikannusjärjestelmä yhdistettynä tallentavaan kaikuluotauslaitteistoon.

The present depth charting technique: RDGPS-location system, corporated to a recording echo sounding device.

In international statistics, Finland does not distinguish itself in large lake depths, maybe rather in their shallowness. In small lakes and ponds, a mean depth of under a metre is very general. There are about 50 lakes that are over a square kilometre in area but whose mean depth remains under this limit. The largest are Näläntöjärvi (12.9 km²) and Luupuvesi (7.0 km²) in Kiuruvesi plus Sysmäjärvi (6.9 km²) on the border of Liperi and Outokumpu.

The shallowness of many lakes is caused by man. The surface of about three thousand lakes has been lowered in Finland. Quite many of those have totally dried, but a large group has ended in a situation, where becoming eutropic was inevitable due to a decrease in water

volume and mean depth. A number of these lakes are however nowadays good sites for birds. A known example is also Tammela's Koijärvi, an environmental milestone from the 1970s.

Not all lake drying projects have been realised. Discussions were even directed at the largest lake basins such as Säkylä's Pyhäjärvi. "One day, the value of good arable land in the south West Finland will rise so high, that crops will be grown there where there is now fish." This published estimation in a technical magazine in 1925 has not been exactly correct.

Future outlook

At the end of 2006, Finland's over hectare sized lakes were depth charted at 26 100 km² or 80 percent. Part of these lakes are however in the need for renewed full chartings to improve the covering and precision of the bathymetric materials. Unsounded areas are decreasing by about 300 km² a year.

In the future, the measurement of depths can be realised by still quicker and more precise methods. Laser scanning made from the air is already possible for shallow, under 10 metre water areas, when the water does not have great impurities. So far, this method is not however used in Finland's inland waters. With present methods, at least the depths of all lakes over 50 hectare in size will be known in a fair ten years. More problematic are the quite covered but in part inexact depth information of large lakes. These are to depth-charters, a challenge into the future.

Jari Hakala & Esko Kuusisto

Sadan metrin metsästys *Hunting a hundred metres*

■ Vuosien varrella olemme saaneet viestejä järvien suurista syvyyksistä:

"Aikanaan uittomiehet keluveneellä lauttoja siirtäessään totesivat Isojärven kohdan, jossa ei ankkurivaijeri ulottunut pohjaan, ja sitä oli sentään satoja metrejä."

"Minne unohtuivat Kyrösjärven tunnetut, lähes satametriset syvänteet?" – "Ruokolahden Jukajärven sanotaan olevan yli 90 metriä syvä. Torsajärvi on kymmenen kilometriä Jukajärvestä itään, sen syvyyttä en ole kuullut, mutta syvä kuuluu olevan." – "Inarinjärven Vasikkaselän pohjoispään syvänteessä on kuppi, jossa on vettä 103 metriä."

Tällaisia kohteita on tarkistettu, kun kartoitukset ovat muutoinkin osuneet niiden lähistölle. Suuri Jukajärvi täppäsi keskisyvyyden osalta, mutta maksimilukema oli vain 50 metriä. Kuhmoisten Isojärvellä kuluveneen vaijeri on piirrellyt pohjamutaan pitkiä uria, koska vettä löytyi enimmillään 'vain' 70 metriä.

Ainakin viidestätoista Euroopan maasta löytyy yli sadan metrin syvyinen järvi. Entäpä Suomesta? Nolo juttu, jos 187 888 järven maassa ei sellaista ole.

Kansalaisia aihe on suuresti kiinnostanut, samoin tiedotusvälineitä. Olemme vuosien saatossa vastanneet lukuisiin järvien syvyyttä koskeviin kysymyksiin. Toimittajat ovat joskus olleet mukanaamme 'satametrissä' luotaamassa. Asian kiehtovuutta lisää varmasti se, että kyseessä ovat ihmisilmälle näkymättömissä olevat maanpinnan muodot. Ja toivo on koko ajan elänyt. Mikään kartoitustekniikka ei voi vuorenvarmasti löytää ympäristöään selvästi syvempää 'kuppia', jos sellainen sattuisi Inarissa tai jossakin muussa järven piilemään.

Pitää kuitenkin todeta, että usko on viime vuosina horjunut. Onneksi rakkautta on yhä jäljellä.

Syvin tunnettu kohta on edelleen Päijänteen Ristiselällä, Rappukallion edustalla. Vanhassa sisävesikortissa komeilee siinä kohdassa lukema 102 metriä. Se perustuu tsaarinajalla tehtyyn syvyyskartoitukseen, mutta ei ole luotausvirhe, vaan venäläiset sylet on myöhemmin muunnettu väärin metreiksi. Hydrologian toimisto teki paikalla tarkistukset jäältä tiheällä ruudukolla vuonna 1979. Syvin kohta on 95,4 metriä, kun nollatasona on jakson 1961–90 keskivedenkorkeus.



Inarin Vasikkaselällä tarkistus tehtiin vappuviikolla 1981. Veikko Nyysölä ja Esko Kuusisto kairasivat toista sataa reikää, joista parin kilon lyijypuntti laskettiin alas. Pohja oli kivikova ja tasainen kuin paistinpannu; kymmenen syvintä luotausta oli vaaksan sisällä. Tulos oli 91,8 metriä ja Topeliukselle lähtivät terveiset: "Ei ole niin syvä kuin on pitkäkin!"

Neljässä muussa järven piilemään on vettä yli 80 metriä. Ne ovat Suvasvesi (89,6 m), Saimaa (86 m), Lammin Pääjärvi (85 m) ja Virtain Toisvesi (85 m). Päijänteellä ja Inarilla on useita syvänteitä, joissa syvyyskarttojen lukemat yltyvät 90 metrin tuntumaan. Jos satametrinen jossakin on, näissä piilee pieni toivonkipinä. Muualta löydettyä se olisi jättiylätys.



**Suomen järvien syvin kohta on Päijänte-
en Ristiselällä.**

*Finland's deepest lake
location is Päijänne's
Ristiselkä*

■ Through the years, we have received messages from the great depths of the lakes.

"At one time loggers on a boat moved in Lake Isojärvi, where no anchor rope could reach the lake bed, as it was hundreds of metres."

"Ruokolahti's Jukajärvi Lake is said to be over 90 metres deep. Torsajärvi is ten kilometres to the east, its depth I have not heard, but I've heard that it is deep." – "At the depths of the northern end of Inarinjärvi's Vasikkaselkä is a hole, where there is 103 metres of water."

Such sites are checked when chartings have otherwise touched these neighbourhoods. The large Jukajärvi bites the mean depth parts, but the maximum

reading was only 50 metres. On Kuhmoinen's Isojärvi, most of the floating boat's rope must have laid on the bottom, because the depth is at most only 70 metres.

At least fifteen European countries have lakes that are over one hundred metres deep. What about Finland? It's an embarrassing matter, if a country of 187 888 lakes does not have such.

Nationally, that matter is of great interest, the same for means of communications. We have, for years, answered numerous questions relating to the depths of lakes. Journalists have sometimes been involved in the sounding of "one hundred metres". Fascination in the matter is surely increased that it remains out of sight of peoples eyes. And hope has existed for the whole time...

It must be stated however that belief has for the last years wavered. Luckily love is still left.

The deepest known site is once again Päijänne's Ristiselkä, in the front of Rappukallio. The old inland water map showed for the site a reading of 102 metres. It is based on a charting made during the Tsar's times but is not sounding error, but Russian fathoms were later changed wrongly to metres. The Hydrological Office made at the site checks from ice by dense grids in 1979. The deepest site is 95.4 metre, when as the zero level is the period's 1961–90 mean water level.

A check of Inari's Vasikkaselkä was made on Mayday week in 1981. Veikko Nyyssölä and Esko Kuusisto drilled a couple of hundred holes, of which a wire with heavy lead weights were lowered down. The bottom was rock hard and as level as a frying pan, ten deep soundings were inside the span. The result was 91.8 metres and Topelius was sent greetings: "It is not as deep as it is long!"

Four other lakes have over 80 metres of water. These are Suvasvesi (89.6 m), Saimaa (86 m), Lammi's Pääjärvi (85 m) and Virrat's Toisvesi (85 m). Päijänne and Inari have many deep spots, where the depth maps show readings exceeding 90 metres. If there is a hundred metres somewhere, these are held by a small spark of hope. It would be a giant surprise to find it in another place.



Sademittareita verrattiin Vihdin Maasojan koekentällä 1980-luvulla.

Different precipitation gauges were compared on Vihti's Maasoja's test field in the 1980s.

Veli Hyvärinen

Suomen vesitase *Finland's water balance*

Paljonko vettä Suomesta virtaa mereen tai valtakunnan rajojen yli? Kuinka paljon sataa vuoden aikana, paljonko haihtuu? Vastaukset näihin kysymyksiin ovat yhtä kuin Suomen vesitase. Kukahen sitä mahtoi ensimmäisenä miettiä? Olisiko ollut jo Väinämöinen?

Tuskinpa. Kalevala ei edes kerro, miten suomalaiset muinoin käsittivät vesistöjen synnyn. Iät ja ajat toki nähtiin, että kun sataa, vettä kertyy maaperään ja vesistöihin. Mitä enemmän talvella oli lunta, sitä korkeammalle kohoavat kevään ja kesän vedet. Matalassa maassamme ei liene vallinnut uskomusta, että vuoret imisivät huipuilleen vettä meristä maanalaisia suonia pitkin valuttaakseen sitä sitten lähteistä. Näinhän uskoi esimerkiksi nerokas luonnon tuntija Leonardo da Vinci, vaivaiset 500 vuotta sitten.

Veden kiertokulun pääpiirteet on helppo ymmärtää. Mutta kuinka paljon vettä on kulloinkin kussakin kiertokulun osassa, sitä on yllättävän hankalaa selvittää. Ensimmäiset akateemiset hydrologian pohtijamme olivat Nils Johan Kekonius ja Pehr Adrian Gadd, jotka 1700-luvun lopulla selittivät Kokemäenjoessa sattuneet tulvat valuma-alueen kaskiviljelyn seuraamukseksi. Päätelmässä voi olla perää, vaikka nuo tulvat pohjimmiltaan ovat olleet runsaiden sateiden tai lumisten talvien aiheuttamia. Mutta kaskitalous näkyy Vuoksen vesistön valunnan kasvuna 1800-luvun puolivälissä. Kaskiviljely oli Itä-Suomessa yleistä, haihdunta väheni ja purot virtasivat aiempaa vilkkaammin. Vastaava ilmiö havaittiin 1900-luvun loppupuoliskolla metsänhakkuiden ja suo-ojitusten seurauksena eri puolilla Suomea.

G. G. Hällström arvioi 1800-luvun alussa, että Suomen järvis-tä haihtuisi vettä kesällä 2,9 mm/vrk ja soista 3,3 mm/vrk. Arviot eivät ole huonoja, vaikka hänen käyttämänsä veden höyrystymislämpö (393 kJ/kg) oli vain kuudesosa oikeasta.

How much water from Finland flows into the sea or across the nation's borders? How much precipitation falls in a year, how much evaporates? The answers to these questions are such as Finland's water balance. Who was the first to think about it? Could it have been Väinämöinen?

Doubtful. Kalevala does not say how the Finns back then understood the origin of the waterways. Ages and times have truly shown that when it rains, the water accumulates in the soil and waterways. The more snow in winter, the higher the spring and summer waters rise. In our low country it beggars belief that mountains absorb water from the sea along underground veins to discharge it as springs. Such was believed for example by the genius nature researcher Leonardo da Vinci 500 years ago.

The main feature of water cycle is easy to understand. But how much water is part of that circulation, it is surprisingly difficult to clarify. Our first academic hydrology debaters were Nils Johan Kekonius and Pehr Adrian Gadd, who at the end of the 1700s explained the floods of the River Kokemäijoki as a consequence of burn beaten area cultivation. The conclusion may partly be right, although the main reason to those floods must have been heavy precipitation or a snowy winter. But the burn beaten economy saw the runoff of Vuoksi River Basin increase in the mid 1800s. Burn beating was general in East Finland, evaporation decreased and streams flowed wilder than before. A similar phenomenon was observed in the latter half of the 1900s as a consequence of forest cutting and bog drainage in different parts of Finland.

G. G. Hällström evaluated at end of 1800s that the lakes of Finland evaporate water in summer at 2.9 mm/day and marshes 3.3 mm/day. The estimations are not bad, even though the water vaporisation heat (393 kJ/kg) he used was only a sixth part of the correct one.

Näsijärven pinnankorkeutta on havainnoitu jatkuvasti vuodesta 1867 lähtien. Seuraavina vuosikymmeninä kaksi komiteaa kiisteli siitä, oliko Näsijärven pinta alenemassa vai ei. Lakimiesenemmistöinen komitea päätti lopulta pinnan olevan alenemassa. Vuoden 1899 suurtulva painoi päätelmän kuitenkin unohduksiin.

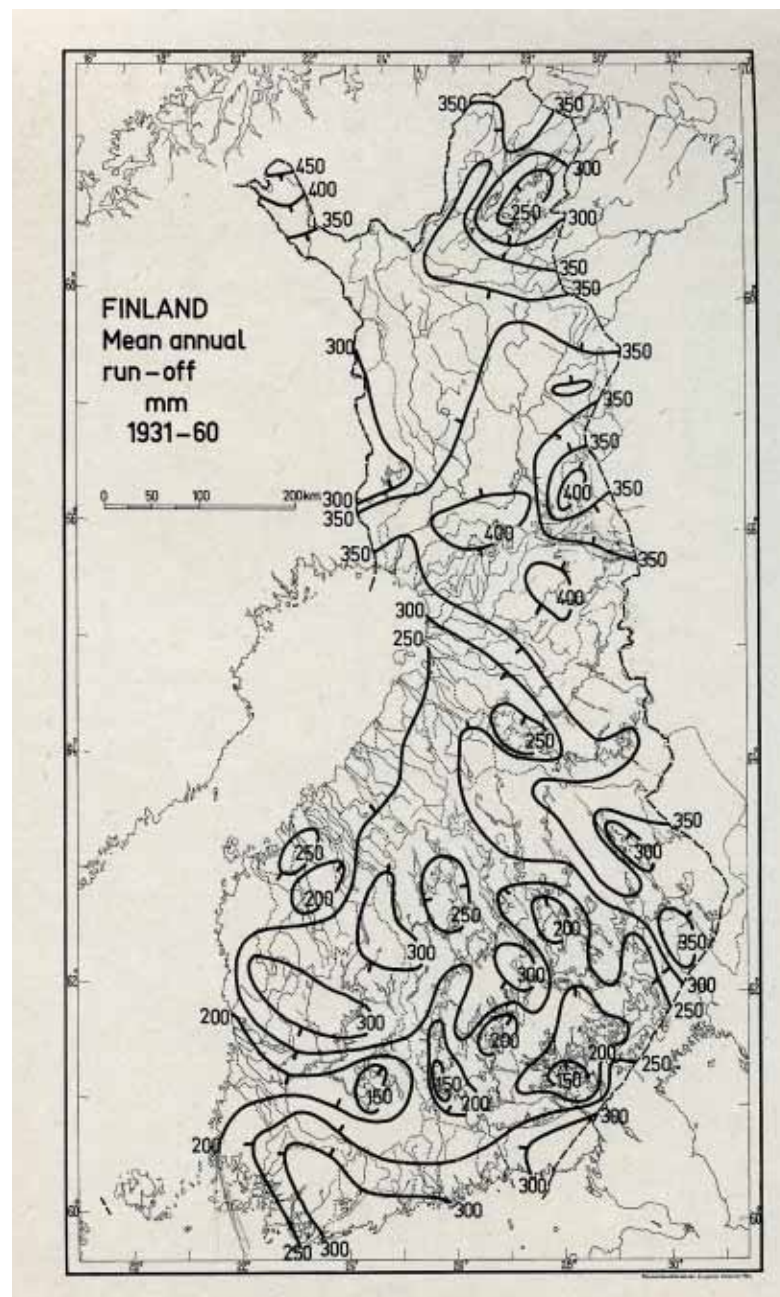
Sateen mittaamisen ongelmat

Sadehavaintoja on tehty Suomessa 1800-luvun alkupuolelta lähtien. Hydrografinen toimisto paikkaili 1910-luvulta alkaen Meteorologisen Keskuslaitoksen sadeasemaverkkoa valuma-alueita paremmin kattavaksi. Koko valtakunnan käsittävät aluesadantatilat otettiin alkavatkin jo vuodesta 1911. Hieman ennen vuosituhannen vaihdetta nykyinen Hydrologian yksikkö siirsi sadeasemansa Ilmatieteen laitoksen hoidettaviksi. Suomessa toimi 1900-luvun loppupuoliskolla enimmillään noin 600 valtakunnallista sadeasemaa, nyt niitä on enää 400, mikä on moniin tarkoituksiin liian vähän.

Sadannan oikeiden alueittaisten arvojen määrittämistä haittaavat monet seikat. Sademittareihin kertyy vesisateiden vedestä noin 90 %, lumisateista tuulisella säällä alle 70 %. Maaston korkeuden ja rinteiden kaltevuuden vaihtelut johtavat epätasaiseen sadantajakaumaan. Kuurosaiteiden osuminen mittareihin on sattuman kaupaa. Todellisten aluesadantojen saamiseksi on sovellettava monimutkaisia korjauksia. Tässä työssä ovat kunnostautuneet erityisesti meteorologit V. V. Korhonen ja Reijo Solantie. Korhonen analysoi sadantoja jo jaksolta 1886–1935, mutta havainnot kattoivat silloin vain osan Suomea.

Vuosivalunta Suomen alueella 1931–1960 millimetreinä Lemmelän ja Solantien mukaan. Suurten järvien kohdille sijoittuvat paikalliset minimit kertovat, että järvistä haihtuu enemmän kuin ympäröiviltä maa-alueilta.

Annual runoff in Finland in 1931–1960 (millimetres) according to Lemmelä and Solantie. The local minima over large lakes indicate that lake evaporation exceeds evapotranspiration from land areas.



1980-luvun alkuvuosina sademittarit vaihdettiin Wildin mittareista Tretjakov-tyyppisiksi. Uudet mittarit keräävät vettä ja lunta aiempaa mallia paremmin, mutta aikasarjoihin tuli epäjatkuvuuskohta. Sääutukilla voidaan nykyisin seurata sadealueiden etenemistä hyvin tarkkaan, mutta maahan satavan veden tarkkoja määriä ei tutkahavainnoista voida määrittää, lumesta puhumattakaan.

Lumen vesiarvoa mitattiin hajanaisesti 1900-luvun alkupuoliskolla. Hydrografinen toimisto aloitti systemaattiset lumen aluevesiarvomääritykset vuonna 1946. Lumen vesiarvo voidaan mitata paljon tarkemmin kuin lumisateen määrä. Myös mittausmenetelmä – lumipuntarin käyttö – on pysynyt suurin piirtein samanlaisena koko ajan. Nykyään saadaan vesiarvot myös ympäristöhallinnon vesistömalleista, joissa lasketaan lämpötilan perusteella myös arvio sulannalle.

Hankala haihdunta

Nyt on nostettava tassut pystyyn – aluehaihdunnan suoraan mittamiseen ei ole olemassa mitään menetelmää. Valuma-alueen jokaisen neliömetrin haihdunta riippuu oleellisesti maaperästä, kasvillisuudesta ja energianvaihdosta ilmakehän kanssa. Ongelmaa voidaan toki lähestyä ilmakehästä käsin erilaisten vuomenetelmien avulla. Esimerkiksi tasalaatuisen männikön tai viljapellon haihdunnalle voidaan näin saada kohtalainen estimaatti, mutta suomalaisen valuma-alueen monimuotoisuus on tällöinkin ylivoimainen haaste.

Helpoin haihdunnan määrityspinta on vedenpinta. Tämän totesi jo Edvard Blomqvist, joka sijoitti kolme haihtumisastiaa mittauslautalle Tampereen Pyhäjärvelle kesällä 1912. Kesäkuukausien haihdunnaksi saatiin noin 440 mm. Seuraavan kerran asiaan palattiin noin kuusi vuosikymmentä myöhemmin, kun mittauslautat sijoitettiin Lammin Pääjärvelle, Säkylän Pyhäjärvelle, Tuusulanjärvelle ja Lokan altaalle. Nyt tehtiin myös monipuolisia meteorologisia havaintoja. Mittaukset jatkuivat useina kesinä; kolmelta eteläiseltä järveltä haihtui koko avovesikauden aikana noin 500 mm, Lokan altaasta noin 300 mm. Blomqvistin tulos kolmelta kesäkuukaudelta mahtui hyvin vuosien välisen vaihtelun sisään.

The water level of Lake Näsijärvi has been observed continually since 1867. The following decade two committees argued whether the surface of the lake was lowering or not. The lawyer majority committee decided in the end that the surface was lowering. The large flood of 1899 led to this decision being however forgotten.

Precipitation measurement problems

Precipitation observations have been made in Finland since the first half of the 1800s. The Hydrographical Bureau established new stations at the start of the 1910s, better cover the gauge network of the Central Meteorological Institute to get areal precipitation values. These have been calculated for all major river basins in Finland already since 1911. A little prior to the start of this millennium, SYKE's hydrology unit moved their precipitation stations to the care of meteorologists. In the latter half of the 1900s, at most 600 national precipitation stations operated in Finland, now there are only 400, which are for many purposes too little.

The correct estimation of areal precipitation is hindered by many matters. Precipitation gauges collect about 90% from rainfall, from snow in windy weather under 70%. A variation in terrain height and the gradients of slopes lead to uneven distribution of precipitation. Showers are caught by the gauges purely by chance. Actual areal precipitation can only be approached by applying complicated correction procedures. In this work have particularly distinguished meteorologists V. V. Korhonen and Reijo Solantie. Korhonen already analysed precipitation of the period 1886–1935, but observations covered back then only a small part of Finland.

At the beginning of the 1980s, precipitation gauges were changed from Wild to Tretjakov type. The new gauge collects both rain and snow better than earlier models, but the time series became heterogeneous. Weather radars can, at present, monitor the propagation of rain very precisely, but the precise amount of precipitation falling on the land cannot be measured, without mentioning the snow.

Snow water equivalents were measured scatteredly at the start of the 1900s. The Hydrographical Bureau started systematic water

Class A -haihtumisastioilla on tehty havaintoja 1950-luvun lopulta alkaen. Pyöreän astian halkaisija on 122 cm ja korkeus 30 cm. Vedenpinnan alenema mitataan joka aamu, samalla lisätään vettä tarpeen mukaan. Näin saadaan indeksiluontoisia haihdunta-arvoja, joita voidaan käyttää erilaisissa sovelluksissa. Class A -asemia oli enimmillään runsaat kaksikymmentä, vuonna 2007 niitä oli enää 15.

Valunta – kolmikon helpoin

Eipä näytä vesitaseen määrittäminen helpolta. Sadannalle saadaan jonkinmoinen arvio, haihdunnalle ei sitäkään. Onneksi valunta on määritettävissä muutaman prosentin tarkkuudella, kunhan vain olisi riittävästi mittauspisteitä.

Suomen virtaama-asemat kattavat vuodesta 1911 lähtien noin 67 % valtakunnan pinta-alasta. Vuonna 1950 kattavuus oli 76 %, nykyään 87 %. Ulkopuolelle jäävät monet pienet rannikon vesistöalueet sekä meren saaret. Myöskään suurissa vesistöissä alin virtaaman mittauspiste ei koskaan ole aivan meren rantaviivalla tai valtakunnanrajalla.

'Jäännösalueelta' kertyvä valunta on kuitenkin arvioitavissa kohtalaisella tarkkuudella lähivesistöjen avulla. Näin menetellen on laskettu Suomelle koko valtakunnan virtaamasarja kuukausittain vuodesta 1932 lähtien. Siitä taaksepäinkin on virtaamia arvioitu, mutta määrittästarkeus heikkenee.

Suomen alueen vesitase

Vesitaseen yhdestä komponentista on näin ollen on käytettävissä kohtalaisen hyvä aikasarja, ja toisesta välttävä. Haihdunta voidaan laskea sadannan ja valunnan erotuksena. Kaikki laskelman virheet kertyvät haihduntaan, mutta tähän on tyytyminen.

Koko Suomen alueen vesitaseesta on esitetty kuusi laskelmaa (ks. taulukko s. 88). Kaikki ajoittuvat 1900-luvun jälkipuoliskolle. Renqvist ja Sirén käyttivät laskelmissaan mitattuja, siis korjaamattomia sadantoja, jotka lienevät noin 15 % todellista pienempiä.

equivalent calculations in 1946. The snow water equivalent can be measured a lot more precisely than snow fall amounts. Also, the measurement method – the use of snow scales – has remained greatly the same for the whole time. At present water equivalents can also be received from the simulation models, where values of melting are also calculated on the basis of temperature.

Difficult evaporation

Direct measurements of regional evaporation have no methods. The evaporation of every square kilometre of a drainage basin depends fundamentally on the terrain, vegetation and energy exchange with the atmosphere. The problem can truly be approached from the atmosphere by different flux methods. For example, evaporation from a uniform pine forest or crop field can be estimated reasonably well, but Finnish drainage area's typical mosaic is an overpowering challenge.

The easiest surface to estimate evaporation is a water surface. This was already proved by Edward Blomqvist, who placed three evaporation pans on Lake Pyhäjärvi at Tampere in the summer of 1912. The evaporation, during the summer months, was about 440 mm. The following time that the matter was returned to was about six decades later, when measurement floats were installed on Lammi's Pääjärvi, Säkylä's Pyhäjärvi, Tuusulanjärvi and Lokka's reservoir. Versatile meteorological observations were also now made.

These measurements were continued for many summers: from three southern lakes the evaporation for the whole open water season was about 500 mm, about 300 mm from Lokka. Blomqvist's results from three summer months fit well inside the yearly changes.

Class A evaporation pans have been used for observations from the end of the 1950s. The circular pan's diameter is 122 cm and height 30 cm. The decrease in the water surface is measured every morning, at the same time water is added according to needs. Thus index evaporation values are attained, which can be used in different applications. There were at most a fair twenty Class A stations, in 2007 there were only 15.



Class A -haihtumisastia.
A Class A evaporation pan.

Näin ollen heidän haihdunta-arvioihinsa on lisättävä noin 80 mm. Niinivaara käytti Korhosen talviajalta korjaamia sadantoja, joten haihduntaa on kasvatettava 30–40 mm. Kolmessa uusimmassa tutkimuksessa on käytetty Solantien laskemia ympärivuotisia sadannan korjauksia.

Voidaan todeta, että jo Renqvist onnistui laskelmissaan varsin hyvin, vaikka havainnot erityisesti Pohjois-Suomen osalta olivat puutteelliset. Toinen, kolmeen tuoreimpaan määrittelyyn perustuva johtopäätös on, että Suomen sadanta on kasvanut jonkin verran. Tämä näkyy myös valunnan lisäyksenä, haihdunta sitä vastoin on pysynyt suunnilleen ennallaan.

Suomi on pitkä maa – paljonko vesitase muuttuu etelästä pohjoiseen? Tuoreimman määrittelyn mukaan Saaristomereen laskevissa vesistöissä sadanta oli 747 mm, valunta 313 mm ja haihdunta 434 mm vuodessa. Jäämereen laskevissa vesistöissä vastaavat luvut olivat 533, 320 ja 213 mm. Valunta on siis vakaa, mutta haihdunta alenee puoleen.

Runoff – the easiest of the trio

The determination of the water balance does not look easy. For evaporation some kind of value is received, for evaporation none at all. Luckily, runoff is determinable at a few percent precision, when there are only enough discharge stations. Compared to most other countries, this is the case in Finland.

Finland's discharge stations covered from 1911 about 67% of the national surface area. In 1950, the cover was 76%, currently 87%. Outside remain most small coastal drainage basins plus sea islands. Also, the lowest discharge stations of large river basins are never right on the coastal line or national border.

The runoff accumulating from the ungauged area is however able to be evaluated to a reasonable precision with the aid of nearby discharge stations. This method was used to calculate the whole nation's discharge series monthly since 1932. Estimates have been made even backwards from that year, but the precision weakens.

Suomen alueen vesitase kuuden eri tutkimuksen mukaan.

Finland's water balance according to six different studies.

Tutkija(t) Researcher(s)	Havainnot vuosilta Observation years	Sadanta Precipitation mm/a	Valunta Runoff mm/a	Haihdunta Evaporation mm/a
Renqvist (1951)	?	540	310	230
Niinivaara & Korhonen (1953)	1911–1940	563	311	252
Sirén (1955)	1911–1950	525	300	225
Lemmelä & Solantie (1977)	1931–1960	630	300	330
Solantie & Ekholm (1985)	1961–1975	655	324	332
Hyvärinen & al. (1995)	1961–1990	660	341	318

Finland's water balance

Water balance's one component, runoff, is thus available as a reasonably good time series and another, precipitation, with passable accuracy. The evaporation can be calculate as the difference in precipitation and runoff. All the calculation errors accumulate for evaporation, but that is the best what can be done.

The water balance for the whole of Finland has been calculated by six different authors, all in the latter half of the 1900s. Renqvist and Siren used uncorrected precipitation values, which were about 15% smaller than actual. Thus, their evaporation values are about 80 mm too low. Niinivaara used precipitation corrected by Korhonen for winter period, so the evaporation should be increased by 30–40 mm. In all three newer studies, Solantie's year-round precipitation corrections were used.

It can be noticed that Renqvist already succeeded in his calculation quite well, even though observations, particularly in the North Finland parts, were scarce. Secondly, the three newer calculations indicate that Finland's precipitation has increased by some amount. They show also some additional runoff, the evaporation has remained approximately unchanged.

Finland is a long country – how much does the water balance change from South to North? According to Hyvärinen, the precipitation in the area draining into the Archipelago Sea was 747 mm, runoff 313 mm and evaporation 434 mm a year. For the drainage of the Arctic Ocean the corresponding values were 533, 320 and 213 mm. The runoff is therefore steady, but the evaporation drops by half.

Matti Ekholm & Heikki Mäkinen

Vesistöaluejaon vaiheita

The stages of drainage basin division

Kirjailija Zacharias Topelius teki useita matkoja eri puolille Suomea. Niiden tuloksena syntyi vuonna 1875 julkaistu Maamme-kirja, jota painettiin kolmen seuraavan vuosikymmenen aikana yli 200 000 kappaletta. Topeliuksen ihanteellinen kuva isänmaastaan määrittää suomalaisuutta vielä nykypäivänä.

Topelius kuvaili maisemia luonnollisiin alueisiin perustuvan varhaisromanttisen katsannon mukaisesti. Näiden alueiden rajaaminen perustui vedenjakajiin, muihin tekijöihin ei rajauksessa juuri kiinnitetty huomiota. Topelius lieenee omaksunut tämän jakoperusteen ruotsalaiselta taloustieteilijältä ja piispalta C. A. Agardhilta, joka noudatti omissa töissään vanhaa sotilastopografian käyttämää korkokuvarakennetta.

Ensimmäisen koko Suomen kattavan vesistöaluerajauksen laati Keisarillisen Tie- ja Vesikulkulaitosten Ylihallituksen ylitirehtööri Claes Wilhelm Gylden, ja se julkaistiin 1863 nimellä ”*Suomenmaan joet ja järvet*”. Tarkastelussa Suomi oli jaettu yhdeksään yhtenäiseen alueeseen, jotka olivat:

- Jäämereen laskeva vesikunta
- Vienanmereen laskeva vesikunta
- Tornion ja Muonion jokilaakso
- Kemijoen laakso
- Pohjanmaa
- Lounainen meren rantamaa
- Suomenlahden rantamaa
- Laatokan lantio
- Äänisen lantio.

Näiden alueiden lisäksi erotettiin omaksi kokonaisuudekseen ylänkömaa, joka ”erisi jakso- eli piirikuntiin”. Niitä oli neljä: Ou-

Writer Zacharias Topelius made many trips to different parts of Finland. These results originated as a 1875 published *Our Country* book, of which over 200 000 pieces were printed during the three following decades. Topelius’s idealistic picture of Finnishness is still used nowadays.

Topelius described the scenery based on nature areas, according to early romantic viewpoints. The borders of these areas were based on water divides, other factors were not taken note of. Topelius eased the adoption of this distribution basis from Swedish economics and bishop C. A. Agardhi, who followed in his own work old army topography used for relief structures.

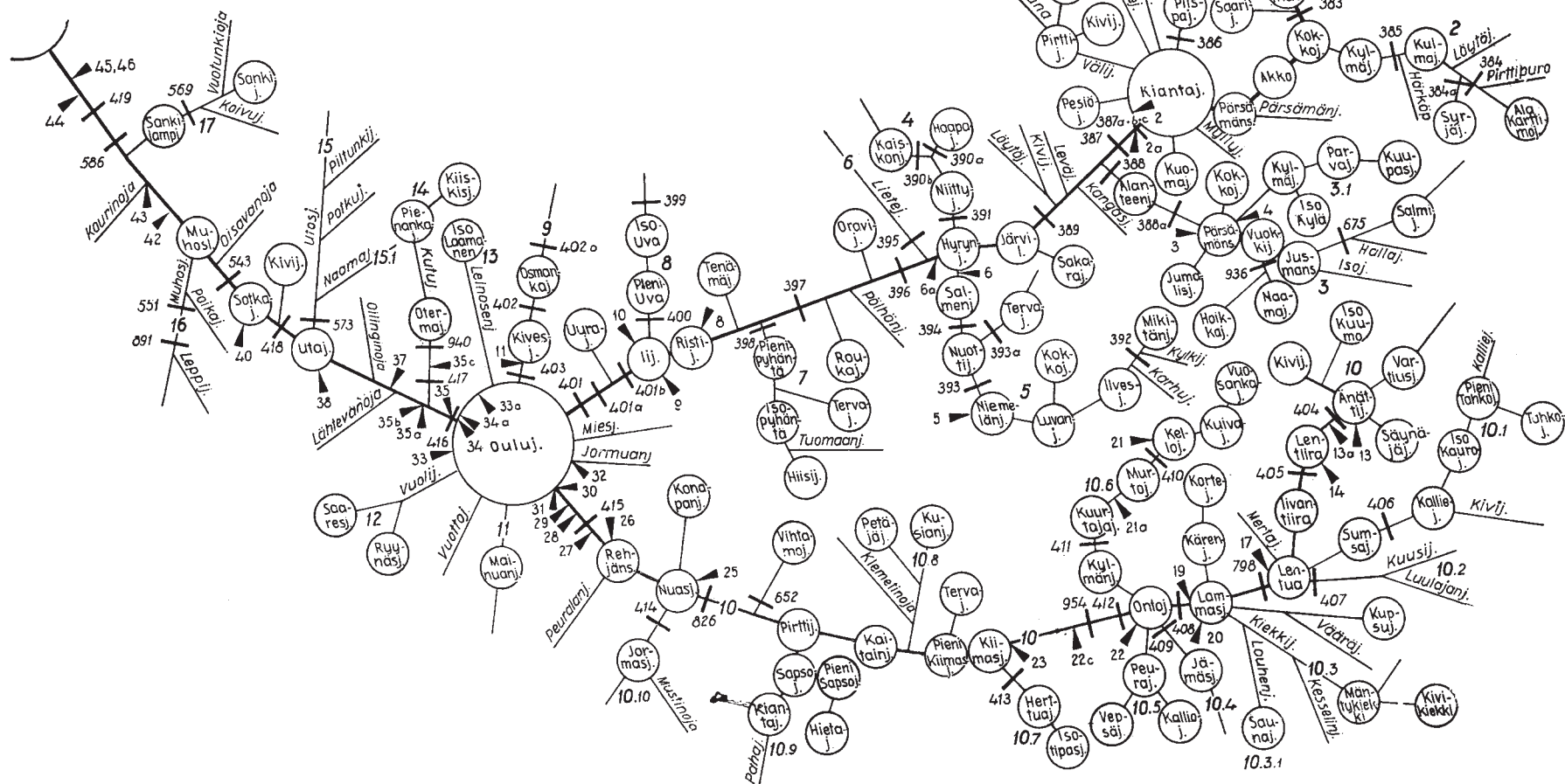
The first drainage basin division to cover the whole Finland was started by Claes Wilhelm Gylden, the emperor’s road and water navigation institute’s general administration’s rector, and it was published in 1863 with the name “*Finland’s rivers and lakes*”. In the examination, Finland was divided into nine uniform areas which were:

- ‘The water realm’ flowing into the Arctic Ocean
- ‘The water realm’ flowing into the White Sea
- Tornio and Muonio’s river valley
- Kemijoki’s valley
- Ostrobothnia
- South-western sea coast
- The Gulf of Finland’s coast
- Ladoga’s lap
- Ääninen’s lap

In addition to these areas, an entity called high lands was mentioned, which “separates divisions or districts”. There were four of

Allan Sirénin vesistöalueuettelossa on piirroksia, joihin on merkitty kunkin vesistön tärkeimmät järvet ja joet sekä vedenkorkeus- ja virtaama-asemien sijainnit. Oulujoen vesistö muodostaa melkoisen sokkelon, josta on kuitenkin helppo hahmottaa keskuksella, Oulujärvi, ja siihen laskevat Hyrynsalmen ja Sotkamon reitit.

Allan Sirén's publication included graphical presentations of all major river basins, with the locations of most important lakes, together with all water level gauges and discharge stations. The Oulujoki River Basin forms quite a labyrinth, but it is easy to recognise the central lake, Oulujärvi and the two major lake routes, those of Hyrynsalmi and Sotkamo.



Kuva 65



Nykyisessä vesistöaluejaossa Eurajoen vesistö käsittää 45 osaluuetta. Vuoden 1971 jaossa niitä oli seitsemän, vuoden 1955 jaossa kuusi ja vuoden 1936 jaossa kaksi. Gyldeénin julkaisu vuodelta 1863 ei sisällä pinta-alatietoja, mutta kertoo Eurajoen ja seitsemän sivujoen pituudet, esimerkiksi: ”Naarajoki (pituus 17 virstaa), juoksee kaakkosesta Turajärven lävite, valtajokeen Eurajoen kirkolla.”

The Eurajoki River Basin contains in the present division 45 sub-areas. In the division of 1971, there were seven sub-areas, in 1955 six and in 1936 only two. Gyldeén's publication from the year 1863 does not include any information on basin areas, but it tells the lengths of the River Eurajoki and its seven tributaries, for example: “Naarajoki River (17 verst), running from southeast through Turajärvi Lake, joining the main river stem near Eurajoki church.”

lun, Kokemäen, Kymen ja Vuoksen ylänkömaat. Näitä kuvatesaan Gyldén antaa viitteitä reittivesistöjemme omalaatuisuudesta:

”Ylänkömaalla tavataan maamme isoimmat vesikokoukset, koko joukkona isompia ja pienempiä järviä, ollen ne jaksoissaan keskenään yhdistetyt salmilla sekä ristiin-rastiin juoksevilla virroilla.”

Gyldénin kuvausta Suomen vesistöistä täydensi Helsingin yliopiston maantieteen professori Johan Evert Rosberg vuonna 1911:

”Siellä missä lasku on ollut suurin ja maa vähimmän kuoppaista, on vesistöistä syntynyt jokia. Missä taas lasku ainakin paikoin on ollut vähäistä ja vuoriperässä tai irtonaisissa kerrostumissa suuria syvänteitä, on vesi keräytynyt järviksi. Järvet laskevat taas toinen toiseensa muodostaen reittejä. Pohjois-Suomessa ja rannikkoalueilla – Suomen Jokimaassa – on jokia; sisämaassa – Suomen Järvimaassa – on järviä ja reittejä.”

Rosberg kiinnitti myös huomiota vesistöjen pinta-alojen erilaisuuteen:

”Suomen vesistöjen jokialueet eli sadealueet ovat hyvin erisuuruisia. Yleensä tasaisten vietteiden vesistöillä on pienimmät alueet, mutta kuoppaisten seutujen vesistöillä, siis ennen kaikkea reiteillä on suuret sadealueet. Suurin on Vuoksen alue, noin 60 000 km² kuuluu siitä Suomeen.”

Parikymmentä vuotta Rosbergin jälkeen valmistui maantieteen professori Iivari Leiviskän teos *”Suomen maa ja kansa”*. Siinä hän jakaa Suomen viiteen vesistöalueeseen, jotka puolestaan jakautuvat omiin laskujokiinsa vettä kerääviin joki- eli sadealueisiin. Vesistöalue esiintyy siis tässä eri merkityksessä kuin se nykyään ymmärretään. Leiviskän jaottelu oli seuraava:

- Sisä-Suomen vesistöalue, johon kuuluvat Sisä-Suomen järvi-alueen lisäksi pohjoinen osa Karjalan vaaraseutua ja Raja-Karjalan pääosa
- Eteläisten rannikkojokien alue, joka käsittää Laatokan, Suomenlahden ja Lounais-Suomen rantamaan jokien alueet
- Pohjanmaan jokien alue
- Pohjoiseen Jäämereen laskevien vesien alue
- Vienanmereen laskevien vesien alue.

these: Oulu's, Kokemäki's, Kymi's and Vuoksi's high lands. Gyldén gave signs to the peculiarities of the lake routes typical to Finland:

Our country's largest waterways meet in the high lands, a whole group of large and smaller lakes, these are connected together by straits plus zig zag running flows.”

Gyldén's description of Finland's waterways is supplemented by the University of Helsinki geography professor Johan Evert Rosberg in 1911:

“There, where the descent has been greatest and the land has less pits, rivers are created. Where the descent is at least localised sees the least and in mountain brooks or relaxed sedimentation large deep roads, the water accumulates as a lake. Lakes are connected to each other by fashioned routes. In Northern Finland and the coastal areas – in Finland's river lands – are rivers; in central part of the country – in Finland's lake lands – are lakes and routes.”

Rosberg also attached note to the diversity of the surface areas if drainage basins:

“The drainage basins of Finland's waterways or rain areas are very diverse. Generally, mildly sloping waterways have small areas but uneven areas have large, particularly the routes have large rain areas. The largest is the Vuoksi area, of which about 60 000 km² belongs to Finland.”

Two decades after Rosberg, geography professor Iivari Leiviskä's book “Finland's land and people” was prepared. In it, he divided Finland into five drainage basins, each of which consisted of several sub-basins. The concept of drainage area thus had here a different meaning than is currently understood. Leiviskä's division was the following:

- *Finland's internal drainage basin, which included the Lake District, the northern part of Karelia's hilly areas and the main part of Border-Finland*
- *South coastal drainage basin, which consisted of Ladoga region and the rivers of the coasts of the Gulf of Finland and South West Finland*
- *Ostrobothnia's drainage basin*
- *Arctic Ocean's drainage basin*
- *White Sea's drainage basin.*

Vuonna 1936 ilmestyi Hydrografisen toimiston julkaisuna apulaishydrologi Tor Olinin teos ”*Suomen vesistöjen alueet ja järvet*”. Teokseen koottiin tiedot kaikista niistä ”sadealueista”, joiden pinta-ala Suomen alueella oli vähintään 200 neliökilometriä, sekä kaikkien yli neliökilometrin suurusten järvien pinta-alat. Topografisten karttojen puutteesta ja pääasiallisena lähteenä käytetyn Suomen yleiskartan pienestä mittakaavasta (1:400 000) johtuen vesistöalueiden rajausta jäi varsin karkeaksi. Olinilla esiintyy käsite ”Nevan vesistö”, jonka yksi osa on ”Vuoksen alue”. Toisaalta hän toteaa, että Vuoksi, samoin kuin muutkin Laatokkaan laskevat joet, on luokiteltu päävesistöksi. Tämä johtuu hänen mukaansa ”jo vakiintuneesta epäjohtonsuhteesta”.

Olinin työtä täydensi 1955 Allan Siren julkaisemalla tutkimuksensa ”*Suomen vesistöalueet ja keskimääräiset valuma-arvot*”. Tuolloin otettiin mukaan myös alle 200 neliökilometrin suuruisia alueita. Myös vesistöjen osa-alueiden määrää lisättiin merkittävästi. Vesistöt lueteltiin ensimmäistä kertaa käyttäen Laatokkaan laskevasta Jänisjoesta alkavaa numerointia, joka kiertää merenrannikkoa pitkin myötäpäivään päätyen lopuksi Jäämerelle ja Vienanmereen.

Seuraavaa vesistöalueiden yleisjakoehdotusta lähdettiin valmistelemaan vuonna 1968 maataloushallituksen insinööriosastolla Matti Wäreän johdolla. Tähän työhön perustuu Suomessa nykyisin käytössä oleva vesistöaluenumerointi. Hanke saatettiin Pertti Seunan johtamana niin sanotun toisen jakovaiheen osalta päätökseen 1971, jolloin ilmestyi Vesihallituksen julkaisuja -sarjassa tutkimus ”*Suomen vesistöalueet*”.

Tarve Suomen vesistöalueiden jaottelun muokkaamiseen oli syntynyt lähinnä automaattisen tietojenkäsittelyn myötä. Uusilla jaottelu- ja numerointitavoilla pyrittiin myös paikantamisen helpottamiseen. Kartta-aineiston puutteellisuus sekä käytetyn kartan mittakaava 1:100 000 rajoittivat kuitenkin edelleen pienten alueiden jaottelua. Niinpä alle 200 neliökilometrin suuruisia rannikko- ja raja-alueilla olevia vesistöalueita ei tässä työssä jaoteltu eikä numeroitu.

In 1936, the Hydrographical Bureau's assistant hydrologist Tor Olin's book "Finland's drainage areas and lakes" was published. The book collected information from all those "rain areas" whose surface area was at least 200 square kilometres plus all lakes over one square kilometre. The shortage of topographical maps and the small scale (1:400 000) of Finland's general map led to rather modest accuracy. Olin presented the idea "Neva's waterway" of which one part is the Vuoksi area. On the other hand, he stated that Vuoksi, same as other rivers entering Ladoga, are classified as main waterways. This was according to him a result of "already established inconsistencies".

Olin's work was complemented by Allan Siren's 1955 published research "Finland's drainage basins and mean runoff values". Also, areas under 200 square kilometres were involved. The number of sub-areas of the basins was also significantly increased. Drainage basins were listed for the first time using the River Jänisjoki, entering to Lake Ladoga, as the starting number, whereafter the numbering goes around along the sea coast clockwise ending up at the Arctic and the White Sea.

The preparation of the following general division for drainage basins was started in 1968, under the leadership of Matti Wäre. This work founded waterway area numbers that are presently in use in Finland. The project, led by Pertti Seuna, was finished in 1971, and it resulted into the division of the basins to second-order sub-basins.

The need for the further adaptation of the division of Finland's drainage basins originated due to development of information technology. With the new divisions and numbering systems, it was attempted to also ease positioning. A shortage of map materials and the used scale of the maps 1:100 000, however still limited the division of small areas. Coastal and border drainage basins, under 200 square kilometres in size, were still waiting for subdivision and numbering.

The final attainment of the basic charting (scale 1:20 000) in 1978 and the preparation of the reduced basic maps (scale 1:50 000) during the years 1983–1987 made possible a more precise location of water divides and a more detailed sub-division. Another starting point for new work was the need to create a numerical drainage basin register,

Peruskartoituksen loppuunsaattaminen (mittakaavassa 1:20 000) vuonna 1978 ja peruskartan pienennösten valmistuminen (mittakaavassa 1:50 000) vuosina 1983–1987 mahdollistivat valuma-alueiden entistä tarkemman rajaamisen ja osa-aluejaon. Toisena lähtökohtana oli tarve luoda numeerinen vesistöaluerakisteri, jotta voitaisiin hyödyntää kaukokartoituksen ja numeerisen kartantuotannon mahdollisuuksia valuma-aluekohtaisessa vesientutkimuksessa.

Nykyisin käytössä oleva valuma-alueiden rajaaminen tehtiin topografian ja vesistöjen perusteella 1:50 000 mittakaavaisille paperikartoille. Niitä alueet digitointiin FINGIS-ohjelmalla vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen hydrologian toimistossa vuosina 1984–1990 Matti Ekholmin johdolla. Numeerinen vesistöaluerakisteri valmistui 1991 ja se liitettiin heti osaksi ympäristötietojärjestelmää. Työ oli mittava; siihen kului yhteensä noin 15 henkilötyövuotta. Rinnakkaistuotteena syntyi myös noin 57 000 järveä käsittävä numeerinen järvirekisteri.

Uusimman työn tulokset julkaistiin myös kirjana (Matti Ekholm: Suomen vesistö-alueet 1993, Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - Sarja A 126). Se sisältää vesistöalueluettelot nimi-, vesistötunnus-, pinta-ala- ja järvisyysetiäineen. Julkaisuun liittyvät 1:400 000 -mittakaavaiset vesistöalue- ja purkupistekartat painettiin vuosina 1989–1991.

which could utilise the possibilities of remote sensing and numerical map production.

The currently used drainage basin division was made on the basis of topographical and channel data into a 1:50 000 scale paper map. From these maps the areas were digitised with the FINGIS-programme at the Hydrological Office under the leadership of Matti Ekholm. The numerical river basin register was completed in 1991 and it was connected immediately as part of the environmental information system. The work was large and involved about 15 personnel work years. A numerical lake register handling about 57 000 lakes was also created as a parallel product.

The newest work results were also published as a book (Matti Ekholm: Drainage Basins in Finland, 1993, Publications of the Water and Environment Institute – Series A 126). It includes drainage basin catalogues with names, codes, surface areas and lake percentages. The 1:400 000-scale maps, connected with the publication, were pressed during the years 1989–1991.



Kenttätöyt *Field works*

Lähes kaksikymmentätuhatta virtaamanmittausta, lukuisia asteikon ja limnigrafien rakennus- ja kunnostustöitä, usea tuhat havait-sijan pestausta, ... Hydrologian toimiston henkilökunta on tehnyt havaintoverkon ja kenttätutkimusten parissa sadan vuoden kulues-sa ainakin kuusikymmentätuhatta työpäivää.

Ensimmäisinä vuosikymmeninä ei kenttätöitä varten ollut va-kansseja lainkaan. Niinpä hydrologit panivat ylioppilaslakin pää-hänsä ja lähtivät reissuun. Autoakaan ei toimistolla aluksi ollut, mutta junat liikkuivat ja apuvoimia löytyi etenkin Tie- ja Vesira-kennusten Ylihallituksen piirikonttoreista. Niitä oli kuusi; piirijako noudatti päävesistöalueiden rajoja.

Ylihallitus keskittyi vielä 1900-luvun alussa kanava- ja rauta-tietöihin; maanteiden ylläpito oli keskiajalta saakka kuulunut pai-kallisille maanomistajille. Valtio otti vastuun pääteiden rakentami-sesta ja ylläpidosta vuonna 1921. Tieverkko pysyi kuitenkin varsin kehnona vielä vuosikymmenten ajan.

Hydrografiseen toimistoon hankittiin ensimmäinen auto vuon-na 1920. Koko Suomessa näitä ihmeellisiä kulkupelejä oli tuolloin vajaan kaksituhatta. Auto nopeutti ja helpotti kenttätöitä, mutta 1930-luvun alussa iskenyt lama keskeytti suotuisan kehityksen. Ve-denkorkeusasteikkoja lakkautettiin, virtaamanmittaukset väheni-vät ja vesinäytteiden otto ja analysointi lopetettiin kokonaan.

Hydrografisen toimiston ensimmäinen auto. Suuresta henkilömäärästä päätellen ollaan tuskin menossa varsinaiselle mittausmatkalle.

The first car of the Hydrographical Bureau. Due to the tight occupancy, it can be assumed that they are hardly going on an actual measurement trip.

Close to twenty thousand discharge measurements, numerous gauge and limnigraph construction and maintenance works, thousands of observer engagements, ... The employees of the Hydrological Office have made at least sixty thousand work days, over one hundred years, with the observation networks and field research.

In the first decades, there were no vacancies at all for field work. So, the hydrologists put their student's caps on and went to work. At the beginning, the office did not have a car, but trains ran and help was found particularly from the district offices of roads and water-ways administration. There were six of these; the division into districts followed the divides of the main drainage basins.

The general administration still concentrated at the beginning of the 1900s on canal and railway works: road maintenance had, from the Middle Ages, belonged to the local land owners. The state took over the responsibility for the construction and maintenance of the main roads in 1921. The road network however, remained quite poor still for several decades.

The Hydrographical Bureau acquired its first car in 1920. At that time, there were only a scant two thousand of these miracle vehicles in the whole of Finland. The car speeded up and eased field works, but the depression that hit in the 1930s halted the beneficial devel-opments. Water level stations were closed down, discharge measure-ments were decreased and the taking analyses of water samples was completely halted.

Individuals

A car was used for such travels, where construction materials and heavy equipment had to be brought along. On many trips however,



the method of transport was a bicycle, boat or skis. Assistant hydrologists Tor Olin, Frans Lönnfors and Sven Gustafsson, who all entered the service in the 1910s, made such trips over the decades. Tor Olin was also a skilled device builder: the limnigraphs constructed by him were in general use in the 1930s and 1940s. Frans Lönnfors still joined in rough winter measurements in Lapland, when he was 68 years old. Sven Gustafsson however worked even longer; he was still working in the office when he was 80 years old.

The legend of the office's field work was leveller-driver Einar Lönnqvist. He came into the office, along with the first car, and served for close to 40 years. He circulated all the observation locations with different officials and developed a unique local knowledge. Gradually he got to himself lead even the most demanding construction works plus measurement and examination expeditions.

Regardless of his incomparable experience and leadership tasks, Lönnqvist did not receive any daily allowance for the official trips, of which, the 'real civil servants' were able to enjoy. The office director, Allan Sirén, wrote in 1970: "Yet Lönnqvist went on the trips without any grumbling, even though they meant a direct financial loss to him. He left his name in many documents of the office as a self educated man, whose contributions to practices within the hydrology field were immense."

Only in 1958, were two vacancies founded for the field work, in which master builders Aake Uusitalo and Seppo Hietavirta were named. A couple of years later, they gained assistants in Kalevi Kallio and Eero Salovuori. Now, there was more time available to the hydrologists for research work, even though they were, as before, involved also in the field. Since many of the tasks were unique in the nation, Einar Lönnqvist's role, in the training of new men, was central.

Kari Kettu ja kenttämiehen tärkeä talvivaruste, tuura.

Kari Kettu and the field personnel's important winter equipment, an ice pick.

Henkilöitä

Autoa käytettiin sellaisilla matkoilla, joilla piti kuljettaa mukana rakennustarvikkeita tai painavaa kalustoa. Monilla matkoilla koh-teisiin mentiin kuitenkin yhä polkupyörällä, veneellä tai hiihtäen. Tällaisia matkoja tekivät vuosikymmenten ajan apulaishydrologit Tor Olin, Frans Lönnfors ja Sven Gustafsson, jotka kaikki olivat tulleet palvelukseen jo 1910-luvulla. Tor Olin oli myös taitava lai-

The careers of Uusitalo and Hietavirta were however quite short, into their positions came master builder Eino Järvinen and measurement technician Risto Kotiranta. Kallio also left for another task, the construction of the Saimaa Canal. During the 1960s, Olavi Aarnio, Mauno Ylimäki and Arvo Koho were all employed as field technician. The office now had six field men, of which all made over a decades career.



Vaaitukset ovat aina olleet hydrologisessa kenttätöössä tärkeitä. Vuoteen 1931 saakka hydrografinen toimisto vastasi valtakunnallisista tarkkavaaituksista, mutta sitten ne siirrettiin Geodeettiselle laitokselle. Asteikon nollapisteen ja kiintopisteen korkeuseroja vaaitaan toistuvasti, jotta asteikon mahdollinen liikkuminen saadaan selville. Nurmeksen asteikolla vuonna 1964 on vaaituskoneen takana Eino Järvinen, kirjurina Olavi Aarnio.

Levellings have always been important in hydrological field work. The Hydrographical Bureau was responsible for national precision levellings until 1931, when this task moved to the Finnish Geodetic Institute. The differences in the elevation of the datum and benchmarks of water level gauges are levelled constantly, so that it is possible to survey any possible movements. Behind the levelling machine at Nurmeksen scale in 1964 is Eino Järvinen, Olavi Aarnio is the clerk.

terakentaja; hänen konstruoimansa limnigrafit olivat yleisesti käytössä 1930- ja 1940-luvuilla. Frans Lönnfors oli vielä 68-vuotiaana mukana raskailla talvimittauksilla Lapissa. Vieläkin pitempään työskenteli Sven Gustafsson; hän oli vielä 80-vuotiaana toimistossa tuntitöissä.

Toimiston historian legendaarisin kenttähenkilö oli vaakitsija-autonkuljettaja Einar Lönnqvist. Hän tuli taloon jo ensimmäisen auton myötä ja palveli lähes 40 vuotta. Hän kiersi eri virkamiesten kanssa kaikki havaintopaikat ja hänelle kehittyi ainutlaatuinen paikallistuntemus. Vähitellen hän sai itse johtaa vaativiakin rakennustöitä sekä mittaus- ja tarkastusretkikuntia.

Ylivertaisesta kokemuksestaan ja johtotehtävistään huolimatta Lönnqvist ei saanut virkamatkoillaan päivärahaa, josta 'oikeat virkamiehet' pääsivät osallisiksi. Toimistopäällikkö Allan Siren kirjoitti vuonna 1970: "Silti Lönnqvist nurisematta lähti matkoille, vaikka ne merkitsivät hänelle siihen aikaan suoranaista taloudellista tappiota. Hän jätti moneen toimiston asiakirjaan nimensä muistoksi itsekoulutetusta miehestä, jonka panos käytännön hydrologian alalla oli mittava."

Vasta vuonna 1958 perustettiin kenttätöitä varten kaksi vakanssia, joihin nimitettiin rakennusmestarit Aake Uusitalo ja Sepo Hietavirta. Pari vuotta myöhemmin he saivat apulaisikseen Kalevi Kallion ja Eero Salovuoren. Hydrologeille jäi nyt aiempaa enemmän aikaa tutkimustyöhön, vaikka he edelleen olivat mukana myös kentällä. Koska monet tehtävät olivat valtakunnassa ainutlaatuisia, Einar Lönnqvistin rooli uusien miesten kouluttajana oli keskeinen.

Uusitalon ja Hietavirran työura jäi kuitenkin melko lyhyeksi. Heidän tilalleen tulivat rakennusmestari Eino Järvinen ja mittaus-tekniikko Risto Kotiranta. Myös Kallio lähti toisiin tehtäviin, rakentamaan Saimaan kanavaa. Uusiksi kenttämestareiksi palkattiin 1960-luvun kuluessa vielä Olavi Aarnio, Mauno Ylimäki ja Arvo Koho. Toimistolla oli nyt kuusi kenttämiestä, jotka kaikki tekivät vuosikymmenten mittaisen työuran.

Manu's recollections

Field technician Mauno Ylimäki, who retired in 1997, remembers:

"I came into the house in the spring of 1963. Perälä and Aarnio taught me to measure discharge – I had never before seen a current meter. We went to the Sitarlanjoki River near the Turku highway, an idyllic location. It was emphasised to me that it was important to keep the measuring rod vertical. We then continued to Turku and stayed in a home for travellers. The room reminded me of my army times, there were twenty beds. A fight broke out after midnight and the police had to be called to calm the rage."



Kumiveneellä menttiin virtaamanmittauksille myös talvella. Mauno Ylimäki lähdössä vesille.

Rubber boats are also used for discharge measurements in the winter. Mauno Ylimäki is embarking into the river.

Manun muisteluksia

Vuonna 1997 eläkkeelle jäänyt kenttämestari Mauno Ylimäki muistelee:

”Tulin taloon keväällä 1963. Perälä ja Aarnio lähtivät opettamaan minulle virtaaman mittaamista – en ollut koskaan nähnyt-kään siivikkoa. Menimme Sitarlanjoelle Turuntien varteen, idyllinen paikka. Minulle korostettiin, että mittautangon pitää olla tarkoin pystysuorassa. Jatkoimme sitten Turkuun ja majoituimme matkustajakotiin. Huone muistutti armeijaoloja, sänkyjä oli parikymmentä. Puolenyön jälkeen siellä syntyi tappelu ja poliisi kutsuttiin rauhoittamaan riehujia.”

Hydrologisella toimistolla oli 1960-luvulla myös viisi soputeltavaa, joita käytettiin majoitukseen kesäaikana. Tiemestaripiirien tukikohdat olivat runsaasti käytettyjä yöpymispaikkoja. Mittausmatkat saattoivat kestää jopa yli kuukauden. Usein mentiin Itä-Suomea ylöspäin ja tultiin lännempää alas. Seuraavien viikkojen ohjelmia käytiin hakemassa sovittujen kaupunkien poste restantesta.

Työsuojeluun ei vielä 1960-luvullakaan kiinnitetty suurta huomiota. Jälkeenpäin ajatellen on suuri ihme, että yhtään kuolemaan johtanutta onnettomuutta ei koko satavuotisen historian aikana sattunut. Usein oltiin heikoilla jäillä ja kevään tulvamittauksilla uhkana olivat jokea pitkin ajelehtivat jäälautat. Mauno Ylimäki kertoo:

”Olimme mittaamassa Tenojoella Nyyssölän Osmon ja erään Lapin miehen kanssa. Odottelimme, että jäiden kulku harveni. Saimme soudettua yli ja kiinnitin vaijerin Norjan puolelle jääteleihin, puita ei rannassa ollut. Kun mittasimme keskiuomassa, vaijeri nytkähti äkkiä monta metriä, mutta ei irronnut kokonaan. Vene oli lähellä kaatumista ja Lapin mies sanoi, että tästä tulee hänen viimeinen matkansa. Veimme hänet rantaan ja jatkoimme mittautusta.”

Toimiston autokalustosta saisi ihan oman tarinansa. Kun idänkaupan epätasapaino kasvoi 1970-luvun alussa, piti hankkia neuvostovalmisteisia menopelejä. Niistä ensimmäinen oli vuoraamaton, meluisa ja ”muistutti romutettua Mustaa Maijaa”. Seuraava

The hydrological office also had five tents in the 1960s, which were used for accommodation in the summers. There were well used overnight places in the bases of the road districts. The summertime measurement trips could last for even over one month. Often we went up the East of Finland and came down the western side. The following weeks' programmes were picked up from the agreed town's poste restante.

In the 1960s, there was still not very much notice taken of work protection, in hindsight, I think that it is a great miracle that there has not been even one death over the whole century. We were often on thin ice in the winter and in the spring we were threatened during flood measurements by blocks of ice being carried down the rivers. Mauno Ylimäki tells:

“We were taking measurements in the River Tenojoki with Osmo Nyyssölä and a certain Laplander. We were waiting for the movement of the ice floes to decrease. We were able to row across and attached the wire to an ice heap on the Norwegian side, since there were no trees near the shore. As we were measuring in the mid channel, the wire suddenly jerked a few metres, but did not break totally free. The boat was near the tumble and the Laplander said that this would be his last trip. We took him to the shore and then continued our work.”

The office's cars could get their own story. When the imbalance of Eastern trade grew at the beginning of the 1970s, we obtained Soviet manufactured vehicles. The first of these was unlined, loud and “reminded us of a scrapped police car”. The following was a Latvian brand and a better kilometre maker than the previous. Spare parts were only available from Helsinki; when the windscreen broke in Ostrobothnia, the trip stopped then.

The office's cars ground out close to a hundred thousand kilometres a year on the Finnish roads. Again, it is a wonder that nothing really bad ever happened. Sometimes it was however very close, Mauno Ylimäki:

“We were driving towards Oulu, after measurements on the River Siuruanjoki. We wanted to get there before the post office closed and

oli Latvija-merkkinen ja edellistä parempi kilometrintaaittaja. Varas osia tosin sai vain Helsingistä; kun tuulilasi rapsahti Pohjanmaalla rikki, matka tyssäsi siihen.

Suomen teillä toimiston autot pörräsivät enimmillään lähes satatuhatta kilometriä vuodessa. Jälleen voi ihmetellä, että koskaan ei käynyt todella pahasti. Joskus oli hyvin lähellä, Mauno Ylimäki:

”Ajoimme Siuruanjoen mittaukselta kohti Oulua. Perille piti ehtiä ennen postin sulkemista ja Kalevi Kallio rysäytti tukkirekan perään. Istuin vieressä ja tukinpää jysähti poskiluuhuni ja silmän ympärille. Oulussa minua hoiti kirurgi Arno Forsius, jonka pojasta tuli sittemmin hydrologian toimiston virtaustutkija.”

Hajautettu vastuu

Toimiston palkkalistoilla oli myös kenttämiehiä, joita näki Vuorikadun konttorilla harvoin. Lapin havaintoverkoista ja mittauksista vastasivat pitkälti Arvo Heikkilä, Olavi Alatalo ja Veikko Nyysölä. Kaksi ensin mainittua asui Tornionjoen varressa, Veikon kotina oli valtion virkatalo Nellimissä Inarinjärven rannalla. Vihdin Maasojan koekentän monipuolisia mittauksia hoiti Veikko Salmipuro.

Vaikka Lappiin asti lähdettiin Helsingistä harvoin, etäisyydet monille mittaus- ja havaintopaikoille olivat pitkät. Kun vesihallituksen perustamisen myötä oli syntynyt laaja piiriorganisaatio, alettiin pohtia kenttätöiden siirtämistä sen vastuulle. Ensimmäiset hydrologiset kenttä- ja neuvottelupäivät vesipiirien välle järjestettiin vuonna 1977. Pian tämän jälkeen kaikkiin piireihin nimettiin hydrologisen toiminnan vastuuhenkilöt. Seuraavan vuosikymmenen kuluessa yhä useammat tehtävät hoidettiin vesipiireistä, joista vuonna 1986 tuli vesi- ja ympäristöpiirejä. Hydrologian toimiston kenttämiehet olivat mukana matkoilla perehdyttämässä piirien henkilökuntaa uusiin tehtäviin.

Kun Suomen ympäristökeskus perustettiin, kenttätöet olivat jo pääosin siirtyneet alueellisille ympäristökeskuksille. Hydrologian toimiston kenttämiehistä monet olivat jo tuolloin eläkkeellä. Suuret virtaamanmittaukset tehtiin kuitenkin vielä yhteistyössä jo siitä syystä, että käytettävissä oli vain yksi, vuonna 1993 hankittu

Kalevi Kallio crashed into the back of a log truck. I was sitting in the passenger seat and the end of a log thumped my cheekbone and the side of my eye. I was cared for by Arno Forsius in Oulu, whose son later became a lake researcher for the Hydrological Office.”

Decentralised responsibility

There were also field men on the wage list of the office, who were rarely seen at the Vuorikatu headquarters. The observation networks and measurements in Lapland were greatly undertaken by Arvo Heikkilä, Olavi Alatalo and Veikko Nyysölä. The first two mentioned lived near to the River Tornio, Veikko's home was a state-owned house in Nellim, on the shore of Lake Inari. Veikko Salmipuro looked after the versatile measurements on Vihti's Maasoja test field.

Even though trips from Helsinki to Lapland were rare, the distances to many measurement and observation sites were long. When a broad regional organisation was started with the foundation of the Water Administration, the transferral of the field work to its control was considered. The first hydrological field and negotiation days, for the employees of the water districts, was organised in 1977. Soon after this, a person responsible for hydrological work was named for each district. Over the following decade, more and more tasks were managed by the districts, which developed to water and environmental districts in 1986. The field men of the Hydrological Office were involved in the trips to familiarise the districts' personnel with the new tasks.

When Finnish Environment Institute was founded, the field works had already been mainly transferred to regional environment centres. Back then, many of the field men of the Hydrological Office had already retired. Large discharge measurements were still however made as co-operation, the reason being that only one ADCP-appliance, acquired in 1993, was in use. The most difficult and dangerous current meter measurements became a part of history. The environment centres later acquired their own flow measurement equipment, whereupon the role of SYKE's personnel changed to the development and guidance of field work methods.

ADCP-laitteisto. Se siirsi vaikeimmat ja vaarallisimmat siivikko-mittaukset historiaan. Myöhemmin ympäristökeskukset hankkivat omaa virtaamanmittauskalustoa, jolloin SYKE:n henkilöstön rooli muuttui kenttätöiden menetelmiä kehittäväksi ja ohjaavaksi.

Vuonna 1999 alettiin laatia hydrologisten havaintojen laatujärjestelmää. Se sisältää yksityiskohtaiset ohjeet kenttätöille (esimerkiksi aseman perustaminen, havaitsijan opastus, virtaaman mittaminen). Byrokratian lisääntymisuhasta huolimatta siihen kuuluu myös joukko lomakkeita; näin seurannan historia tallentuu uusien työntekijöiden ja jälkipolvien käyttöön. Järjestelmää ylläpidetään ja kehitetään jatkuvasti, jotta se pysyy ajan tasalla. Etenkin automaattisten mittauslaitteistojen käytön lisääntyminen aiheuttaa jatkuvasti muutoksia ja lisäyksiä hydrologiseen laatujärjestelmään.

Viimeinen kenttämies, Arvo Koho, jäi eläkkeelle vuonna 2003. SYKE:n hydrologian yksikön nykyinen henkilökuntakaan ei istu pelkästään konttorilla ja tuijota tietokoneen näyttöä. Eniten kentällä on syvyyskartoituksista vastaava Jari Hakala, jonka 'laidunkausi' ulottuu keväästä pitkälle syksyyn. Risto Mäkiselle kertyy myös melkoisesti kenttäpäiviä pohjavesiasemaverkon parissa.

Preparations began in 1999 on a quality system for hydrological observations. It included detailed guidelines for field works (e.g. the foundation of stations, guidance for observers and discharge measurements). Despite a proliferation of bureaucracy, it also included a number of forms; thus the history of monitoring is recorded for the use of new workers and generations. The system is updated and developed continually. Particularly the increase in the use of automatic measurement devices causes continual changes and additions to the hydrological quality system.

The last field worker, Arvo Koho, retired in 2003. The current personnel of SYKE's hydrological unit do not merely sit in the office and stare at their computer monitors. Jari Hakala undertakes most depth chartings, being mainly out of the office from spring long into the autumn. Risto Mäkinen also accumulates a considerable amount of field days amidst the ground water station network.

Toimistotyöt *Office works*

■ ”Ilmeisesti kaikki olivat tietoisia siitä, että yksikin väärin laskettu luku saattoi merkitä suuria taloudellisia vahinkoja esimerkiksi jossakin vesirakennushankkeessa.”

Näin kirjoitti Allan Sirén vuonna 1974 kuvaillessaan toimistotöitä hydrologisen palvelun historiikissaan. On selvää, että laajan havaintoaineiston muokkaus ja käsittely vaati runsaasti henkilökuntaa. Näin oli erityisesti asianlaita ennen tietotekniikan aikakautta – ja eniten työtä taisi teettää siirtyminen tuohon kauteen.

Huomattava osa toimistotyöstä oli sellaista, joka ei suuresti poikennut tilitoimiston tai muun suuren numeroaineiston kanssa painiskelevan yksikön työstä. Lukuja siirrettiin havaintolomakkeilta taulukoihin, laskettiin keskiarvoja ja tehtiin erilaisia yhteenvetoja. Pelkästään vedenkorkeuslukuja tuli eri asteikoilta vuosittain toistasataatuhatta. Kopiointi-, tulkinta- tai laskentavirheiden riski oli suuri, jota Allan Sirénin mainintakin kuvastaa.

Kaksi laajaa työskarkaa oli puolestaan sellaisia, joita ei tehty missään muualla Suomessa. Ne olivat virtaamanmittausten laskenta ja limnigrafipapereiden ’lukeminen’. Edellinen oli tavallaan graafinen integrointitehtävä, jossa käytettiin hyväksi millimetripaperia. Jälkimmäistä hankaloittivat erilaiset korjaukset ja tarkistukset, joihin tekijän piti olla hyvin perehtynyt. Kumpikin tehtävä edellytti ainakin yhden henkilön päätoimista työpanosta.

Myös piirtäjille oli töitä runsaasti. Tätä kuvastaa jo se, että vuonna 1925 perustettiin peräti neljä ’piirustajan vakinaista tointa’. Kun muita toimistohenkilökunnan vakansseja ei juuri ollut, piirtäjät joutuivat kuitenkin osallistumaan myös kenttätöihin. Hydrografisen toimiston hovipiirtäjänä oli peräti 48 vuoden ajan Raoul Sjöblom, joka tuli taloon 18-vuotiaana vahtimestarikenttätöapulaiseksi. Tarmokkaalla itseopiskelulla hänestä kehittyi taitava piirtäjä, joka teki kaikki vaativimmat työt.

Vielä 1970- ja 1980-luvuilla hydrologian toimistossa oli kolme päätoimista piirtäjää. Aineistojen käsittelytehtävissä oli tuohon aikaan noin viisitoista henkeä. Osa oli opiskelijoita, jotka aloittivat laskuapulaisina ja joista sitten tuli hydrologeja tai muita alan tutkijoita. Numeroviidakossa seikkailu saattoi siis olla myös kannusteena tieteen pariin.

Heti vesihallituksen perustamisen jälkeen ryhdyttiin siirtämään hydrologisia aineistoja reikäkortteille ja tietokoneen syövereihin. Tämä oli todella

■ *“Evidently, all were conscious, that even just one wrong calculated number could result in a large economic loss for example in some hydraulic construction projects.”*

Thus wrote Allan Sirén in 1974, describing the office work. It is clear that the revision and handling of broad observation material demands plenty of personnel. Such was the situation, particularly before the information technology age – and the transition to that age required a considerable amount of additional work.

A noticeable part of work in the Hydrological Office was such, which did not deviate much from the work of a bookkeeping office or other place that wrestles with large numerical material. The numbers were transferred from observation forms to tables, averages were calculated and different summaries were made. The amounts of just water level readings received were hundreds of thousands annually from different stations. The risk of errors in the copying, interpretation and calculation was large, like Allan Sirén mentioned.

There were two broad sectors of work in the Hydrological Office, which were not done anywhere else in Finland. These were the calculation of discharge based on measurements and the reading of limnigraph papers. The first was in a way a graphical integration task, where millimetre paper was used. The latter was made more difficult by different corrections and verifications, which the maker should be well acquainted with. Both tasks required a full time contribution from at least one person.

The draughtspersons also had a great deal of work. This is reflected that already in 1925, four vacancies were established. When there were no other office personnel vacancies, the draughtspersons also had to participate in field work. The head draughtsman of the Hydrographical Bureau was for some 48 years Raoul Sjöblom, who entered the house as an 18 year old caretaker- field work assistant. By vigorous self study, he developed into a skilled draughtsman, who performed the most demanding tasks.

The Hydrological Office still had three full time draughtspersons in the 1970s and 1980s. There were fifteen people at that time involved in data handling tasks. A portion of these were students, who started as calculation aids and who then became hydrologists and other experts. The adventure in the number jungle could be also an incentive to the science.

mittava urakka – sen parissa kului todennäköisesti ainakin kymmenen 'lävistysvuotta'. Tarkistusjärjestelmä ei ollut aukoton ja virheiden korjaukseen hupeni vielä useita lisätyövuosia.

Vesihallituksen tietokoneajot hoidettiin alkuvaiheessa Valtion tietokonekeskuksen kautta. Ensimmäinen oma tietokone hankittiin vuonna 1983. Sitten alkoi tietotekniikan läpimurron kausi, joka mullisti myös toimistotyöt. Esimerkiksi virtaamanmittausten laskenta siirtyi tietokoneella tehtäväksi vuonna 1985. Tähän tarvittavan softan laativat Yrjö Sucksdorff ja Sirpa Kleemola. Seuraavan vuosikymmenen alkupuolella Seppo Aitamurto teki limnipapereiden skannausohjelman, joka vähensi käsityötä merkittävästi. Nykyään hydrologian yksikön toimistotehtävät vaativat 4–5 henkilön työpanoksen. Tästä se ei enää juuri vähene.

Immediately after the foundation of the National Board of Waters, the transfer of the hydrological data to punch cards began. This was a really large job – it took probably at least ten 'punching years'. The verification system was not without gaps and the correction of mistakes took several extra working years.

The computing tasks of the National Board of Waters were taken care of, at the beginning stages, through the State Computer Centre. The first own computer was acquired in 1983. The breakthrough period of computers then commenced, which also revolutionized office tasks. For example, the calculation of discharge measurements was taken over by computers in 1985. Yrjö Sucksdorff and Sirpa Kleemola prepared the software. At the first half of the following decade, Seppo Aitamurto made the limnipaper scanning programme, which significantly decreased hand work. Nowadays, the office tasks of the Hydrological Services Division require 4–5 people. This number will not decrease any more.

Havaitsijat *Observers*

Hydrologinen seuranta perustui monen vuosikymmenen ajan kokonaan havaitsijoiden työhön. Myös monissa tutkimushankkeissa paikalliset ihmiset ovat vastanneet tärkeistä mittauksista. Automaation myötä havaitsijoiden työmäärä on vähentynyt, mutta ei heidän merkityksensä. Automaattisten mittausten tarkistaminen edellyttää ainakin kerran kuussa tehtävää manuaalimittausta. Lisäksi on havaintoverkkoja, joiden automatisointi ei ole näköpiirissä. Tällaisia ovat erityisesti lumi- ja jäähavainnot.

Päivittäisten havaintojen teko on lähes yhtä sitovaa kuin työ lypsykarjan parissa. Joka aamu on mentävä vedenkorkeusasteikolle, joka joissakin tapauksissa on voinut sijaita kilometrien päässä. Talvella pitää monilla havaintopaikoilla myös hakata jää pois asteikkopaalun ympäriltä. Pimeys haittaa etenkin Pohjois-Suomessa kuukausien ajan ja asteikko on luettava taskulampun valossa. Polku rantaan saattaa olla jyrkkä ja liukas.

Vuosien mittaan tilanne on monelta osin helpottunut. Limnigrafit muuttivat havaintotiheyden viikoittaiseksi, toki päivittäin havaittavia asteikoitakin yhä on. Osa havaitsijoista on jo yli 10 vuotta näppäillyt puhelimella päivittäin vedenkorkeuksia, jotka ovat siirtyneet sitä kautta melkein reaaliajassa tietokantaan. Turvallisuutta on kohennettu; portaita, kaiteita ja laitureita on rakennettu ja kaikille havaitsijoille on lähetetty työturvallisuusohjeet.

Havaitsijoina on ollut ”mitä erilaisimpiin yhteiskuntaryhmiin kuuluvia henkilöitä”. Näin totesi Allan Sirén vuonna 1974 ja jatkoi: ”On ollut seurakuntien pappeja ja lukkareita, oppi- ja kansakoulun opettajia, teollisuuslaitosten virkamiehiä, talollisia, sekatyömiehiä, emäntiä, koululaisia, kalastajia jne.”

Yhteiskuntaryhmissä on ylletty aina tulevaan Tasavallan Presidenttiin saakka. Urho Kekkonen vietti 1940-luvun alkupuolella perheineen kesiä Vuolijoella ja hoiti Oulujärven vedenkorkeusasteikkoa vuonna 1943.

Hydrological monitoring was based for many decades entirely on the work of observers. In many research projects, local people have also undertaken important measurements. With automation, the work amount of the observers has decreased, but not their significance. The verification of automatic measurements requires manual controls at least once a month. Additionally, there are observation networks, for which automation is not on the horizon. Such are particularly snow and ice observations.

Day to day observations are as close to binding as work with dairy cattle. The water level gauge is to be visited every morning, in many sites a good distance away. In the winter, ice must be chopped away from around the gauge in many observation sites. Darkness is an inconvenience for months at a time, particularly in Northern Finland, and the gauges must be read using a torchlight. The path to the shoreline may also be steep and slippery.

Through the years, the situation has eased in many parts. Limnigraphs have changed the observation frequency to weekly, although there are also still gauges that are observed daily. Some of the observers have already for over ten years sent by phone the daily water levels, implying an almost real time transfer to the data base. Safety has improved; stairs, railings and piers have been built and all observers have been sent occupational safety guidelines.

As observers have been “persons belonging to a wide range in the society” Such stated Allan Sirén in 1974 and continued: “There have been parish priests and precentors, high school and folk school teachers, industrial officials, farmers, general workers, housewives, students, fishermen etc.”

The group has also included the president of Finland. Urho Kekkonen spent his family summers at the beginning of the 1940s in Vuolijoki parish and looked after a water level gauge at Lake Oulujärvi in 1943.



Nainen vedenkorkeuden havaitsijana oli 1920-luvulla vielä harvinainen.

In the 1920s, a female water level observer was still rare.

Palkka ei ole houkutellut

Monilla havaitsijoilla on ollut omakohtainen kiinnostus veden kiertokulun ilmiöihin. Työstä saatava korvaus ei ole houkutellut alalle. Allan Sirén: ”On suorastaan uskomatonta, miten kylmästi valtiovalta on suhtautunut havaitsijoiden palkkoihin. Toimiston ehdottamat lisäykset jätettiin vuosi vuoden jälkeen huomioonottamatta, vaikka yleinen palkkataso saman aikaisesti oli tuntuvasti noussut ja aivan samanlaisesta työstä voimayhtiöt maksoivat 5–10-kertaisia palkkioita.”



Munakan asteikko Kyrönjoella oli kevättulvien aikaan valtakunnan seuratuin 1900-luvun jälkipuoliskolla. Yli kolmen vuosikymmenen ajan tätä asteikkoa hoiti maanviljelijä Lenni Kujanpää. Hän tunsu joen oikut ja antoi tiedotusvälineille tulvaennusteita, jotka usein päihittivät kehityksensä alussa olevat tietokonemallit. Kun tulvasuojelu alkoi vaikuttaa, Lenni kuitenkin tunnusti ennustajana tappionsa tietokoneelle. Lenni kuoli 84-vuotiaana keväällä 2003.

Munakka's gauge in Kyrönjoki was, during spring floods, the most monitored in the nation in the latter half of the 1900s. Lenni Kujanpää, a farmer, took care of the gauge for over thirty years. He knew the river's temperament and gave to the media flood predictions, which often beat the computer models of those days. When flood protection began to influence, Lenni however admitted his defeat to computers. Lenni died in the spring of 2003 at 84 years old.

The wages have not attracted

Many of the observers have had an individual interest in the hydrological phenomena. The compensation for the work has not been tempting. Allan Sirén: “It is unbelievable, how coldly the government regarded the observers' wages. The office's proposed raises were left unconsidered year after year, even though the general wage level had noticeably risen during the same time and the same work for power companies would earn 5–10 times the wage.”

Many observations, which have not been made every day, have also been arduous. The snow course measurements include a four kilometre cross country track, where alongside ten snow weighings and 80 depth measurements are made. In thick snow drifts, this work takes half a day. Over the years, I remember one snow measurer who sent a letter to the office: “It was also rough before. But now it is really tough, since they trenched the marsh last summer. I have to take skis from my feet and trek through the ditches twelve times.” – This course was moved to a new location immediately.

Close to all the observers at the former half of the 1900s were men. At the start of 2008, there were 318 men and 118 ladies in the register of observers. Over half of the observers are over 50 years old; there are very few young observers. There are even ten super grandmothers and granddads, who are eighty years old or more.

Nowadays people travel a lot and the validity of the work is held as an obstacle to engaging observers. It has however still been successful to attain observers. Many older people say that they make the observations for reasons of fitness. “It's a must to go outside and it isn't just for the money.” Also those interested in nature, have begun to be involved in the observations.

The longest observer in history has been Kauko Lauri, who took care of the gauge at Torniojoki's Kukkolankoski for 57 years. Included in this period were close to twenty one thousand observation days.

Many observations have moved from one generation within a family to another. For example, the observations at Summasjärvi, which began on 1st of January 1910 and still continue, have been in the con-

Työläitä ovat olleet myös monet sellaiset havainnot, joita ei ole tehty päivittäin. Lumen linjamittaus sisältää neljän kilometrin maastolenkin, jonka varrella tehdään kymmenen lumipunnitusta ja 80 syvyysmittausta. Paksussa, upottavassa hangessa tuo urakka vie puoli päivää. Vuosien takaa muistan yhden lumimittajaan, joka lähetti toimistolle kirjeen: ”Rankkaa oli ennenkin. Mutta nyt on tosi rankkaa, kun ne viime kesänä ojittivat sen suon. Pitää kaksitoista kertaa ottaa sukset jalasta ja kolota ojanpohjan kautta.” – Tuo linja siirrettiin välittömästi uuteen paikkaan.

Lähes kaikki havaitsijat olivat 1900-luvun alkupuolella miehiä. Vuoden 2008 alussa havaitsijarekisterissä oli 318 miestä ja 118 naista. Yli puolet kaikista havaitsijoista on yli 50-vuotiaita, nuoria on melko vähän. Kahdeksankymmentä vuotta täyttäneitä teräsvaareja ja -mummoja on peräti kymmenen.

Nykyään ihmiset matkustavat paljon ja työn sitovuutta pidetään esteenä havaitsijaksi ryhtymiselle. Kuitenkin on vielä onnistuttu saamaan havaitsijoita. Useat iäkkäät henkilöt sanovat tekevänsä havaintoja kuntoilun vuoksi: ”Tulee lähdettyä ulkoilemaan, kun on ikään kuin pakko mennä, ei niinkään rahan vuoksi mennä.” Myös muutoinkin luonnossa liikkuvat ja luonnosta kiinnostuneet ihmiset ovat ryhtyneet havaitsijoiksi.

Koko historian pitkäaikaisin havaitsija lienee ollut Kauko Lauri, joka hoiti Tornionjoen Kukkolankosken asteikkoa 57 vuotta. Tuohon ajanjaksoon sisältyy yhteensä lähes kaksikymmentäyksituhatta havaintopäivää.

Monesti on havainnointi siirtynyt saman perheen sisällä sukupolvelta toiselle. Esimerkiksi Summasjärven havainnot, jotka käynnistyivät 1.1.1910 ja jatkuvat edelleen, ovat olleet koko ajan saman suvun hallussa. Havaitsijana oli aluksi Gustaf Pajulahti, hänen jälkeensä vävy Lauri Lehtonen vuosina 1932–1961 ja tämän jälkeen Laurin puoliso Anna Lehtonen vuoteen 1980. Nykyinen havaitsija on Laurin ja Annan tytär Sointu Tervanotko. Hän on nyt hoitanut havaintoja jo 27 vuotta; mittaus tehdään edelleen päivittäin asteikkoa lukien.

trol of the same family for the whole time. The observer at the beginning was Gustaf Pajulahti, after him was his son-in-law Lauri Lehtonen for the years 1932–1961 and after this up until 1980 was Lauri's wife, Anna Lehtonen. Nowadays, the observer is Lauri's and Anna's daughter Sointu Tervanotko. She has now undertaken observations for 27 years; the measurement readings are still taken daily.



Valtio palkitsee pitkäaikaiset havaitsijat kunniamerkillä. Vasemmalta Pesijärven lumimittajat Antti ja Pentti Kemppainen sekä mitalin luovuttajat Marja Reuna ja Reijo Pentikäinen.

The state awards long time hydrological observers with a badge of honour. From the left are Lake Pesijärvi's snow measurers Antti and Pentti Kemppainen plus the presenters of the medals, Marja Reuna and Reijo Pentikäinen.

Muuttoa ja evakkomatkoja *Removals and evacuee trips*

Hydrografisen toimiston ensimmäiset työtilat olivat Pohjoisesplanadin varrella, ns. Grönqvistin kivitalossa. Sieltä siirryttiin jo parin vuoden kuluttua Eteläesplanadin ja Unioninkadun kulmaan, Tie- ja Vesirakennusten Ylihallituksen uuteen toimitaloon. Toimisto sai neljännessä kerroksesta seitsemän huonetta ja pienen laboratorio-tilan.

Vuonna 1931 työntekijöitä oli jo yli kaksikymmentä. Ahtaus oli melkoinen ja sitä helpotettiin hieman kolmen lisähuoneen avulla. Vuonna 1937 vapautui saman talon viidennessä kerroksessa sijainnut pääministerin virka-asunto. Hydrologit muuttivat sinne, mutta menettivät samalla laboratoriotilat. Jo seuraavana vuonna palattiin maanpinnalle, ensimmäisessä kerroksessa sijainneen sotilasapteekin paikalle.

Vuonna 1941 apteekin tilat annettiin Tilastolliselle Päätoimistolle. Valtio osoitti Hydrologiselle toimistolle uudet, aiempaa paremmat tilat Ratakadun ja Fredrikinkadun kulmatalosta, jonne nyt näytti mahtuvan myös laboratorio. Sen suunnittelu oli jo pitkällä, kun toimiston oli luovutettava sille aiotut tilat Valtiolliselle poliisille. Vuonna 1945 Valpo valtasi koko talon ja Hydrologinen toimisto lähti vuokralaiseksi vasta valmistuneeseen Sokoksen liiketaloon. Taas oli laboratoriohankkeesta luovuttava.

Sokos halusi koko talonsa omaan käyttöön vuonna 1951. Niinpä hydrologit muuttivat jälleen kerran, nyt Smolnan piharakennukseen Fabianinkatu 25:n sisäpihalle. Siellä saatiin olla epätavallisen pitkään, toistakymmentä vuotta.

Henkilökunnan kasvaessa tilat kävivät kuitenkin ahtaiksi. Hydrometeorologinen jaos siirrettiin 1960-luvun alussa osoitteeseen Kasarmikatu 42, jonne pian sijoitettiin myös toimiston johto ja kanslia. Muu toiminta hajautettiin kolmeen paikkaan: vedenkor-

The first premises of the Hydrographical Bureau were beside Pohjoisesplanadi, in the so called 'Grönqvist's stone house'. From there, they moved already a couple of years later to the corner of Eteläesplanadi and Unioninkatu, to the new building of roads and waterways administration. The office was on the fourth floor and had seven rooms and a small laboratory space.

There were already over twenty employees in 1931. It was quite tight and the three extra rooms eased matters a little. In 1937, the prime minister's official residence, on the fifth floor, became vacant. The hydrologists moved there, but at the same time lost the laboratory space. The following year was a return back to ground level, when the office moved to the location previously held by the military pharmacy.

In 1941, the pharmacy's premises were given to the Statistical Office of Finland. The state directed the Hydrographical Bureau to new and better premises in the corner building of Ratakatu and Fredrikinkatu, where it was now possible to have a laboratory. Its planning was already far advanced, when the premises were given to the State Police, Valpo. In 1945, Valpo ruled the whole building and the Hydrographical Bureau became a tenant in the newly built Sokos business house. The laboratory project was one again given up.

Sokos wanted the whole building for their own use in 1951, so once again it was time to move, now to Smolna's inner yard building at Fabianinkatu 25. The office remained there for an unusually long period, more than ten years.

With the increase in personnel, the premises however became crowded. The hydrometeorology section moved at the start of the 1960s to Kasarmikatu 42, which was also soon the location of the office's management and secretaries. The other operations were decentralized to three locations: the address of the water levels section and



H. Rengviöl



A. Fabricius



T. V. Olin



Fr. Lönnfors



A. Lirén



Z. Nisula



E. Fabricius



W. Lehmann



R. Löblom



Y. Gröndal

Lithuette från Hydrografiska byrån februari 1934.

Henkilökunnan silhuettikuvia vuodelta 1934, taitelijana Onni Tauriainen.

A silhouette picture of the personnel in 1934, the artist was Onni Tauriainen.

keusjaoksen ja kirjaston muuttolaatikoissa luki Mikonkatu 2, vir-
taamajaoksen Annankatu 12, varaston ja verstaan Kasarmikatu 6.
Seurasi 'suuren hajaannuksen' aika.

Kaisaniemessä, Vuorikadun päässä oleva tontti oli 1800-luvun
puolivälissä lahjoitettu valtiolle magneettista laboratoriota varten.
Tontilla sijaitsi matala puurakennus, jossa toimi Valtion Meteoro-
loginen Keskuslaitos. Vuonna 1955 päätettiin, että paikalle raken-
netaan uusi 9-kerroksinen toimitalo, johon mahtuisi viisi eri viras-
toa. Lopulta Valtioneuvoston Huoneenrakennustoimikunta päätti,
että talosta tulee 6-kerroksinen. Nyt huomattiin, että sinne mahtu-
vat vain ilma- ja vesitieteilijät. Talo valmistui vuonna 1966.

Hydrologinen toimisto sai nyt ensimmäistä kertaa tarkoituksen-
mukaiset toimitilat. Kellariin rakennettiin myös siivikoiden kalib-
rointia varten 42 metrin pituinen ja kahden metrin levyinen allas.
Tuossa talossa hydrologit työskentelivät aina Suomen ympäristö-
keskuksen perustamiseen eli vuoteen 1995 saakka.

Monta muuttoa on tämä pieni virasto siis joutunut sadan vuo-
den kuluessa tekemään. Niihin sisältyy myös kaksi evakkomatkaa:
talvisodan aikana toimisto sijaitsi Vähässäkyrössä, vuonna 1944
oltiin seitsemän kuukautta Lauttakylässä.

*library was Mikonkatu 2, the discharge section was at Annankatu 12
and the storage and workshop went to Kasarmikatu 6. A large disinte-
gration time followed.*

*In Kaisaniemi, a plot of land at the end of Vuorikatu was donat-
ed in the mid 1800s to the state for a magnetic laboratory. The plot
contained a low wooden building, where the Meteorological Central
Agency resided. In 1955 it was decided that a new nine floor build-
ing was to be built, which would house five different agencies. Finally,
the Government's room building committee decided that the building
would have six floors. It was now noted that only the meteorologists
and hydrologists would be able to be housed. The building was com-
pleted in 1966.*

*The Hydrological Office now had appropriate working premises
for the first time. In the cellar was built, for the purpose of calibrating
current metres, a 42 metre long and two metre wide basin. The hydro-
logists worked in this building until the foundation of Finnish Envi-
ronment Institute, i.e. until 1995.*

*This small agency has thus had to make many removals during its
first century. These also include two evacuation trips: the office was
located in Vähäkyrö in Ostrobothnia during the Winter War, and in
1944, operations were based for seven months in Lauttakylä in south-
western Finland.*

Juhani Virta

Hydrologinen toimisto 1960-luvulla *The Hydrological Office in the 1960s*

Kun Heikki Simojoki nimitettiin hydrografisen toimiston johtajaksi vuonna 1958, alkoi toimistossa voimakkaan kehityksen kausi. Ensimmäisiin kehityskohteisiin kuului yksikön nimen nykyaikais-taminen hydrologiseksi toimistoksi. Tutkijoiden lukumäärää kasvatettiin ja heidän osallistumistaan kenttätöihin pyrittiin vähentämään. Tämäkin onnistui, kun saatiin pestatuksi lisää kenttähenkilökuntaa. Kaikki 1960-luvun edistysaskeleet eivät kuitenkaan olleet Simojoen aikaansaamia, vaan osa aiheutui yleisestä taloudellisesta kehityksestä, kansainvälistymisestä ja viriävän ympäristötutkimuksen tarpeista.

Havaintojen kohdalla huomiota kiinnitettiin erityisesti vedenkorkeusasemien lisäämiseen sekä sade- ja lumimittausten tehostamiseen. Uusiakin havaintoja käynnistettiin. Kansainvälisen geofysiikan vuoden 1957–58 suositusten perusteella aloitettiin Class A -haihtumisastiamittaukset vuonna 1958. Tämä verkko toimii yhä ja tarjoaa haihdunnan arvioimiseen tarvittavaa tietoa esimerkiksi virtaaman ennusteita varten. Toinenkin haihdunnan mittausverkko perustettiin: Popovin lysimetrit. Kullakin asemalla oli kaksi noin 20 kilon painoista maanäyteastiaa. Toisen astian vesitase määritettiin punnitsemalla, toisessa vesipitoisuuden annettiin tasaantua ympäristön oloja vastaavaksi. Punnituksen yhteydessä astioiden paikka vaihdettiin kerran vuorokaudessa. Havaintoverkko käsitti kuusi asemaa, joista eteläisin oli Leteensuon koeasemalla Hattulas-sa ja pohjoisin Sodankylän Vuotsossa. Koska mittaukset olivat työläitä ja tulosten edustavuus kyseenalainen, mittaukset lopetettiin muutaman vuoden kuluttua. Simojoki tehosti myös järvien lämpötilahavaintoja ja osa hänen perustamistaan syvänveden havainto-

When Heikki Simojoki was named the manager of the Hydrographical Bureau in 1958, the office began a period of strong development. The first target of development was the modernisation of the unit's name to the Hydrological Office. The number of researchers increased and their participation in field work was attempted to decrease. This was successful when additional field personnel were able to be hired. However, all of the strides in the 1960s were not solely Simojoki's achievements, as some were caused by common economic boom, internationalisation and growth of environmental research needs.

Concerning observations, special attention was attached to the increase in water level stations and making rainfall and snow measurements more effective. New observations were also started. Class A pan evaporation measurements began in 1958, on the basis of recommendations of the International Geophysics Year 1957–1958. This observation network still operates and offers required information for evaporation estimation, for example for predicting river flows. A another evaporation measurement network was also founded: Popov lysimeters. Each station had two soil sample containers weighing about 20 kg. The water balance of one container was determined by weighing, in the other the water content was let to become even with the surrounding environment. The locations of the containers were changed once a day while weighing. The observation network included six stations, of which the southernmost was at Leteensuo experimental field in Hattula and the northernmost in Sodankylä, Vuotso. Because the measurements were laborious and the representativeness of the results was questionable, the measurements were halted a few years later. Simojoki also intensified temperature observations, and some of the



pisteistään on yhä käytössä. Simojoki uudisti myös järvien virtaus-tutkimusten instrumentointia.

Vilkasta tutkimustoimintaa ja yhteistyötä

Järvet olivat Simojoen erityinen kiinnostuksen kohde. Tämä juonsi juurensa hänen lapsuuteensa Kuopiossa Kallaveden rannalla. Osoituksena siitä, että vesiasiat yleensä olivat hänelle läheisiä, oli kirje, jonka hän koulupoikana kirjoitti yhdessä veljensä Martin kanssa Ilmatieteelliseen Keskuslaitokseen. Tuleva professori ja tuleva arkipiispa pyysivät laitokselta sademittaria voidakseen ryhtyä havait-sijoiksi. Tähän pyyntöön suostuttiin.

Simojoki julkaisi itse tutkimukset järvien lämpötiloista, ominaisheilahteluista ja ilmanpaineen vaikutuksista vedenkorkeuksiin. Hän kirjoitti myös tutkielman aiheesta Suomen vesitalous.

Kansainvälinen hydrologian vuosikymmen (IHD) alkoi vuonna 1965. Tämä ohjelma pyrki korostamaan hydrologian merkitystä ympäristötieteenä ja alan tutkimuksen merkitystä kehitysmaiden olojen kohentamisessa. Suomessa hydrologisella toimistolla oli luonnollisesti keskeinen asema ja Simojoki toimi Suomen kansallisen komitean ensimmäisenä puheenjohtajana. Sihteerin tehtäviä hoiti Pentti Mälkki. IHD-ohjelma lisäsi huomattavasti sekä kansallista että kansainvälistä yhteistyötä. Pohjoismaiden välillä yhteistyön keskeisenä muotona olivat vuorotellen eri maissa pidetyt hydrologikokoukset, jollaista Suomi isännöi vuonna 1967. Kokoussarjalla oli juurensa 1930-luvulla pidetyissä Baltian maiden hydrologikokouksissa. Tärkein kansallinen projekti oli 1960-luvun lopulla käynnistynyt Lammin Pääjärven tutkimus.

Yksi kuudesta Popovin lysimetristä sijaitsi Kuopion lähellä. Olavi Aarnio asennuspuuhissa vuonna 1964.

One of the six Popov lysimeters, situated near Kuopio. Olavi Aarnio is installing it in 1964.

water temperature sounding sites that he founded are still in use. Simojoki also modernised the instrumentation for study the currents in lakes.

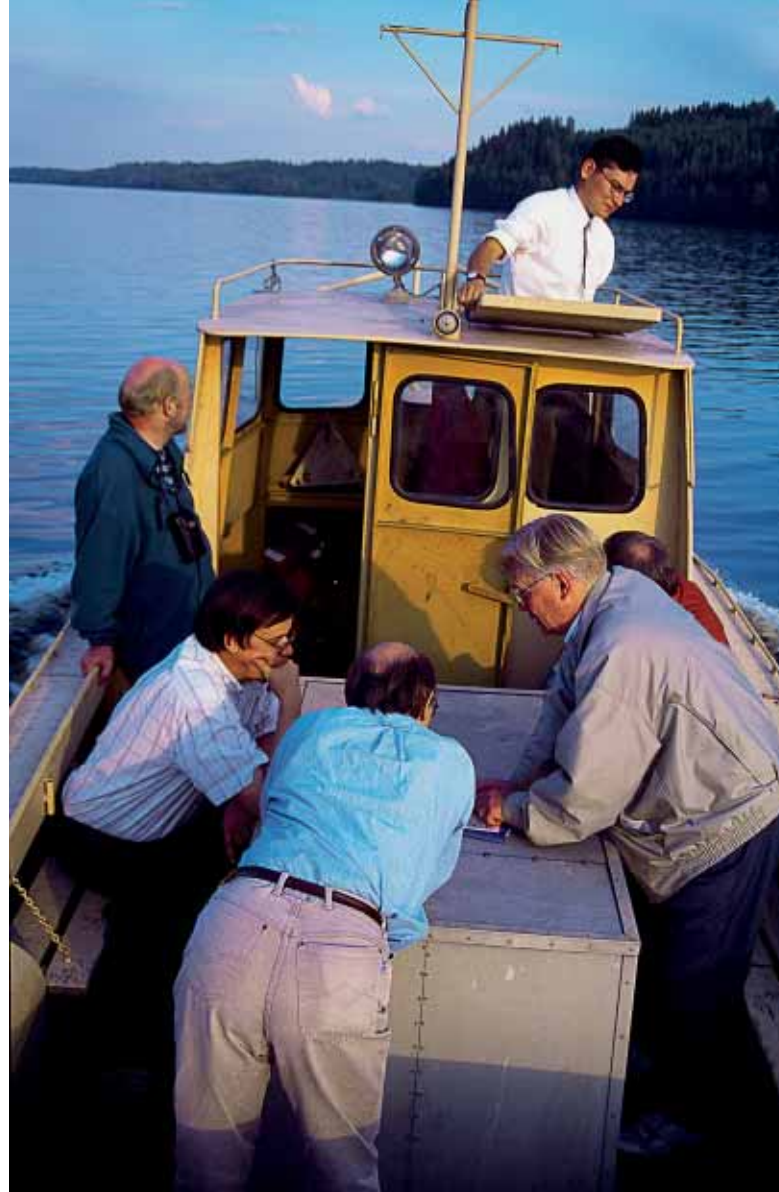
Energetic research and cooperation

Lakes were in a particular focus to Simojoki. This originated from his childhood on the shore of Lake Kallavesi in Kuopio. As an indication, that water matters were close to his heart, there is a letter that he wrote as a schoolboy, together with his brother Martti, to the Meteorological Central Agency. The future professor and future archbishop asked the institute for a rain gauge, so they could work as observers. This request was granted.

Simojoki himself published researches on lake temperatures, seiches and the influence of air pressure on water levels. He also wrote a paper on Finland's water resources management.

The International Hydrological Decade (IHD) began in 1965. This programme tried to emphasise the significance of hydrology as an environmental science and the significance of field research in improving the conditions of developing countries. In Finland, the Hydrological Office had naturally a central position and Simojoki was the first chairperson of Finland's national committee. The task of secretary was held by Pentti Mälkki. The IHD-programme increased noticeably both national and international cooperation. An essential form of the cooperation between the Nordic countries were hydrology meetings held in the different countries in turn, Finland was the host in 1967. The series of meetings had its roots in the Baltic Hydrological Conferences in the 1930s. The most important national project was the research of Lake Pääjärvi in Lammi, which started in the late 1960s.

Two doctoral theses were completed in the Hydrological Office in the 1960s. Maunu Seppänen defended the subject "On the accumulation and decreasing of snow in a pine dominated forest in Finland". The work was completed in 1961. With systematic measurements, it was possible to clarify for example the influence of a single tree on the snow melting. The results had an important significance in the development of the Hydrological Office's field measurements of snow.



Kun Juhani Virta oli siirtynyt Helsingin yliopiston geofysiikan professoriksi, Pääjärveä koskevat tutkimukset olivat hänen työssään keskeisellä sijalla. Biologisen aseman rautaveneen kannella pohditaan jotakin kiperää kysymystä, Juhani Virta edessä oikealla.

When Juhani Virta had moved to the University of Helsinki as a geophysics professor, researches related to Lake Pääjärvi were the central focus of his work. Some difficult questions were considered on the deck of the biological station's iron boat; Juhani Virta is at the front on the right.

Hydrologian toimistossa valmistui 1960-luvulla kaksi väitöskirjaa. Maunu Seppänen väitteli aiheesta ”On the accumulation and decreasing of snow in a pine dominated forest in Finland”. Työ valmistui vuonna 1961. Systemaattisilla mittauksilla oli mahdollista selvittää esimerkiksi yksityisen puun vaikutusta lumen sulamiseen. Tuloksilla oli tärkeä merkitys kehitettäessä hydrologisen toimiston lumen kenttämittauksia.

Toinen väitöskirja oli Juhani Virran vuonna 1966 valmistunut tutkimus soiden haihdunnasta (ks. laatikko). Lisäksi Pentti Mälkki laati lisensiaatin tutkielman aiheesta ”Euran Pyhäjärven ominaisheilahduksista ja niihin vaikuttavista tekijöistä”. Työn vaatimat kenttämittaukset suoritettiin kesinä 1965 ja 1966 ja se valmistui vuonna 1970.

Uutena aiheena oli myös hydrologisten ennusteiden systemaattinen laatiminen. Tärkeimpänä sovellutuksena olivat Päijänteen säännöstelyn tarvitsemat tulovirtaaman ennusteet.

The second doctoral thesis was written by Juhani Virta in 1966 on research on peatland evaporation. Additionally Pentti Mälkki prepared a licentiate thesis on the subject “The seiches of Lake Pyhäjärvi at Säskylä and factors influencing them”. The required field measurements of this work were performed in the summers of 1965 and 1966 and the thesis was completed in 1970.

A new subject was also the systematic compilation of hydrological forecasts. The most important application was the inflow forecast which was required for regulation of Lake Päijänne.

Paljonko puuton suo haihduttaa? *How much a treeless peatland evapotranspires?*

■ Lokan ja Porttipahdan altaita alettiin suunnitella Sodankylän aapasoiden 1950-luvun jälkipuoliskolla. Luonnonsuojelupiirit suhtautuivat hankkeisiin jo tuolloin kielteisesti. Valtion luonnontieteellisen toimikunnan yhteyteen perustettiin erillinen Kemijoen patoamisaltaiden toimikunta. Se käynnisti useita perustutkimushankkeita, niistä yhtenä olivat allasalueen soiden haihduntaolot.

Tämä selvitys annettiin hydrografisen toimiston tehtäväksi. Vastuulliseksi tutkijaksi nimettiin Heikki Simojoki ja kenttämittauksia tehtiin allasalueella sijaitsevalla Naarasaavalla kesinä 1959 ja 1960. Työ jatkui seuraavina vuosina paljon etelämpänä, Alajärven Pohjoisnevalle ja Lopen Luutasuolle. Viimeksi mainittu on kohosuo, muut ovat aapasoiden. Tutkimus julkaistiin väitöskirjana vuonna 1966 (Virta, Juhani: Measurement of evapotranspiration and computation of water budget in treeless peatlands in the natural state. Soc. Sci. Fenn. Comm. Phys.-Math., Vol 32, Nr 11)

Tärkeimmät mittauskohteet olivat sade, vedenpinnan korkeus, ilman lämpötila ja kosteus sekä tuulen nopeus. Keskeisin suure, haihdunta, mitattiin lysimetreillä. Ne olivat kahden millimetrin messinkilevystä valmistettuja astioita, joiden halkaisija oli 120 cm ja korkeus 50 cm. Lysimetrit täytettiin mahdollisimman luonnonomukaisesti suoturpeella ja vedellä. Naarasaavalla ja Pohjoisnevalle käytettiin kahta lysimetriä, Luutasuolla niitä oli neljä. Vedenpinta pidettiin astioissa 2–16 sentin syvyydellä.

Suon koko vesitaseen arvioimiseksi ja haihdunnan arvojen korjaamiseksi laadittiin vesitasemalli. Siinä valunta asetettiin riippuvaiseksi pelkästään suon vedenpinnan korkeudesta ja vesivaraston muutos verrannolliseksi vedenpinnan korkeuden muutokseen. Suon aluehaihdunnan otaksuttuun riippuvan meteorologisten tekijöiden ohella suon vedenpinnan korkeudesta. Kaikki riippuvuudet määritettiin kalibroimalla malli havaintoihin nähden.

Osoittautui, että malli kuvasi parhaiten Luutasuota. Tämä johtuu siitä, että kohosuolla valuntaolot ovat huomattavasti yksinkertaisemmat kuin aapasoiden. Mallin soveltuvuutta Pohjoisnevalle ja Naarasaavalle on pidettävä kohtuullisena. Tuloksista voidaan vielä mainita, että Naarasaavan haihdunta osoittautui kaikkein suurimmaksi: touko-elokuussa haihtui molempina kesinä noin 190 mm. Nämä kesät 1959–60 olivatkin Lapissa poikkeuksellisen otollisia haihdunnalle.

■ Lokka and Porttipahta reservoirs were started to plan for Sodankylä's aapa mires in the latter half of the 1950s. The nature conservation groups took a negative view to the projects already back then. A separate Kemijoki Damming Committee was founded in connection with the state's Natural Science Committee. It began several basic research projects, of which one was the evaporation conditions of the peatland reservoir area.

This survey was given as a task for the Hydrographical Bureau. Heikki Simojoki was named as the responsible researcher and field measurements were made in the reservoir area, situated in Naarasaapa, in the summers of 1959 and 1960. Work continued the following year further south, at Alajärvi, Pohjoisneva and Loppi, Luutasuo. The last mentioned is a raised bog, the rest are aapa mires. The research was published as a doctoral thesis in 1966 (Virta, Juhani: Measurement of evapotranspiration and computation of water budget in treeless peat lands in the natural state. Soc. Sci. Fenn. Comm. Phys.-Math., Vol 32, Nr 11)

The most important measurement targets were precipitation, surface water levels, air temperature and humidity plus wind speed. Essential quantity, evaporation was measured by lysimeters. These were containers made of two millimetre brass plates, with a diameter of 120 cm and a height of 50 cm. The lysimeters were filled as naturally as possible with peat soil and water. Two lysimeters were used at Naarasaapa and Pohjoisneva whilst Luutasuo had four of them. The water surface was held in the containers at a depth of 2–16 centimetres.

A water balance model was compiled for evaluating the whole water balance of peatland and for correcting the evaporation values. In the model the runoff was set depending only on the water level of the peatland and the change in the water storage was proportional to changes in water levels. The peatland's areal evapotranspiration was thought to be dependant on the peatland's water level, besides the meteorological factors. All the dependences were defined by calibrating the model with the observations.

It was proved that the model best described Luutasuo. This resulted that in a raised bog, the hydrological regimes are noticeably simpler than in an aapa mire. The model's applicability for Pohjoisneva and Naarasaapa was reasonable. It can still be mentioned that Naarasaapa's evapotranspiration proved to be the largest: in May-August, the evapotranspiration for both summers was about 190 mm. These summers 1959–1960 were exceptionally favourable for evaporation in Lapland.

Virtaukset järvissä *Currents in lakes*

Vesi ei tyydy pysyttelemään järvessä paikallaan. Tuuli synnyttää aallokon ja virtauksia sekä voi myös kallistaa järven pintaa, jos samasta suunnasta puhaltaa pitkään ja voimakkaasti. Kallistuman palautuminen synnyttää sisäisen heilahdusliikkeen. Läpivirtaukset ovat yleisiä sokkeloisten järviemme kapeikoissa ja tietenkin jokien suissa ja suvantojärvissä. Vesimassan lämpötilan muutokset aiheuttavat pystysuoria virtauksia.

Ensimmäisenä Suomen järvien virtauksia mittasi tietävästi Rolf Witting vuonna 1908 Laatokalla, Taipaleenluodon majakkalaivalta. Puuristi asetettiin uimaan korkkikohon varassa tietyllä syvyydellä 15 minuutin ajan. Ajelehtimissuunta katsottiin kompassista ja ristin vetämän nuoran pituus kertoi matkan. Mittauksia tehtiin vuoteen 1938 saakka.

Sotien jälkeen virtausmittausten rintamalla oli hiljaista. Aktivointuminen tapahtui 1960-luvulla, kun ymmärrettiin, että virtausmittausten avulla voitiin saada vastauksia keskeisiin vesirakentamisen ongelmiin. Hydrologisen toimiston ensimmäinen kohde oli Tampereen Pyhäjärven Rajasalmi talvella 1963. Järven yli suunniteltiin ohitustietä ja haluttiin tietää, kuinka suuret vedenvaihtoaukot penkereeseen oli jätettävä.

Rajasalmen mittauksista vastasi Pentti Mälkki. Käytössä oli kolme eri menetelmää. Talvella mitattiin siivikoilla avannosta, mutta nopeudet olivat usein alle siivikon kynnsarvon ja tulokset jäivät heikoiksi. Niinpä työtä jatkettiin Merentutkimuslaitoksen ns. Pisan tornilla. Se oli muovilieriön sisään lukittu gelatiinisäiliö, jossa oli vapaasti riippuva kompassikiekko. Kun gelatiini kuumentettiin, se muuttui juoksevaksi. Veteen laskettuna se jähmettyi, ja kiekosta nähtiin virtauksen suunta. Nopeus määritettiin riipu-

Water is not content to remain in one place in a lake. Wind creates waves and currents and can also tilt the lake's surface, if it blows long and powerfully in the same direction. When the tilt returns, an internal oscillation movement is created. Currents caused by hydrological throughflows are common in the narrow passages of our labyrinthine lakes and of course at the mouths of rivers and in riverine lakes. Changes in the temperature of the water mass induce vertical mixing and currents.

The first current measurements in Finland's lakes, as far as we know, were by Rolf Witting in 1908 in Ladoga, from Taipaleenluoto's lighthouse ship. A wooden cross, connected to a cork float, was positioned at a known depth for 15 minutes. The flow direction was surveyed from a compass and a line pulled by the cross showed the distance. The measurements were made until 1938.

After the wars, hardly any current measurements were made. Activation occurred in the 1960s, when it was understood that by using current measurements, answers to central hydraulic constructions could be attained. The first site for the Hydrological Office was at Rajasalmi narrows at Tampere's Pyhäjärvi in the winter of 1963. A bypass road was planned to go over the lake and it was desired to know how large the water exchange openings were to be left on the bank.

The measurements at Rajasalmi were undertaken by Pentti Mälkki. Three different methods were used. In winter, the measurements were taken with a manual current meter through a hole in the ice, but the speeds were often under the current meter's threshold value and the results remained weak. So work continued with the Marine Research Institute, using so called Tower of Pisa. It was gelatine tank locked inside a plastic cylinder, where there was a freely hanging com-



Timo Huttula asentamassa Aanderaan RCM4 virtausmittaria Etelä-Saimaalla kesällä 1984.

Timo Huttula installing the Aanderaa RCM4 current metre in South-Saimaa, in the summer of 1984.

tuslangan kaltevuudesta. Kesällä mittauksia jatkettiin poikkileikkaukseltaan neliömetrin kokoisilla alumiinilieriöillä. Ne laskettiin haluttuun syvyyteen ja pintakohon liikkeitä seurattiin teodoliiteilla kahdesta paikasta rannalta. Havaintosuuntien perusteella laskettiin lieriöiden sijainnit ja niiden perusteella virtausnopeudet.

Pommi ja pienet seuraajat

Hydrologian toimistolle hankittu Ott-yhtymän valmistama virtausmittari oli ensimmäinen järven virtauksia automaattisesti rekisteröivä laite Suomessa. Se muistutti lähinnä lentopommia ja painoi noin kaksisataa kiloa. Laitteen nokassa oli siivikon tapainen impelleri, jonka kierrokset sekä kompassilukeman kamera tallensi filmille laitteen sisällä. Pentti Mälkki käytti laitetta Säkylän Pyhäjärven virtausmittauksissa kesällä 1966. Tarkoituksena oli kerätä aineistoa virtausmallintamiseen, joka jäi kuitenkin kesken, kun Mälkki siirtyi Merentutkimuslaitokselle.

Kesällä 1967 Heikki Simojoki käytti 'pommia' Päijänteellä Kärkistensalmessa, Tehinselällä ja Pulkkilanharjun salmissa. Mittaukset liittyivät Päijänteen ominaisheilahteluihin sekä pääkaupunkiseudun vedonottosuunnitelmiin. Seuraavalla vuosikymmenellä mittari oli ahkerassa käytössä muun muassa Saimaalla, Oulujärvellä ja Kyrönjoen suuhaaroissa. Viimeksi mainitussa kohteessa tuli poliisikin paikalla, kun joku ohikulkija oli nähnyt 'pommin' asentamisen sillan alle.

Paljon 'pommia' pienempiä virtausmittareita alkoi saada kaupallisesti 1970-luvun alussa usealta eri valmistajalta. Laitteet ankuroitiin pohjaan ja ne riippuivat nostokohon varassa tietyllä syvyydellä. Virtausnopeus saatiin kierroslaskurin avulla tallennettua joko paperinauhalle (venäläinen Aleksejev) tai magneettinauhalle (englantilainen Plessey, norjalainen Aanderaa). Suomalaisten sovelusten kannalta erittäin merkittävää oli neljän organisaation yhteistyö. Merentutkimuslaitos, Hydrologian toimisto, Helsingin yliopiston geofysiikan laitos sekä Helsingin kaupunki alkoivat nimittäin kaikki käyttää Aanderaan laitteita ja niihin Juhani Virran aloitteesta kehitettyjä ohjelmia. Saman valmistajan tuotteisiin kuului myös

pass disc. When the gelatine warmed, it began to flow. When it was lowered into the water, it congealed and the direction of the current was found from the disc. The speed was determined from the inclination of a hanging thread. In the summer, the measurements were continued with the aluminium cylinder. The desired depths and the movement of the surface float were monitored with theodolites from two places on the shore. On the basis of observation directions, the positions of the cylinders were calculated and through this the current velocities.

The torpedo and small followers

The Hydrological Office acquired a current meter manufactured by Ott company in 1965; it was the first automatic registering device for lake currents in Finland. It had a close resemblance to a torpedo and weighed about two hundred kilograms. The device's nose had a rotor, whose rotation speed and photos of the position of a compass needle were saved to a film inside the device. Pentti Mälkki used this device for current measurements in Lake Pyhäjärvi at Säkylä in the summer of 1966. The purpose was to collect material for modelling the current field, which was however unfinished when Mälkki moved to the Marine Research Institute.

Heikki Simojoki used the 'torpedo' in the summer of 1967 in Päijänne's Kärkinen and Pulkila narrows and in the open stretch of Tehi. The measurements were connected to Päijänne's internal oscillations and more importantly, to the plan to transfer water to the Helsinki region via a long tunnel. Over the next decade, the meter was used diligently in amongst others in Lakes Saimaa and Oulujärvi and in the mouth branches of River Kyrönjoki. At the last mentioned site, the police arrived when a passer-by had reported seeing a 'bomb' being set under a bridge.

A great deal of current meters, smaller than the torpedo, came on the market at the beginning of the 1970s from different manufacturers. The devices were anchored to the bottom and they were hanging from surface floats at a known depth. The flow speed, attained by a rotation counter, was recorded to either a paper tape (Russian Ale-

lämpötilaketju sekä sääasema, joiden yhteiskäyttö virtausmittareiden kanssa sujui hyvin.

Alkuvaiheessa laitteen magneettinauha konvertoitiin reikänauhaksi Merentutkimuslaitoksella. Sen jälkeen nauha luettiin tietokoneelle Helsingin yliopiston laskentakeskuksessa, jossa myös aineiston käsittely ja tilastolliset tarkastelut suoritettiin. Näin jatkettiin aina 1980-luvun alkuun, jolloin eri organisaatioiden oma tietokonekapasiteetti alkoi kehittyä.

Aanderaan mekaaniset virtausmittarimallit RCM4 ja RCM7 ovat edelleen jonkin verran käytössä Suomessa. Vuosien varrella on laitteiden tiedontallentimeen ja roottoriin tehty merkittäviä muutoksia. Laitosten välinen yhteistyö mahdollisti myös mittarien kustannustehokkaan huollon, jonka norjalainen teknikko kävi vuosittain tekemässä. – Myös VTT:n Reaktorilaboratorio on tehnyt runsaasti virtaustutkimuksia. Siellä on käytetty lähinnä merkkiaineita, joista tärkein on ollut bromin radioaktiivinen isotooppi.

Hydrologian toimisto palkkasi vuonna 1973 Juha Sarkkulan kehittämään virtausmittauksia tilaustöinä Suomen järvissä ja rannikkoalueilla. Hänen gradutyönsä Asikkalan selän virtausoloista loi esimerkin kymmenille vastaaville tutkimuksille eri puolella Suomea. Virtausryhmässä työskentelivät muun muassa Markku Autti, John Forsius, Mervi Kari, Timo Huttula sekä lyhyempiä aikoja Risto Timonen, Kari Lehtinen ja Timo Ahlberg. Keskeisimmät tutkimusaiheet olivat jäteveden purkupaikkojen ja raakaveden otto- paikkojen valinta, pengerteiden aukkojen mitoitus, satamien ruoppaukset sekä ydinvoimaloiden lauhdeveden leviäminen. Myös kaksi väitöskirjaa valmistui; Juha Sarkkulasta tuli 'virtaustohtori' vuonna 1987 ja Timo Huttulasta vuonna 1994.

Akustiikka avuksi

Akustisten Doppler-virtausmittareiden (ADCP) käyttöönotto 1980-luvun lopulla toi uuden vaiheen myös järvien virtausmittauksiin. Laitteen toiminta perustuu vedessä kulkeutuvien partikkeleiden liikkeestä johtuvaan taajuusmuunnokseen. Partikkelit ovat tyypillisesti eläinplanktonia. Mittaukset voidaan tehdä sekä kiinteältä

ksejev) or a magnetic tape (English Plessey, Norwegian Aanderaa). For Finnish applications, organisational cooperation was very significant. The Marine Research Institute, the Hydrological Office, the University of Helsinki, Department of geophysics, and the City of Helsinki all began explicitly to use the Aanderaa devices and the software developed under guidance by Juhani Virta. The same manufacturers also produced such products as thermistor chains and weather stations, which could well be co-used with current meters.

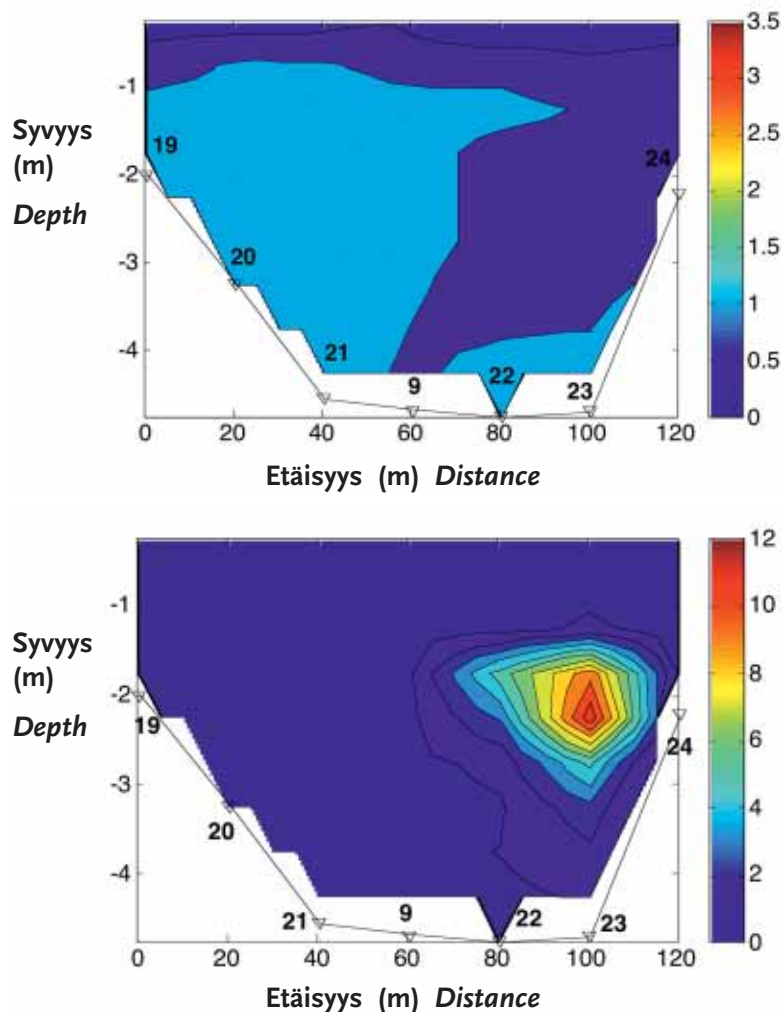
At the beginning stage, the device's magnetic tape was converted to punch tape at the Marine Research Institute. Thereafter the data was saved to a computer at the University of Helsinki's computing centre, where statistical analyses were also performed. Such continued to the beginning of the 1980s, whereupon the different organisations' own computer capacity began to develop.

Aanderaa's mechanical current meters RCM4 and RCM7 are still in use in some way in Finland. Through the years, significant changes have been made to the device's data recorders and rotors. The cooperation between the institutes made possible, also the cost efficient service of the meters, which a Norwegian technician performed annually. – Also VTT's reactor laboratory has made a good deal of flow researches. Mainly tracers have been used, of which the most important has been bromine's radioactive isotope.

The hydrological office hired Juha Sarkkula, in 1973, to develop current measurements as contract work in Finland's lakes and coastal areas. His master's thesis on the dynamics in the open water at Asikkala created an example for tens of similar researches in different parts of Finland. Working in 'the current group' were amongst others Markku Autti, John Forsius, Mervi Kari, Timo Huttula and for a shorter period Risto Timonen, Kari Lehtinen and Timo Ahlberg. The central research topics were the choice of discharge points for raw water and purified wastewaters, dimensions of embankment openings, harbour dredging and dispersion of condensation water from nuclear power stations. Two doctoral theses were also completed; Juha Sarkkula in 1987 and Timo Huttula in 1994.

alustalta että tutkimusalueksesta. Laitteella saadaan samanaikainen virtaustieto lukuisista vesikerroksista ja laivaa käytettäessä myös alueellinen virtauskenttä.

Merentutkijat asensivat Suomen ensimmäisen ADCP-laitteen tutkimusalus Arandaan vuonna 1988. Seuraavana vuonna tutkimusalus Muikulle hankittiin vastaava laite, jota käytettiin runsaasti Saimaan eri osissa. Nykyään Suomessa on käytössä neljän eri



Acoustic help

The introduction of Acoustic Doppler Current Profilers (ADCP) at the end of the 1980s brought a new stage also to current measurements of lakes. The device's operation is based on the Doppler frequency shift caused by the objects floating with moving water, typically zooplankton. The measurements can be taken from both a fixed base and a research vessel. The device gets at the same time information on currents in numerous water layers and regional flow fields, when used with a ship.

The marine researchers installed Finland's first ADCP-device on the research vessel Aranda in 1988. The following year, the research vessel Muikku acquired a similar device, which was used a great deal of times in different parts of Saimaa. Nowadays, Finland uses devices from four different manufacturers and the amount of applications is growing. The development of digital information transfer, software and work stations has increased measurement versatility and output. The research made in 2006 concerning the effluent discharge point of Jyväskylä's waste water treatment plant is an example of such operations. The services were comprised from both SYKE and the University of Jyväskylä. Used were four Aanderaa RCM9 devices in the water column and two at the bottom, profiling the currents in 0.5–2 metre layers.

Jyväsjärven Korkeakosken lahdella mitattu vedenlämpötila (yläkuva, °C) sekä rodamiini WT-pitoisuus (alakuva, µg/l). Nämä jään alla talvella 2007 tehdyt mittaukset osoittavat puroveden asettuneen lahden pohjoisreunan lähelle keskisyvyyttä ja että merkkiainepilvi oli saapunut purosuulta tälle paikalle 1,6 cm/s nopeudella 230 m matkan.

The water temperature (upper picture, °C) plus rhodamine WT-concentration (lower picture, µg/l) were measured at a bay of Lake Jyväskylä. These measurements, taken under the ice in the winter of 2007, indicate the stream water was set in the bay's northern border at the mid-depth and that the marker cloud had arrived from the mouth of the creek to the site with a speed of 1.6 cm/s for the distance of 230 m.

valmistajan laitteita ja sovellusten määrä tuntuu kasvavan. Digitaalisen tiedon siirron, ohjelmistojen ja työasemien kehittyminen on lisännyt mittausten monipuolisuutta ja tehoa. Esimerkkinä tällaisesta toiminnasta voidaan mainita kesällä 2006 tehty virtaus-tutkimus Jyväskylän jätevedenpuhdistamon uuden purkupaikan selvittämiseksi. Kalustoa koottiin sekä SYKeltä että Jyväskylän yliopistolta. Käytössä oli neljä yhdessä tasossa mittaavaa Aanderaa RCM9 -laitetta ja kaksi pohjalta ylöspäin katsovaa mittaria, jotka profiloivat virtauksia 0,5–2 metrin kerroksissa.

Hydrologian toimisto oli 1990-luvulla mukana myös Kuopion Yliopiston koordinoimassa Tanganjikajärven tutkimushankkeessa, jonka virtausmittauksia johti Timo Huttula. Siellä oli käytössä järeämpi ADCP-kalusto kuin Suomen järvissä, koska virtauksia haluttiin mitata 800 metrin syvyyteen saakka. Mutta Tanganjika yllätti eikä virtaustietoja saatu kuin ylimmästä sadasta metristä. Sitä syvemmällä vesi oli hapetonta ja ääntä heijastavaa planktonia ei ollut ADCP:lle riittävästi.

Suomen järvet leikkivät talviaikaan olevansa pieniä tanganjikoja. Ääntä heijastavat partikkelit laskeutuvat jääpeitteen aikana pohjaan ja kaiku käy heikoksi. Tanganjikatutkimusten aikana myös uimurijalehtijoiden paikallistaminen ja niiden liikkeiden laskeminen satelliittipaikannusjärjestelmän avulla suoraan järvellä kehittyi rutiiniksi. Uusin versio on GPS-poiju, jollaisia Pirkanmaan ympäristökeskuksen tutkimusmestari Jari Vilen on rakentanut järvisovelluksia varten.

Merkkiaineiden käytössä uusia mahdollisuuksia tuo optisten mittalaitteiden kehitys. Esimerkiksi fluoresoivia merkkiaineita voidaan seurata jo erittäin pieninä pitoisuuksina. Jyväskylän yliopiston ja Luode Consulting Oy:n mittauksissa talvella 2006 seurattiin Jyväsjärveen purkautuvan puroveden hidasta kulkeutumista hyvällä menestyksellä.

Virtausmittaukset akustisella tekniikalla alkavat olla mahdollisia myös hyvin pienissä aika- ja paikkaskaaloissa. Tällä on suuri merkitys esimerkiksi tutkittaessa levien kasvudynamiikkaa ja eläinplanktonin kehitystä.

The Hydrological Office was also involved, in the 1990s, in the Tanganyika Lake's research project coordinated by the University of Kuopio, with Timo Huttula leading the current measurements. A sturdier ADCP-equipment was used than in Finland's lakes, since currents were desired to be measured up to 800 metres in depth. But Tanganyika was a surprise and flow information was not gained in excess of one hundred metres. The deeper water had no oxygen and there was not enough sound reflecting zooplankton for the ADCP.

Finland's lakes are very similar to small Tanganyikas. Sound reflecting particles descend, during the time of ice cover, to the bottom and the echoes are weak. During the Tanganyika research, the placing of drifting floats and the calculation of the floats' movement with the aid of a satellite location system, directly on the lake, became routine. The newest version is the GPS buoy, which Jari Vilen had built at the Pirkanmaa Regional Environment Centre.

The development of optical measuring devices brings new possibilities to the use of tracers. For example, fluorine tracers can be monitored already in very small concentrations. The University of Jyväskylä and Luode Consulting Oy's measurements in the winter of 2006, monitored with good success the slow movement of creek water discharging into the Jyväsjärvi Lake.

Current measurements by acoustic techniques begin to be possible also in very small time and space scales. This has a large significance in e.g. the research of the algal growth dynamics and plankton development.

Kansainvälinen yhteistyö *International cooperation*

Hydrografisen toimiston ensimmäiseen ohjesääntöön sisältyi velvoitus pitää yhteyksiä ”koti- ja ulkomaisten vastaavien tai lähellä olevia asioita hoitavien laitosten ja yksityisten henkilöitten kanssa”. Niinpä toimiston johtaja Edvard Blomqvist teki heti keväällä 1909 kolme kuukautta kestäneen virkamatkan Keski-Eurooppaan ja Pohjoismaihin. Ei voida väittää, etteikö velvoitetta olisi otettu tosissaan.

Kiinteimmiksi suhteet muotoutuivat Ruotsiin. Siellä oli perustettu hydrologinen palvelu samana vuonna kuin Suomessa – lämpimät 100-vuotisonnittelut siis lahden toiselle puolelle! Tätä samoin kuin muuta pohjoismaista yhteistyötä edisti myös se, että Hydrografisen toimiston työkieli oli ruotsi. Jo kesällä 1908 johtaja Blomqvist teki ruotsalaisen kollegansa kanssa matkan pitkin Tornionjokea. Silloin sovittiin tämän rajajoen havaintotoiminnan yhteisestä hoidosta, joka onkin jatkunut kitkattomasti koko satavuotistaipaleen ajan.

Painopiste Itämeren ympärillä

Itämeren maiden hydrologiset konferenssit olivat näkyvin kansainvälisen yhteistyön muoto 1920-luvun jälkipuolelta lähtien. Suomen osalta ne huipentuivat vuoden 1936 konferenssiin Helsingissä. Siellä oli ohjelmassa kaikkiaan 30 suomalaista esitelmää, joista puolet Hydrografisen toimiston henkilöiden laatimia. Tätä ennätystä ei koskaan ole missään kansainvälisessä hydrologisessa konferenssissa rikottu! Vuonna 1937 perustettiin Riikaan kiinteä balttilainen hydrologinen neuvosto, jonka suomalaiseksi jäseneksi tuli Henrik Renqvist.

Sotien jälkeen syntyi uudenlainen kansainvälisen yhteistyön muoto. Suomi ja Neuvostoliitto solmivat vuonna 1947 sopimuk-

The first regulations of the Hydrographical Bureau, included the obligation to maintain contacts with “domestic and foreign equals or such like caring agencies and independent persons”. So the office’s director, Edvard Blomqvist, made immediately, in the spring of 1909, a three month official trip to Central Europe and the Nordic countries. It could not be claimed that the obligation was not taken seriously.

The most fixed relationship was formed with Sweden. A hydrological service had been founded there, the same year as in Finland – so warm congratulations to the other side of the Gulf of Bothnia! This, the same as with cooperation with the other Nordic countries, was advanced since the working language of the Hydrographical Bureau was Swedish. Blomqvist already made, in the summer of 1908, a trip with his Swedish colleagues to the River Tornio. At that time, a shared observation operation of the border river was agreed, which has also continued smoothly for the whole one hundred years.

Focus around the Baltic Sea

The hydrological conferences of the Baltic Sea countries were a visible international cooperation form, from the start of the first half of the 1920s. For Finland, it climaxed with the 1936 conference in Helsinki. During the programme, there were 30 Finnish lectures, of which the Hydrographical Bureau prepared half. This record has never been beaten in any of the other international hydrological conferences. In 1937, Riga’s fixed Baltic hydrological council was founded; whose Finnish member was Henrik Renqvist.

After the wars, a new form of international cooperation began. Finland and the Soviet Union tied an agreement in 1947 for the regulation of the Lake Inari with the aid of Niskakoski’s dam. Finland was obliged to deliver Inarinjärvi’s water level information and the fore-



Hydrologian toimiston edustajat oli kutsuttu Tsekkoslovakian hydrologisen palvelun vieraksi marraskuussa 1989. Vierailun agenda sai yllättävän täydennyksen, kun isäntien ehdotuksesta lähdimme toisena kokouspäivänä mukaan suurmielenosoitukseen Wenceslasin aukiolle. Sinne oli kokoontunut liki puoli miljoonaa ihmistä. Ennakkopeloista huolimatta tilaisuudesta tuli kaikin puolin rauhallinen 'samettivallankumous'.

The representatives of the Hydrological Office were invited as guests by the Czechoslovakian hydrological service in November 1989. The agenda of the visit had a surprising turn, when they proposed that we left on the second day for a large demonstration in Wenceslas square. Over half a million people had gathered. Regardless of the anticipations, the event was a peaceful 'velvet revolution'.

sen Inarin säännöstelemisestä Niskakosken padon avulla. Suomi sitoutui toimittamaan Inarin vedenkorkeustiedot sekä ennusteen vesitilanteen kehityksestä. Vuonna 1959 tähän rajavesisopimukseen liittyi Norja, jolla myös oli voimalaitoksia Paatsjoessa.

Pohjoismaiset hydrologiset laitokset sopivat vuonna 1955, että joka kolmas vuosi pidetään alan tieteellinen konferenssi vuorotellen kussakin maassa. Viisi ensimmäistä pitopaikkaa olivat Tukholma, Oslo, Viborg, Reykjavik ja Helsinki. Yhteistyö johti myös Pohjoismaisen hydrologisen yhdistyksen perustamiseen vuonna 1972; tällöin konferenssien väli lyhennettiin kahteen vuoteen. Seuraavan vuosikymmenen lopulla Baltian maat tulivat mukaan ja tämän myötä kokouskieli vaihtui englanniksi.

Pohjoismaiset hydrologiset laitokset ovat pitäneet säännöllisiä epävirallisia yhteistyökokouksia 1970-luvulta lähtien. Tämä ryhmä tunnetaan nimellä CHIN (pohjoismaisten hydrologisten laitosten johtajat) ja se kokoontuu vähintään vuosittain. CHIN on ollut tärkeä informaatiokanavana, kehitettäessä laitosten välistä yhteistyötä ja linjattaessa pohjoismaiden roolia kansainvälisillä hydrologian foorumeilla. Vuonna 2003 allekirjoitettiin CHIN-sopimus, jolla toiminta sai aikaisempaa tarkemmat muodot. Esimerkiksi laitosten väliset kehittämishankkeet määriteltiin aikaisempaa tarkemmin. Keskeisiä CHIN-teemoja ovat olleet hydrologiset havaintoverkot ja mittaustekniikka, hydrologiset mallit ja ennusteet sekä kansainvälinen projektityö.

Kansainväliset järjestöt

Hydrologian alan merkittävin tieteellinen järjestö on vuonna 1922 perustettu IAHS (International Association of Hydrological Sciences). Toimiston johtajat ottivat jo alkuvaiheessa järjestön toimintaan jonkin verran osaa, mutta vasta kattojärjestön, IUGG:n kokous Helsingissä vuonna 1960 toi suomalaiset hydrologit laajemmin tämän järjestön piiriin. Seppo Mustonen toimi pitkään IAHS:n pintavesikomission puheenjohtajana ja muissakin komissioissa suomalaiset ovat olleet aktiivisia.

casts of the hydrological development. In 1959, Norway joined this boundary water agreement, since they also had power stations in the Paatsjoki River.

The hydrological agencies of the Nordic countries agreed in 1955 that a scientific conference was to be held every three years, in all the countries in turn. The first five host cities were Stockholm, Oslo, Vyborg, Reykjavik and Helsinki. The cooperation also led to the foundation of the Nordic Hydrological Society in 1972; at that time, the conferences were decided to be held every two years. The Baltic countries joined in at the end of the following decade and due to this, the language of the meetings changed to English.

The Nordic hydrological agencies have held regular unofficial cooperation meetings from the 1970s. This group is known by the name CHIN (Chiefs of Hydrological Institutes in the Nordic countries) and it congregates at least once a year. CHIN has been an important information channel in developing cooperation between institutes and lining the role of the Nordic countries in international hydrology forums. A CHIN agreement was signed in 2003, whereupon operations received more precise forms than previously. For example, development projects between institutes were determined in more detail than previously. The central CHIN-themes have been hydrological observation networks and measurement techniques, hydrological models and forecasts plus international project work.

International organisations

The most significant international organisation in the hydrological field is the 1922 founded IAHS (International Association of Hydrological Sciences). The office's directors took part of the organisation's operations, but only after the large meeting of the head organisation, the IUGG, in Helsinki in 1960, the Finnish hydrologists were brought in a wide front to the work of this organisation.

The cooperation of the whole hydrological field was expanded significantly, when the International Hydrological Decade (IHD) began in 1965. Finnish hydrologists began to participate in still

Koko hydrologian alan yhteistyö laajeni merkittävästi, kun Kansainvälinen hydrologinen vuosikymmen (IHD) käynnistyi vuonna 1965. Suomalaiset hydrologit alkoivat yhä enemmän osallistua konferensseihin ja seminaareihin ulkomailla. Myös Suomi järjesti kansainvälisiä tilaisuuksia, muun muassa järvikonferenssin vuonna 1973.

Opetusministeriön alainen Suomen Unescotoimikunta perusti vuonna 1963 IHD-toimikunnan, jonka puheenjohtajaksi tuli Heikki Simojoki ja sihteeriksi Pentti Mälkki. Vuonna 1972 IHD-toimikunta siirtyi Suomen Akatemiaan ja muuttui kolme vuotta myöhemmin IHP-toimikunnaksi, kun 'hydrologinen vuosikymmen' päättyi ja 'hydrologinen ohjelma' käynnistyi. Toimikuntien pitkäaikainen puheenjohtaja oli Risto Lemmelä, joka myös vaikutti Unescossa IHP-neuvoston jäsenenä ja varapuheenjohtajana. Sihteerin tehtäviä hoitivat Veli Hyvärinen, Heikki Niini ja Risto Andberg. Akatemian vuoden 1997 uudelleenjärjestelyt veivät hydrologian osaksi globaalimuutokseen painottuvaa FIGSU-ryhmää.

Unescon IHP-toiminnan näkyvä osio on ollut FRIEND (Flow Regimes from International Experimental and Network Data). Suomalaiset olivat mukana tätä ohjelmaa perustamassa Walling-

more conferences and seminars abroad. Finland also organised international occasions, amongst others a lake conference in 1973.

IHD was a Unesco programme, thus it was also connected to the operations of Finland's Academy. Due to this, Finland's Unesco operation founded the IHD-committee in 1963, whose chairperson was Heikki Simojoki and the secretary was Pentti Mälkki. In 1975, this committee was replaced by IHP-committee, with the onset of the International Hydrological Programme. The long-time chairman of these committees was Risto Lemmelä, who was also active as the member and vice chairman of Unesco's IHP Council. Veli Hyvärinen, Heikki Niini and Risto Andberg acted as secretaries. The reorganisation of the academy in 1997, took the hydrology part of the global change emphasising FIGSU-group.

An important element in Unesco's IHP-activities has been FRIEND (Flow Regimes from International Experimental and Network Data). Finns participated in the launching of this programme at

Pohjoismaisilla IHP-toimikunnilla oli aktiivinen yhteistyöelin KOHYNO (Koordineeringsgruppen för hydrologi i Norden). Vuonna 1984 oltiin koolla Osllossa, vasemmalta Risto Lemmelä (Suomi), Kristinn Einarsson (Islanti), Einar Berntsen (Norja), Irene Johansson (Ruotsi) ja Dan Rosbjerg (Tanska).

The Nordic IHP-committees had an active co-operation forum, the KOHYNO (Koordineeringsgruppen för hydrologi i Norden). In 1984 the meeting was held in Oslo, from the left Risto Lemmelä (Finland), Kristinn Einarsson (Iceland), Einar Berntsen (Norway), Irene Johansson (Sweden) ja Dan Rosbjerg (Denmark).



fordissa Englannissa vuonna 1985 ja Pertti Seuna toimi myös Pohjois-Euroopan FRIENDin yhden teeman vetäjänä. Seuna on myös osallistunut pitkään Euroopan vesiasiossaation (EWA) toimintaan; toukokuussa 2008 hänet valittiin järjestön varapresidentiksi. Suomen vesiyhdistys on EWAn jäsen.

Unescon rinnalla vesivarakysymyksiä hoitavat useat muut YK:n alaiset järjestöt ja ohjelmat. Hydrologian näkökulmasta niistä tärkein on vuonna 1951 toimintansa aloittanut Maailman ilmatieteen järjestö (World Meteorological Organization, WMO). Se painottaa operatiivisen palvelun näkökulmaa, johon liittyvät luonnononnettomuuksien tutkimus, seuranta ja ennakointi sekä ilmaston ja vesivarojen merkitys kehitykselle ja hyvinvoinnille. Näin kansalliset hydrologisesta palvelusta vastaavat laitokset muodostavat WMO:n piirissä globaalin yhteistyöverkon.

WMO:n hydrologinen toiminta laajeni pian järjestön perustamisen jälkeen ja nyt keskeiset vesivaroja koskevat tehtävät muodostavat operatiivisen hydrologisen ohjelman. Sillä on kaksi tärkeää osaa: Euroopan alueen hydrologinen työryhmä sekä hydrologinen komissio, joka kokoaa WMO:n yli 180 jäsenmaan vesiasiantuntijat neljän vuoden välein. Euroopan hydrologisessa työryhmässä suomalaisten panos on jo pitkään ollut vahva ja työryhmän neljän vuoden välein pidettävä yleiskokous järjestettiin SYKEN tiloissa vuonna 1997.

Suuria ja pieniä konferensseja

Vesiasioissa on kahden viime vuosikymmenen aikana pidetty monia isoja konferensseja, joiden ohjelmassa hydrologialla on ollut merkittävä osuus. Merkittävimpiä ovat olleet Mar Del Platan vesikonferenssi 1977, Dublinin vesi- ja ympäristökonferenssi 1992, Rion ympäristö- ja kehityskonferenssi 1992, Johannesburgin 'milleniumkonferenssi' 2002 sekä maailman vesifoorumit. Suomalaiset hydrologit ovat olleet useimmissa näissä läsnä.

Ilmastomuutos tuli tutkijoiden työhuoneisiin 1980-luvun jälkipuoliskolla. Suomi oli ensimmäinen, joka järjesti ensimmäisen laajan konferenssin ilmastomuutoksen ja veden kiertokulun yh-

Wallingford, England in 1985, and Pertti Seuna acted as a chairman of one subprogramme of Northern European Friend. Seuna has also been active in the European Water Association (EWA); in May 2008 he was elected as the Vice President of this organization. Water Association Finland is a member of EWA.

Alongside Unesco, water related questions were managed by other United Nations organisations and programmes. From a hydrological viewpoint, the most important of these is the World Meteorological Organization, WMO, which began in 1951. It stresses the operative service viewpoints, which are connected to natural disaster research, monitoring and anticipation plus the significance of climate and water resources to developments and well being. Thus the agencies responsible for the national hydrological service form a global cooperation network in the WMO.

WMO's hydrological operation expanded soon after the foundation of the organisation and central tasks relating to water resources formed an operative hydrological programme. From Finland's point of view, it has two important parts; a working group of the European Regional Association and the hydrological commission, which gathers the water specialists from WMO's over 180 member countries every four years. The Finnish contribution in the European working group has already, for a long time, been strong and the group's general meeting, held every four years, was organised in the premises of SYKE in 1997.

Large and small conferences

Over the past two decades, many large conferences have been held regarding water matters, of which hydrology has had a significant part in the programmes. The most significant have been the Mar Del Plata water conference 1977, Dublin's conference on water and environment 1992, Rio's environment and development conference 1992, Johannesburg's millennium conference 2002 plus the world's water forums. Finland's hydrologists have been present in many of these.

Climate change came into the researchers' work rooms at the latter half of the 1980s. Finland was the first, who organised a broad conference connecting climate change and the hydrological cycle. Over

teyksistä. Tähän Helsingissä elokuussa 1989 pidettyyn tilaisuuteen osallistui yli 200 tutkijaa. Tätäkin suurempi kiinnostus oli vuonna 1998 järjestettyyn toiseen Climate and Water -konferenssiin Espoossa. Kolmannen kerran oltiin samoissa merkeissä koolla Helsingissä syyskuussa 2007, lähes viidenkymmenen maan edustajien voimin.

Jää- ja lumitutkijoiden yhteistyöfoorumeina ovat olleet erityisesti IAHR (International Association of Hydraulic Research) ja NRB (Northern Research Basins). Edellä mainitun isohko konferenssi pidettiin Suomessa viimeksi vuonna 1990, seuraava on 2010. NRB-kokoukset ovat olleet maailman kahdeksan pohjoisimman valtion tutkijoiden tapaamisia, joskus on ollut mukana myös japanilaisia ja alppimaiden edustajia. Suomi on ollut isäntänä kahdesti, vuonna 1984 ja 2001.

Vuoden 1984 kokous Vierumäellä oli ensimmäisiä, joille tietoisesti pyrittiin saamaan medianäkyvyyttä. Siinä onnistuttiinkin ihan kohtalaisesti. TV haastatteli ulkomaisia lumitutkijoita ja Helsingin Sanomat julkaisi kuvan alastomista lumitutkijoista saunan nurkalla hangessa. Henkilökohtaisesti jäi mieleen se iso jääkimpale, jonka päälle kollegat minut istuttivat saunan lauteilla. Järjestelytoimikunnan puheenjohtaja oli selvästi muita ylempänä...

200 researchers participated in the event that was held in Helsinki in August 1989. A greater interest than this was the second Climate and Water Conference, held in 1998 in Espoo. The third time the conference was held was in Helsinki in 2007, with 170 representatives from close to fifty countries.

As ice and snow research cooperation forums have been particularly the IAHR (International Association of Hydraulic Research) and NRB (Northern Research Basins). A large conference of the IAHR was held last in Finland in 1990, the following will be in 2010. The NRB meetings have been between the eight northernmost states in the world, although sometimes Japan and representatives from the Alpine countries have joined in. Finland has been the host twice, in 1984 and 2001.

The meeting in 1984, held in Vierumäki, was the first which wilfully attempted to gain media visibility. It succeeded quite reasonably. TV interviewed foreign snow researchers and the Helsingin Sanomat newspaper published a picture of naked snow researchers in a sauna set in a snow drift. Personally, the large chunk of ice remains in my mind, on which my colleagues wanted me to sit on as sauna boards. The chairperson of the organisation committee was for a while clearly higher than the rest...

Kehitysyhteistyö *Development cooperation*

”Yli 90 prosenttia vesiongelmistä esiintyy maissa, joissa on tehty alle yksi prosentti vesitutkimuksesta.”

Näin totesi Unescon vesitutkimusohjelman johtaja András Szöllösi-Nagy vuonna 2002. Ehkä tuo prosenttiosuus on hieman kasvussa, mutta hydrologisen ja muun vesiosaamisen siirto kehitysmaihin on edelleen pahasti kesken.

Vesialan kehitysyhteistyön voidaan sanoa käynnistyneen Suomessa vasta 1970-luvun alussa. Kohteena olivat Mtwaran ja Lindin läänit Tansaniassa, tehtävänä vesihuollon kehittäminen. Lähtötilanne ei ollut kehuttava – vedenottopaikat olivat harvassa, niissä pestiin pyykkiä ja eläimet kävivät juomassa. Turha mainita, että vesihygienian taso oli täysin olematon.

Hankkeen pääpaino oli pohjaveden hyödyntämisessä. Alueen kyliin rakennettiin tuhansia kaivoja, joissa oli yksinkertainen käsipumppu. Myös pintavesivarat inventoitiin ja tähän työhön lähti hydrologian toimistosta Timo Tuominen. Hän tekikin sitten lähes koko elämäntyönsä kehitysmaiden vesiprojekteissa.

Kehitysmaiden oman väen kouluttaminen vesialalle nähtiin tärkeäksi jo ennen kuin suomalaiset vesihankkeet käynnistyivät. Pentti Kaitera oli vierailut Afrikassa useita kertoja 1960-luvulla, ja ensimmäinen vesi-insinöörien opetusohjelma käynnistyi Teknillisessä korkeakoulussa Otaniemessä vuonna 1972. Useimmat opiskelijat tulivat Keniasta, Tansaniasta ja Etiopiasta. Sitten opetus siirtyi Tampereen teknilliseen yliopistoon, jossa hydrologian luentoja hoitivat Pertti Seuna, Esko Kuusisto ja Timo Huttula.

Imatran Voima oli 1960-luvulla suunnitellut Mosulin suurpadon Tigrisjokeen Irakissa. Vajaa vuosikymmen myöhemmin yhtiö sai Saddamin valtakunnasta toisen hankkeen, joka käsitti seitsemän pienehkön padon suunnittelun Rawanduzjokeen kurdialueella. Työhön osallistui Henry Ahokas, joka aiemmin oli ollut hydro-

”Over 90 percent of water problems occur in countries, where less than one percent of the water research has been made.”

Thus stated Unesco’s Director of the Division of Water András Szöllösi-Nagy in 2002. Perhaps this percentage is increasing a little, but the transfer of hydrological and other water capabilities to the developing countries is still badly unfinished.

The development cooperation in the water sector can be said to have started only at the beginning of the 1970s in Finland. The sites were the Mtwara and Lindi provinces in Tanzania, with the task of developing water supply. The starting situation was not worth praising – there were not many water abstraction sites, clothes were washed and animals drank there. It is not worth mentioning that the level of water hygiene was totally inadequate.

The main focus of the project was the utilisation of ground waters. Thousands of wells were constructed in the area’s villages, equipped with a simple hand pump. Also, an inventory of the surface water resources was made and this work was undertaken by the Hydrological Office’s Timo Tuominen. He nearly made his whole life work in the water projects in developing countries.

The education of own water experts in the developing countries was seen as important, already before the Finnish water projects began. Pentti Kaitera had visited Africa many times in the 1960s, and the first hydro-engineer study programme began at the Helsinki University of Technology in Espoo, in 1972. Most students came from Kenya, Tanzania and Ethiopia. The teaching was then moved to the University of Technology in Tampere, where the hydrological lectures were taught by Pertti Seuna, Esko Kuusisto and Timo Huttula.

The power company Imatran Voima had designed in the 1960s, Mosul’s large dam on the Tigris River in Iraq. A short decade later, the company received another project from Saddam’s realm, handling the



Baabelin torni? Rawanduzjoen vedenkorkeusasteikolla on varauduttu peräti 17 metrin pinnanvaihteluun. Aseman ovat rakentaneet britit 1950-luvulla. Suurin havaittu pinnan korkeus on ollut 11,5 metriä. Asteikkolevyn numerot vaativat suomalaisilta pientä opettelua.

The tower of Babel? The Rawanduz River's water level gauge was constructed for a surface variation of some 17 metres. The station was built by the British in the 1950s. The largest observed surface level has been 11.5 metres. The scale plate numbers required a little learning from the Finns.





Tulva nousee usein Haiphongin kaduille. Suomalaiset ovat olleet mukana parantamassa kaupungin viemäriverkon vetokykyä.
Floods often rise to Haiphong's streets. The Finns have been involved in improving the dimensioning of the city's drainage network.

logian toimistossa. Hanke oli monessa mielessä erikoislaatuinen; suomalaisten turvallisuutta takaamassa oli kymmeniä Irakin armeijan sotilaita, joiden läsnäolo käytännössä teki myös suomalaisista kurdien 'vihollisia'. Majapaikkana ollutta hotellia tulitettiin lähivuorilta, kun armeija ensin oli ampunut ulkonaliikkumiskiellon aikana liikkunutta kurdipaimenta. Lopulta Irakin ja Iranin välillä puhjennut sota keskeytti hankkeen, lähtökäskeytys tuli muutaman tunnin varoitusajalla.

Vietnamissa vesiprojektit käynnistyivät vuonna 1985. Siihen mennessä painopiste oli ollut maaseudun vesihuollon kehittämisessä, nyt uskaltauduttiin suureen kaupunkiin, Hanoiin. Muutamaa vuotta myöhemmin aloitettiin myös Haiphongissa. Tuohon aikaan Pohjois-Vietnamissa ei ollut montaakaan länsimaalaista ja etenkin Haiphongissa olot olivat varsin primitiiviset. Yhteistyö vietnamilaisten kanssa sujui kuitenkin hyvin ja tulosta saatiin aikaan. Hydrologisista selvityksistä vastasi pääosin Esko Kuusisto, mutta mukaan hydrologi ei ollut pitkiä aikoja paikan päällä.

Tanganjikajärven kalataloudellisessa hankkeessa 1990-luvun alussa oli virtaus- ja lämpöolojen selvittäminen keskeisellä sijalla. Tätä hanketta käsitellään hieman laajemmin järvien virtaustutkimuksia käsittelevässä artikkelissa. Timo Huttula ja Jyrki Nieminen joutuivat välillä työskentelemään poikkeusoloissa, kun Ruandassa oli levottomuuksia (ks. oheinen laatikko)

Viime vuosien laajin hydrologisia selvityksiä sisältävä hanke on ollut Mekongin vesistöalueella. Painopisteenä on ollut Tonle Sap, Kaakkois-Aasian laajin järvi. Monsuunikautena sen pinta nousee voimakkaasti Mekongin tulvan takia, vaikka järvi sijaitsee kaukana tuon suuren joen pääuomasta. Suomalaiset ovat mallintaneet alueen monimutkaista virtausdynamiikkaa. Mukana hankkeessa ovat SYKE, TTK:n vesitalouden laboratorio ja Yva Oy. Projekti-päällikkönä on Juha Sarkkula.

Suomen kehitysapu vesialalla oli vuosina 1972–2000 kaikkiaan noin kaksi miljardia markkaa. Tärkeimmät kohdemaat olivat Vietnam (636 milj. mk), Kenia (324 milj. mk), Tansania (290 milj. mk), Egypti (227 milj. mk) ja Sri Lanka (152 milj. mk).

design of seven small dams on the Rawanduz River in the Kurdish area. Henry Ahokas, who had previously worked in the Hydrological Office, participated in the work. The project was in many ways unique: for the safety of the Finns, there were tens of Iraqi soldiers, whose presence in actuality made the Kurds angry with the Finns. The hotel where the Finns were accommodated was fired from the nearby mountains, after the soldiers had wounded a Kurdish shepherd for moving during the time of curfew. At the end, the eruption of a war between Iraq and Iran interrupted the project; the order to leave came with only a few hours warning.

Water projects in Vietnam began in 1985. Until then, the focus had been on the development of water supply in the countryside, now it was to venture to a large city, Hanoi. A few years later, the work also began in Haiphong. At that time in North Vietnam, there were not many western Europeans and particularly in Haiphong, the conditions were quite primitive. Cooperation with the Vietnamese ran however well and results were attained. The hydrological surveys in Haiphong were undertaken mainly by Esko Kuusisto, but no hydrologist was on location for a great period of time.

Tanganyika Lake's fishery project, at the start of the 1990s, was centrally aimed at dynamical and thermal surveys. This project is discussed in the article relating to currents in lakes. Timo Huttula and Jyrki Nieminen had to work in quite exceptional conditions, when disorder broke out in Rwanda.

The broadest project, including hydrological investigations, over the last years has been in the Mekong river basin. The focus has been Tonle Sap, southeastern Asia's largest lake. During the monsoon season, its surface rises strongly due to Mekong's floods, even though the lake is situated far from the large river's main channel. The Finns have modelled the complicated dynamics of the region's waterways. Involved in the project have been SYKE, Water Resources Laboratory of HUT and Yva Oy. The director of the project has been Juha Sarkkula.

Finland's development aid in the water sector was in the years 1972–2000, all in all about two billion marks. The most important countries were Vietnam (FIM 636 mill.), Kenya (FIM 324 mill.), Tanzania (FIM 290 mill.), Egypt (FIM 227 mill.) and Sri Lanka (FIM 152 mill.).

Tuokiokuvia Tanganjikalta *Snapshots from Tanganyika*

■ Projektin päämaja sijaitsi Burundin pääkaupungissa Bujumburassa. Ennen kuin ajoimme sinne aamulla majapaikastamme, piti varmistaa, että ajoreitti oli turvallinen. Muutaman kerran reittiä piti muuttaa, koska yön aikana hutut ja tutsit olivat ottaneet yhteen normaalin ajoreittimme läheisyydessä. Öisin havahduimme usein kranaattien räjähdysiin. Ajo järven toiseen päähän Sambian Mpulunguun kesti mittauksineen viikon verran. Tavallisesti nukuimme troolarin kannella. Veden lämpötila oli noin 26 astetta, ilma oli öisin noin 20-asteista. Nukkumaan mennessä sai ihailla todella komeaa tähtitaivasta tropiikin yössä.

Olimme mittaamassa Zairen rannikolla eräänä aamupäivänä. Perämootorin ääni alkoi kuulua ja kapea, pitkä puuvene tuli lähemmäksi. Se oli ajavinaan ohi, mutta koukkasi viime hetkessä laivamme kylkeen. Veneessä oli hampaattomia ryysyläisiä automaattiasette selässä. He pyysivät ensin rahaa, mutta tyytyivät neuvottelujen jälkeen lopulta vesilasillisiin. Onneksi laivasamme oli paikallisia, jotka pystyivät kommunikoimaan tulijoiden kanssa. Vene oli täynnä tavaraa ja sen keskiosassa oli vieri vieressä kymmenkunta vuohta. Timo näki kaislakorin, jossa oli kranaatteja. Laivamme kapteeni otti tilanteen rauhallisesti; oli kuulemma joutunut panttivangiksi aikoinaan Filippiineillä seilatessaan.

Mittasimme virtaussuuntia ja -nopeuksia lieriöillä järven pohjoisosassa lähellä suuren joen suistoa. Tuo joki alkaa Victoriajärvestä ja virtaa Ruandan ja Burundin läpi Tanganjikaan. Kun olimme saaneet lieriöt järveen, näimme vedessä jotakin vaaleanpunaista, ikään kuin säkin. Se lipui kohti ja alkoi saada ihmisen hahmon. Tuli pitkä hiljaisuus, jonka rikkoi joku paikallinen: ”Probably a person.” Se oli todennäköisesti nopein lieriömittaus sillä viikolla.

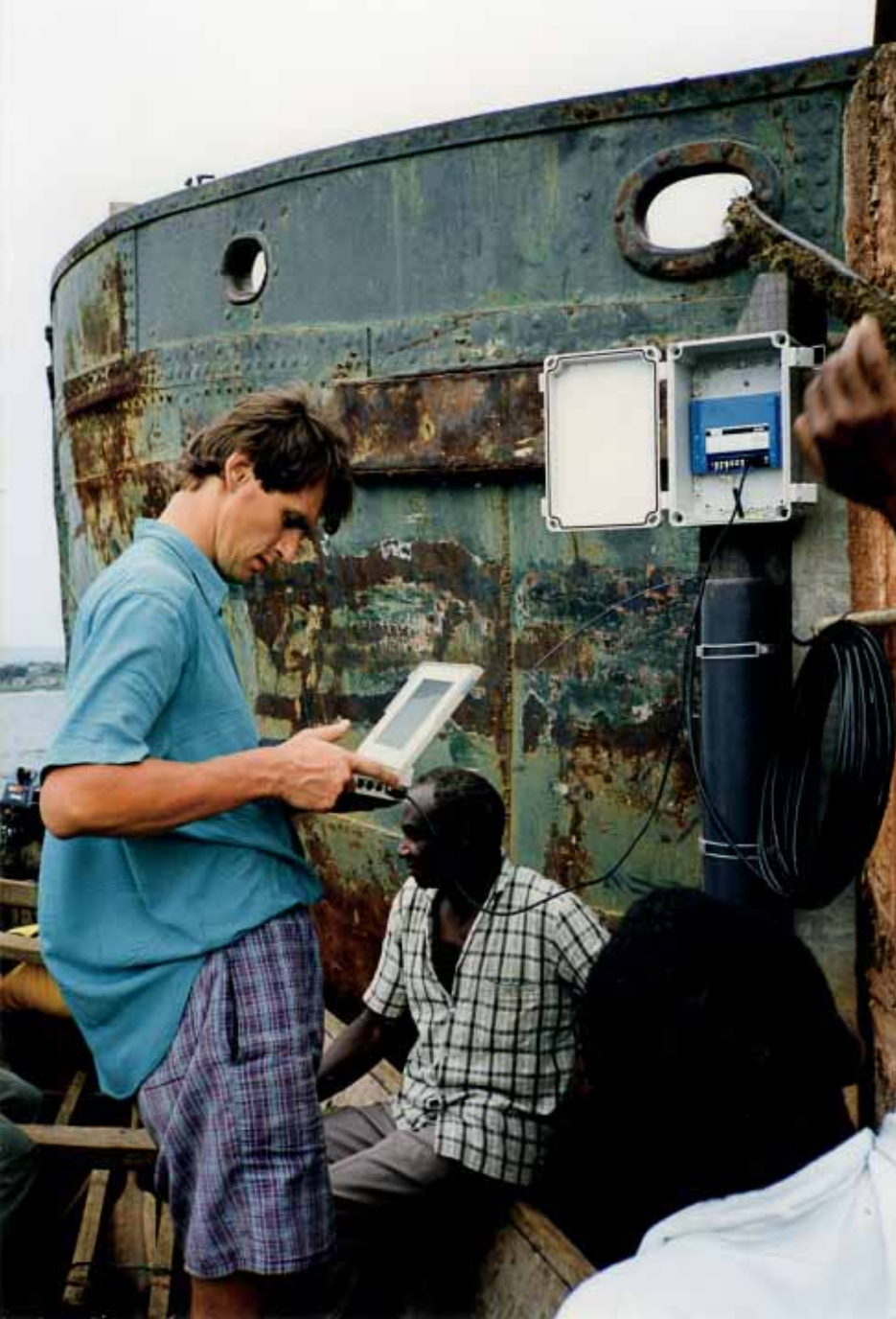
Asensimme järvelle termistoriketjun, jonka yläpäässä oli halkaisijaltaan metrin suuruinen koho. Siinä olevaan mastoon asennettiin muun muassa tuulen suunta- ja nopeusanturit. Mastossa oli myös vilkkuva valo varoitukseksi veneliikenteelle. Pelkäsimme, että laitteet rikotaan tai varastetaan, koska valo voisi ohjata yöaikaan kutsumattomat vieraat pojille. Valon vaikutus oli kuitenkin päinvastainen. Paikalliset kalastajat ja muut kulkijat pelkäsivät kuollakseen tätä järvellä vilkkuvaa ’paholaisen silmää’. Näistä yöllisistä vilkkuvalohavainnoista oli ollut juttu paikallislehdessakin.

■ *The headquarters of the project were situated in the capital of Burundi, Bujumbura. Before driving there from our accommodation, we had to ensure that the driving route was safe. A few times, we had to change our route as during the night the Hutus and Tutsis had clashed in close proximity to our normal route. We were awoken often by grenade explosions. Driving a boat to the other side of the lake to Zambia’s Mpulungu, with measurements lasted about a week. Normally we slept on the trawlers deck. The water temperature was about 26 degrees and the air at night was about 20 degrees. When going to sleep, we could admire a truly beautiful starry sky in the tropical night.*

We were measuring on the coast of Zaire one morning. The sound of an out-board motor began to be heard and a narrow long wooden boat came closer. It was pretending to pass us, but at the last moment it hooked itself to our boat’s side. On the boat were toothless scruffs with automatics on their backs. They asked us first for money, but were satisfied after negotiations with a glass of water. Luckily our ship had locals, who could communicate with the newcomers. The boat was full of goods and its centre part had side by side about ten goats. Timo saw a reed basket, which contained grenades. The captain of our ship was calm in the situation; we had heard that he had once been captured and held as hostage when once sailing in the Philippines

We measured current directions and flow speeds with cylinders in the northern parts of the lake close to the mouth of a large delta. The river starts from Lake Victoria and flows through Rwanda and Burundi to Tanganyika. When we had placed the cylinders into the lake, we saw something pink in the water, as if it was a sack. It floated towards and began to form the shape of a man. A long silence began, which was broken when a local said “Probably a person”. It was most probably the quickest cylinder measurements that week.

We installed to the lake a thermistor chain, which had metre diameter large float. We installed amongst others wind direction and speed sensors to its mast. The mast also had a blinking light to warn water traffic. We were afraid that the device would be damaged or stolen, as the light could guide unwanted guests at night to the buoy. The influence of the light was however the opposite. Local fishermen and other travellers were scared to death of the lakes blinking “devil’s eye” Observations of the blinking lights at night also found there place in an article in a local newspaper.



Jyrki Nieminen virittämässä vedenkorkeuden rekisteröintiasemaa Kigoman satamassa Tansanian rannikolla.

Jyrki Nieminen installing an automatic water level station at the harbour of Kigoma, Tanzania.

Eräällä laivamatkalla Burundista Sambiaan (650 km) ruokatarpeemme ehtyivät. Päätimme yrittää täydennystä paikallisesta kalastajakylästä. Ankuroimme troolarin suojaan poukamaan ja menimme kumiveneellä maihin. Rannalle kerääntyi nopeasti useita satoja lapsia meitä vastaanottamaan ja ihmettelemään. Oli ikimuistoinen tunne seistä rannalla satojen silmäparien tuijottaessa äänettöminä meitä, ikään kuin olisivat nähneet valkoisia ihmisiä ensimmäistä kertaa. Otimme kameran esiin. Nyt riemu repesi ja lapset alkoivat hyppiä pitkin rantaa. Jäimme yöksi ankkuriin. Illalla oli aavemainen tunnelma, kun kymmenet kalastajat lähtivät järvelle, lyhdyt veneidensä keulassa. He palasivat vasta kun aamu alkoi sarastaa.

Lopuksi muutama muistikuva eläimistä. Kerran olin luonnollisilla tarpeilla järven rannassa, Sambiassa Mpulungun lähellä. Yhtäkkiä noin metrin mittainen liskontapainen pärskäytti vierestä järveen. Mpulungussa oli myös 'tutkimusasema', josta oli majoitukseen matkaa puolisen kilometriä heinikoista polkua pitkin. Edellisellä viikolla oli käärmä purrut paikallista tuolla polulla. Niinpä yksin pimeällä kävellessä tuli joskus pidettyä aikamoista meteliä. Bujumburassa kerran aamulla istahdettiin sataman kuppilan terasille. Viereisestä usean metrin korkuisesta bambukaislikosta alkoi kuulua hirmuista rytinää – kaksi virtahepoa ryntäsi veteen.

On one shipping trip from Burundi to Zambia (650 km), our food provisions ran dry. We decided to try to complement them from a local fishing village. We anchored the trawler in a sheltered cove and went by rubber boat to the land. Hundreds of children gathered quickly on the beach to receive us and wonder. It was an unforgettable feeling to stand on a beach, while hundreds of eyes stared at us, as if they had never seen a white person before. We took out our camera. Now elation erupted and the children began to jump along the beach. We stayed the night at anchor. The evening had an eerie atmosphere, when tens of fishermen left into the lake with lamps at the bows of their boats. They returned when the morning began to dawn.

Finally, a few memories of the animals. One time, I was answering the call of nature, on the edge of a lake near Mpulungu in Zambia. Suddenly a lizard like creature, about a metre in size, splashed in the nearby lake. There is also a 'research station' in Mpulungu, which was a half a kilometre away from our accommodation along a grass path. The previous week, a snake had bitten a local on the path. So alone, walking in the dark, sometimes a lot of noise was made. One morning in Bujumbura, we were sitting in the harbour cafe. From the nearby tall bamboo reeds, erupted a dreadful crash – two hippos were splashing the water.

Pertti Vakkilainen

Hydrologiaa Teknillisessä korkeakoulussa

Hydrology at the Helsinki University of Technology

Polyteknillisenä reaalikouluna vuonna 1849 toimintansa aloittanut Teknillinen korkeakoulu sai yliopistotatuksen vuonna 1908. Rakennusinsinööreiksi aikovat opiskelivat joko tie- ja vesirakennuksen tai maanviljelystekniikan opintosuunnilla. Korkeakoulun antama vesialan opetus sisälsi tuohon aikaan seuraavia vesistöihin ja hydrologiaan liittyviä aiheita:

- Sademäärä, pohjavesi ja lähteet
- Vesistöjen yleiset ominaisuudet
- Veden liikunta luonnollisissa ja tehdyissä johdoissa
- Hydrometriset työt
- Maanparannustyöt (melioratsioonit)
- Padot ja kalaportaat
- Uitto ja laivatiet sisämaassa
- Laivakanavat
- Hissit laivojen kohottamista varten
- Jokijärjestelyt

Hydrologian opetusta annettiin molempien opintosuuntien opiskelijoille. Vesialan opettajia oli vain kaksi. Vesirakennuksesta vastasi professori Axel Juselius ja maanviljelystekniikasta insinööri, sittemmin professori I.A. Hallakorpi. Kun muita henkilöresursseja ei ollut, jäi alan tutkimus luonnollisesti hyvin vaatimattomiksi. Se oli koko Suomessa kaiken kaikkiaan vähäistä, joten opettajat joutuivat turvautumaan ulkomailla, lähinnä saksankielisissä maisa-tehtyihin julkaisuihin.

Hallakorven jälkeen professoriksi nimitettiin vuonna 1942 Pentti Kaitera. Hän oli toiminut kymmenen vuoden ajan maata-

The Helsinki University of Technology that began as a Technical School of Helsinki in 1849, received its status as a university in 1908. Those, who desired to become civil engineers, studied either road and hydraulic engineering or agricultural water management. Education on water issues included at that time the following topics:

- *Precipitation, groundwater and springs*
- *The general properties of water bodies*
- *The movement of water in natural and constructed channels and pipes*
- *Hydrometric works*
- *Soil conservation*
- *Dams and fish ladders*
- *Inland floating and navigation passages*
- *Ship canals*
- *Lifts for elevating ships*
- *River management*

The education on hydrology was given for the students of both study programmes. There were only two persons teaching water related subjects. Professor Axel Juselius was responsible for hydraulic engineering and I. A. Hallakorpi for agricultural water management. Since other personnel resources did not exist, research activities remained naturally quite modest. They overall were low in the whole of Finland and therefore the teachers had to resort to foreign publications, mainly those made in German speaking countries.

After Hallakorpi, Pentti Kaitera was appointed as a professor in 1942. He had acted for ten years as the director of hydrological re-

loushallituksen vesistötutkimusten johtajana ja perustanut pienten hydrologisten alueiden verkoston sekä erillisen koekentän maan vesisuhteiden tutkimista varten. Pieniä hydrologisia havainto-alueita oli yhteensä 50. Niiden maastotekijät kartoitettiin ja niillä havaittiin sadantaa, lumen syvyyttä ja vesiarvoa, routaa sekä valuntaa. Vuonna 1958 verkosto uudistettiin. Kaiteran oma, vuonna 1939 tarkastettu väitöskirja käsitteli pääasiassa lumen sulannasta aiheutuvaa valuntaa. Sen eräänä sivujuonteena oli lumen pinnasta tapahtuvan haihdunnan mittaaminen ja haihduntailmiön pohdinta.

Vesialan opetuksen sisältö ja painopisteet noudattelivat yhteiskunnan muuttuvia tarpeita, mutta myös opettajien omat visiot ja mielenkiinnon kohteet vaikuttivat opetuksen suuntautumiseen. Hydrologian opetus siirtyi vähitellen Kaiteran hoidettavaksi, kun vesirakennuksen professorit Solitander ja Castrén keskittyivät vesirakenteisiin ja hydraulikkaan. Korkeakoulun oma tutkimustoiminta pysyi vähäisenä. Diplomityöt ja väitöskirjat tehtiin korkeakoulun ulkopuolella, joskin professoreiden ohjauksessa ja valvonassa.

Vuonna 1949 korkeakoulu julkaisi juhlakirjan satavuotisen toimintansa johdosta. Kirjaan pyydettiin artikkelit eräiltä merkittäviltä professoreilta kuten Pentti Kaiteralta. Artikkelia varten hän täydensi väitöskirjansa tuloksia päävesistöjemme havainnoilla ja esitti ns. Kaiteran nomogrammin keskiylivaluman määrittämistä varten.

Resurssit paranevat

1960-luvulla henkilökunnan määrä korkeakoulussa alkoi vähitellen lisääntyä. Laboratoriot syntyivät. Professorien lisäksi korkeakoululle voitiin palkata laboratorioinsinöörejä ja assistentteja; näin oma tutkimustoiminta pääsi käyntiin. Maatalouden vesirakennus muuttui vuonna 1967 vesitaloudeksi ja vesihuoltotekniikka sai oman professuurin. Vesitalouden laboratorion yhteyteen perustettiin koekenttä haihdunnan ja maavesien tutkimista varten.

Teknillisessä korkeakoulussa siirryttiin 1970-luvun alussa professorikohtaisiin pääaineisiin. Koulutuksella tähdättiin vesitekni-

search for the National Board of Agriculture and had established a network of small hydrological research basins and a test field for soil water research. There were altogether fifty small hydrological basins. Their terrain factors were surveyed and hydrological variables e.g. rainfall, snow depth and water equivalent of snow, ground frost and runoff were observed. The network was reorganised in 1958. Kaitera's doctoral thesis published in 1939 dealt primarily with the runoff caused by snow melting. His dissertation also included measurements of the evaporation from the snow surface and considerations on the evaporation phenomenon.

The contents and the focus of the teaching on water resources responded to the changing needs of the society but also the teachers' own research interests influenced on education. The teaching of hydrology was gradually shifted under Kaitera's responsibility while the professors of the hydraulic engineering, Solitander and Castrén, concentrated on hydraulic structures and hydraulics. The Helsinki University of Technology's own research operations remained modest. Master and doctoral theses were made outside the university, though still under the guidance and supervision of the professors.

In 1949 the university published a centenary book of its activities. Some significant professors, such as Pentti Kaitera, were asked for articles to be published in the book. For this article, he updated results of his doctoral thesis with the observations of our main watercourses and presented the so called Kaitera's nomogram for determining mean maximum runoffs.

Improving resources

In the 1960s, the amount of personnel at the University of Technology began to gradually increase. Laboratories were established. In addition to the professors, the university could now employ laboratory engineers and assistants; thus, own research operations were able to commence. The agricultural water management changed in 1967 to hydrology and water resources management, and water and wastewater engineering received its own professorship. Alongside the laboratory of hydrology and water resources management, a lysimeter field

kan alan specialistien kouluttamiseen. Vesitalouden laboratorion tutkimustoiminta laajeni professori Jussi Hoolin johdolla Siuntionjoen vesistöalueelle, myös maatalouden vesistökuormituksen tutkimus aloitettiin.

Nyky aika

Yliopistoissa siirryttiin vuonna 2005 Bolognan julistuksen mukaiseen tutkintorakenteeseen. Erikoistumista vähennettiin ja professorikohtaiset pääaineet korvattiin yhdellä vesiteknikan pääaineella. Opetuksen suuntaamisessa lähdetään edelleen tavoitteesta, että valmistuneet diplomi-insinöörit osaavat suunnitella ja toteuttaa hankkeita. Tämän lisäksi he saavat aiempaa laajemmat perustiedot tutkimustyöstä. Vesiteknikkaa ei nähdä vain tekniikkana, vaan yleisemmin vesien ja ihmisen kohtaamisena ja tästä aiheutuvien vaikutusten arviointina. Erityisesti huomiota kiinnitetään siihen, että opiskelijat ymmärtäisivät vesiin liittyviä luonnontieteellisiä ilmiöitä.

Lähtökohtana on valuma-alueen vesitalous, jonka punaisen langan hydrologinen kierto muodostaa. Hydrologian opetuksessa käydään läpi eri prosessit ja niiden mallintaminen. Sadanta, lumien kertyminen ja sulanta, vesien liikkeet maa- ja kallioperässä ja valunta saavat kattavan käsittelyn. Opetuksessa toinen painoalue muodostuu hydrologisista mitoitus- ja laskentamenetelmistä, joita ovat muun muassa yli- ja alivirtaamien määrittäminen, hydrologisista riskitarkastelut ja antoisuuden laskenta. Paikkatietojärjestelmät ja niiden hyödyntäminen hydrologiassa ovat viime vuosina tulleet vahvasti mukaan.

Teknillisen korkeakoulun vesiopetus on ollut kansainvälisestikin katsoen edistyksellistä, sillä vesivarojen laatuksymykset ovat olleet olennainen osa opetusta jo puolen vuosisadan ajan. Vesivarojen laadun ymmärtäminen edellyttää hydrologisten prosessien ymmärtämistä. Veden kiertokulku on nimittäin luonnon perimäinen kierrätysprosessi, jossa vesi valuma-alueella virratessaan ottaa mukaansa muita aineita, puhdistuu haihtuessaan ja on siksi käytettävissä yhä uudelleen. Tämä näkökulma on vahvasti mukana kaikessa antamassamme vesiopetuksessa.

was constructed to carry out research on evapotranspiration and soil water flow.

Each professorship got at the beginning of the 1970s its own major subject. The aim was to educate experts for different fields of engineering. The research activities of the Water Resources Laboratory expanded under the leadership of Professor Jussi Hooli to the watershed of Siuntionjoki, whilst research on agricultural nutrient loading also began.

The present time

In 2005, universities moved to the study structures based on the Bologna declaration. Specialisation in education was decreased and the professorship related main subjects were replaced with one main subject in water engineering. Still, the orientation of the education has as its objective that the graduate engineers are able to plan and manage projects. Additionally, they receive a wider basic knowledge on research work than previously. Water engineering is not only seen as a technique, but generally as a meeting of water and man and the assessment of the impacts caused by this interaction. Particular attention is paid to the objective that the students would understand natural phenomena related to water.

The starting point is the water management of the entire drainage basin, in which the hydrological cycle forms the foundation. When teaching hydrology, different hydrological processes and their modelling are thoroughly dealt with. Rainfall, snow accumulation and melting, water movements in the soil and rocks and runoff taught in a comprehensive manner. The second focus area is hydrological design and calculation methods, which include the determining of maximum and minimum runoffs, hydrological risk evaluation and water yield calculations. More recently, geographical information systems and their utilisation in hydrology have been an important part of curriculum.

The education at the Helsinki University of Technology is also progressive internationally, as the water quality issues have been an essential part of the teaching already for half a century. Understanding the

Tutkimuksissamme voimme erottaa kolme pääaihepiiriä; ihmisen toiminnan vaikutus veden kiertokulkuun, luonnonmukainen vesitalous ja kehitysmaiden vesiasiat. Laaja kokeellinen toiminta ja monipuolinen matemaattinen mallintaminen ovat keskeisellä sijalla. Tuloksellisuuden eräänä mittana on valmistuneiden tohtoreiden lukumäärä. Heitä on viimeisten kahden vuosikymmenen aikana valmistunut keskimäärin yksi vuodessa eli selvästi enemmän kuin missään muussa hydrologian opetusta antavassa yliopistoyksikössä Suomessa.



Matti Keto poistaa jäätä mittapadon aukolta Espoossa. Teknillisen korkeakoulun vesilaboratorion kenttätöitä on keskitetty läntiselle Uudellemaalle, lähelle opinahjoa.

Matti Keto is chopping ice from the opening of a measuring weir in Espoo. The field works of the Water Resources Laboratory of HUT have been concentrated in the vicinity of the university.

quality of water resources requires the understanding of hydrological processes. Hydrological cycle is namely nature's fundamental recycling process, in which the water, when flowing in a drainage basin, carries other substances, is cleaned during evaporation and therefore is once again usable. This viewpoint is strongly incorporated in all our hydrological education.

In our research activities three main themes can be recognised: human impacts on the hydrological cycle, environmental river engineering and the water and development issues in developing countries. A broad experimental operation and versatile mathematical modelling play a central role. One measurement of success is the amount of graduated doctors. Over the last two decades, there have been on average one graduation a year, in other words clearly more than in any other university offering hydrological education in Finland.

Bertel Vehviläinen

Vesistömallijärjestelmä

Watershed Simulation and Forecasting System

Vesilojen tulevan kehityksen ennakkointi on hydrologiassa keskeisellä sijalla. Jonkinlaisia pyrkimyksiä tähän oli jo hydrografisen toimiston alkutaipaleella, mutta laajemmin asiaan paneuduttiin vasta 1960-luvulla. Ensimmäiset ennusteet koskivat järvien tulovirtaamia, joiden kehitystä arvioitiin lumen vesiaron, edeltävien tulovirtaamien ja sadannan perusteella. Menetelmänä olivat regressiomallit ja nomogrammit. Tämän tyyppisiä ennusteita tehdään vieläkin, ne sopivat järvien ja järvireittivesistöjen tulovirtaamien ja vedenkorkeuksien ennustamiseen kautta koko vuoden. Ennuste kattaa tyypillisesti muutaman lähiviikon, suurille järville kuten Saimaalle aikaskaala voi olla pitempikin.

Tietokoneiden käyttö yleistyi ja niiden laskentateho kasvoi 1970-luvulla. Tällöin alkoivat lyhyemmän laskenta-askeleen sadanta-valuntamallit yleistyä hydrologisessa ennustamisessa. Mallit soveltuivat jokien virtaama- ja vedenkorkeusennusteisiin, koska niiden laskenta-askele on vuorokausi tai jopa tunti. Yhdysvalloissa tällaiset mallit tulivat ennustekäyttöön 1960-luvun lopulla, Ruotsissa 1970-luvun alussa ja Suomessa 1970-luvun lopussa. Ensimmäinen sadanta-valuntamalli otettiin käyttöön Kyrönjoella, jonne TKK:n vesitalouden laboratorio sovelsi amerikkalaista SSARR-mallia.

Vesihallituksen hydrologian toimistossa testattiin 1980-luvun alussa ruotsalaisen HBV-mallin pohjalta tehtyä mallia Kalajoen, Lapuanjoen ja Ähtävänjoen kevättulvien ennustamiseksi. Tässä sovelluksessa lumen kertymis- ja sulamismalli oli tärkein osa. Tämän kehitystyön pohjalta on syntynyt nykyinen Suomen ympäristökeskuksessa käytössä oleva Vesistömallijärjestelmä (www.ymparisto.fi).

The forecasting of water resources development is an important application in hydrology. Efforts towards this had already been made in the beginning of the Hydrographical Bureau, but in practice it was started in the 1960s. The first forecasts concerned the lake inflows, based on spatial snow water equivalent values, preceding inflow and rainfall observations. The methods used were regression models and nomograms. Regression model forecasts are still being made, they are suitable for the forecasting of inflows and water levels of large lakes and lake routes and water level forecasts through the whole year. The forecast typically covers the following weeks, for such large lakes as Saimaa the time span can be longer.

The use of computers became common and the computing capacity grew in the 1970s. At that time, rainfall-runoff models with shorter calculation step became general in hydrological forecasting. The models were applied to discharge and water level forecasts for rivers, as the calculation step was one day or even one hour. In the United States, such models came into forecast use at the end of the 1960s, in Sweden at the beginning of the 1970s and in Finland at the end of the 1970s. The first rainfall-runoff model was taken into use at the Kyrönjoki River, to which the Water Resources Laboratory of the HUT applied the SSARR model from USA.

At the beginning of the 1980s the Hydrological Office tested a hydrological model based on the Swedish HBV-model concept to forecast the spring floods for the rivers Kalajoki, Lapuanjoki and Ähtävänjoki. In this application, the snow accumulation and melting model was the most important part. From this development work began the Watershed Simulation and Forecasting System (WSFS) nowa-

fi/vesistoennusteet), jolla tehdään ympäristöhallinnon koko maan kattavat vesistöennusteet.

Noin 6000 osa-aluetta

Vesistömallijärjestelmän hydrologiaa on kehitetty erityisesti lumen kertymisen ja sulamisen sekä vesistön joki- ja järvimallien osalta. Tällä hetkellä kehitystyö kohdistuu aluesadannan laskentaan, koska sen kautta tarkentuu koko hydrologisen kierron laskenta. Aluesadannan, lumipeitteen, haihdunnan ja maankosteuden laskenta on hajautettu valuma-aluejaon, korkeusmallin, jokien ja järvien paikkatietojen ja maankäytön avulla. Mallin osa-aluejako perustuu kolmannen vaiheen vesistöaluejakoon, pienimmän itsenäisen laskentayksikön koko on noin 50 km². Suomen hydrologinen malli on siten jaettu yli 6000 osa-alueeseen, joille laskenta tehdään.

Suomessa on noin kolmesataa säännösteltyä järveä. Määrä ei kuullosta suurelta 187 888 järven ja lammen maassa, mutta säännöstellyt järvet käsittävät kolmanneksen maamme järvien alasta ja yli puolet tilavuudesta. Vesistömallijärjestelmään sisältyy jokaisen järven ympärivuotinen säännöstelyohje, jota voidaan muuttaa internet-käyttöliittymän kautta. Tarkoitus on, että säännöstelystä vastuussa oleva taho ohjaa oman järvensä säännöstelyä tietokoneeltaan internetin avulla. Järjestelmä laskee kunkin järven tulovirtaamaennusteen, jota voi käyttää muissa järjestelmissä säännöstelyn suunnitteluun.

Vesistömallijärjestelmän laskennan ja ennusteiden tarkkuuden tärkeimpänä takaajana ovat reaaliaikaiset vesistöhavainnot. Reaaliaikaisia vedenkorkeuksia saadaan yli 200 järvi- tai jokipisteestä. Näiden avulla optimointimalli korjaa laskentaa vastaamaan mahdollisimman tarkasti todellista tilannetta. Talvella ja keväällä laskentaa tarkennetaan myös 160 lumilinjan havainnoilla sekä satelliittikuviin perustuvalla lumen peittävyydellä.

Säätutkan sadehavaintojen käyttöönotto paransi merkittävästi kesätulvien ennustamisen mahdollituksia 2000-luvun alussa. Sääennusteiden avulla pystytään harvoin ennakoimaan tarkasti kesän ukkosrintamiin liittyviä voimakkaita sateita. Tutka sitä vastoi pys-

days used by Finnish Environment Institute (www.environment.fi/waterforecasts) for the whole of Finland.

Around 6000 sub-catchments

The Watershed Simulation and Forecasting System's hydrology model has been developed particularly for snow accumulation and melt simulation and for simulation of rivers and lakes. At the moment, the development work focuses on the calculation of areal precipitation, as through this, the whole hydrological cycle can be calculated more precisely. The calculation of precipitation, snow cover, evaporation and soil moisture has been made distributed with the aid of catchment sub-division, digital elevation model, river and lake network and land use information. The areal division is based on third stage's catchment division, the smallest individual calculation unit is about 50 km². Finland's hydrological model is thus divided into over 6000 catchments, for which hydrological water balance calculations are made.

Finland has about three hundred regulated lakes. The amount does not seem large in country of 187 888 lakes, but the regulated lakes cover one third of Finland's lake area and over half of their volume. The Watershed Simulation and Forecasting System includes all year round regulation rules for every lake, which can be changed through the internet user interface of WSFS. The purpose is that stakeholders responsible for the regulations can plan and take care of their lake's regulation with the aid of the internet user interface. WSFS calculates each lake's inflow forecast, which can be used in other systems for regulated planning and other purposes.

The important guarantee of WSFS's simulation and forecast precision are real time watershed observations. Real time water levels are received from over 200 lake and river stations. With the help of these, the model updating fixes the simulation as precisely as possible to the real situation. In winter and spring, the simulation is updated also with 160 snow course observations plus satellite pictures based snow cover area.

tyy ne havaitsemaan ja tieto saadaan Vesistömallijärjestelmään 1–3 tunnin viiveellä. Sadeasemien osalta tiedon viive on 12–30 tuntia, joten parannus oli todella huomattava. Sääntutkan sadehavainnoinnin tarkentamisessa Ilmatieteen laitos on tehnyt merkittävää kehitystyötä; ilman tuota panostusta sääntutkan sadetiedot olisivat liian epätarkkoja.

Maankosteuden ja haihdunnan vaikutus

Maaperästä tapahtuva haihdunta lasketaan potentiaalisen haihdunnan ja maankosteuden vajeen perusteella. Kesällä maan pintakerroksen kosteusvarasto vaikuttaa valuntaan lähes yhtä merkittävästi kuin lumen määrä keväällä. Maankosteuden vaje voi olla kuivan jakson jälkeen 50–100 mm, mutta tätä ei juurikaan mitata reaaliajassa. Niinpä kuivan kauden jälkeen syntyvän tulvan ennustaminen on ollut hyvin epävarmaa. Tilanteen korjaamiseksi reaaliaikaiset maankosteusmittaukset on käynnistetty ja myös satelliittien käyttö tämän aukon paikkaamiseen on kehitteillä.

Suomen pohjavesiasemilta on nyt lähes 30-vuotiset pohjaveden korkeuden havaintosarjat. Niiden avulla on kalibroitu Vesistömallijärjestelmän pohjavesimalli. Sen avulla lasketaan ennusteet kullekin pohjavesiasemalle. Tämä laskenta käynnistyi vuonna 2005 ja kokemukset ovat olleet hyvät.

Järvihaihdunta on tärkeä osa Suomen järvireittien vesitasetta. Vesistömallijärjestelmään kehitetty osamalli laskee ensin pintaveden lämpötilan käyttäen ilman lämpötilaa ja säteilyindeksiä. Sitten lasketaan itse järvihaihdunta pintalämpötilan, pilvisyyden ja vuodenajan perusteella. Osamallin kalibrointiin on käytetty järvien pintalämpötilamittauksia ja Class A -haihduntahavaintoja. – Laskennan oheistuotteena saaduilla Suomen järvien pintalämpötiloilla on myös kysyntää kesäkuukausina.

Analogioista parvisääennusteisiin

Kun valuntamallien ennustekäyttö alkoi, meteorologit tuottivat niihin tarvittavat sääennusteet usein ns. analogiamenetelmällä. Säähistoriasta etsittiin vallitsevaa säätä vastaava tilanne ja arvioitiin tältä pohjalta sään kehitystä seuraavien päivien aikana. Toisinaan onnis-

The use of the weather radar's rain observations in the beginning of the 2000s significantly improved the possibilities of forecasting summer floods. With weather forecasts, it is rarely possible to forecast precisely heavy rains connected with thunder fronts. The weather radar observes them and the information is sent to the water model system within 1–3 hours. The information delay of precipitation stations is 12–30 hours, so the improvement was very noticeable. Finnish Meteorological Institute has made significant development work by improving the weather radar's precipitation observations; without this, the radar information would be too inaccurate.

Soil moisture and evaporation

Evaporation from the soil is calculated on the basis of potential evaporation and soil moisture deficit. In summer, the moisture storage in soil's surface influences the runoff as much as snow in the spring flood. The soil moisture deficit can be 50–100 mm after a dry period, which is hardly measured in real time. So this is the reason, why after a dry period the flood forecast are quite unreliable. To improve the situation, real-time soil moisture measurements have been started and also, the use of satellite observation methods to cover this gap is under development.

There are now close to 30 year ground water level observation series from Finland's ground water stations at SYKE. With the aid of these, a ground water storage and level have been implemented and calibrated into the WSFS. With it the forecasts for each ground water station are made. This forecasting began in 2005 and the experiences have been good.

Lake evaporation is an important part of the water balance of Finland's lake route catchments. The lake evaporation is calculated on the basis of lake surface temperature, cloudiness and the season which gives the radiation index. For the calibration of lakes' surface temperature measurements, the Class A evaporation observations have been used. – As a supplementary product of the calculations, we have received Finland's lakes' surface temperatures in real time and as a forecast – this information is widely asked during the summer months.

tuttiin hyvin, esimerkiksi keväällä 1981, kun tehtiin ensimmäiset ennusteet Kalajoen Hautaperälle. Tuolloin vallitsi korkeapaine ja lämpötilaennuste oli lähes täydellinen noin 10 vuorokautta eteenpäin, samoin tekojärven tulovirtaamaennuste. Seuraavana keväänä lumen sulaessa satoi yli 50 mm vettä, sade-ennusteet olivat reilusti alakanttiin ja niin myös Kalajoen tulvaennusteet.

Nämä kaksi ensimmäistä vuotta edustivat kevättulvan ennustamisen ääripäitä. Pian tämän jälkeen alettiin käyttää Euroopan sääennustekeskuksen (ECMWF) kymmenen vuorokauden sade- ja lämpötilaennusteita sellaisenaan, myöhemmin tarvittaessa Ilmatieteen laitoksen toimesta korjattuna.

Tällä hetkellä ovat käytössä sään parviennusteet, jotka käsittävät 52 kymmenen vuorokauden yhtä todennäköisestä ennustetta. Ne on tehty muuttamalla sääennustemallin alkutilan havaintoja tai joitakin parametreja niiden epävarmuuden puitteissa. Näin saadaan sääennusteen epävarmuudelle arvio, jota voidaan edelleen käyttää hydrologisen ennusteen epävarmuuden arviointiin. Hydrologisen mallin alkutilan epävarmuus lumi- ja maavesivaraston osalta tuodaan myös ennusteeseen mukaan.

Euroopan sääennustekeskuksella on tarjolla myös kuukauden ja kolmen kuukauden sääennusteet. Näistä kuukauden sääennuste otettiin vuoden 2007 lopulla testikäyttöön ja testaukseen jälkeen se otetaan todennäköisesti operatiiviseen käyttöön vuoden 2008 aikana. Kuukauden sääennusteen avulla saadaan poikkeavissa sääoloissa parempia vesistöennusteita kuin keskiarvosäätä käyttämällä, kuten talven 2008 aikana huomattiin. Tämä on tärkeää ilmastomuutoksen tuoman lämpenemisen ja sateisuuden lisäyksen takia, mutta myös ns. normaalin säävaihtelun takia. Lyhytaikaisten ennusteiden osalta Ilmatieteen laitoksen kolmen vuorokauden tarkemman resoluution Hirlam-ennusteet ovat tulossa käyttöön vuoden 2008 aikana.

Tulva- ja lumikuormavaroitukset

Nopeasti nousevia sadetulia ennustettaessa niistä on myös varoitettava ajoissa. Vesistömallijärjestelmä varoittaa säännöstelijöitä ja

From analogue to ensemble weather forecasts

When the forecast use of runoff models began, the meteorologists often produced the required weather forecasts by so called analogue methods. From the history of weather, a dominating weather was sought for the corresponding situation and on this basis, the weather for the following days was developed. From time to time it was successful, for example in the spring of 1981, when the first forecasts were made on Kalajoki's Hautaperä reservoir. Back then, the dominating high pressure and temperature forecast was close to perfect for about 10 days onwards, the same was true for the lake's inflow forecast. The following spring, during the melting of the snow, it rained over 50 mm, the rain forecasts were fair below as were also the flood forecasts for Kalajoki.

These two first years represent the opposite ends of the spring flood forecasts. Soon after this, Europe weather forecast centre's (ECMWF) ten day precipitation and temperature forecast began to be used as they were, later if required fixed by the Finnish Meteorological Institute.

At the moment weather ensemble forecasts are in use, consisting of 52 ten days forecasts. These are made by changing the input observations of the weather forecast model or some parameters in the frames of their uncertainties. Thus an evaluation of the unsure value of weather forecasts is gained, which can again be used in evaluating the uncertainty of the hydrological forecast. Hydrological model's initial uncertainty due to the snow and soil storage is also taken into account in the forecast.

The European weather forecast centre also offers monthly and quarterly weather forecasts. These were taken into test use at the end of 2007 and after this test period, will be taken into operational use in 2008. With the aid of the monthly weather forecasts, better hydrological forecasts in divergent weather conditions are gained than by using average historical weather values, which was also noticed in the winter of 2008. This is important with the climate change increasing temperatures and precipitation, but also for so called normal weather fluctuations. In the part of short time forecasts, the Finnish Meteorological Institute's three day precise resolution Hirlam-forecasts will come into use in 2008.

tulvan torjuita automaattisella sähköpostilla heti, kun vedenkorkeuden, virtaaman tai sadannan varoitusrajat ylittyvät. Näin varmistetaan varoitusten toiminta viikonloppuisin, pyhinä, iltaisin ja öisin. Tarvittaessa hydrologit tarkistavat ja vahvistavat varoitukset. Järjestelmä varoittaa myös kattojen mitoituksen ylittävistä lumi-kuormasta sähköpostilla. Voimassa olevat varoitukset näkyvät järjestelmän www-sivuilla.

Varoitusjärjestelmä on osoittautunut tarpeelliseksi. Sen avulla vesistöjen säännöstelijöiden ja tulvantorjuijen valmiutta saadaan nostettua ennakkoon. Ongelmana ovat olleet virhetilanteet ja liian alhaiset varoitusrajat, jotka aiheuttavat turhia varoituksia. Rajoja säädetään sopivaksi järjestelmän käyttöliittymän kautta ja havaintovirheitä karsitaan tarkistusohjelman avulla.

Vesistömallijärjestelmään sisältyy ennustetarkkuuden seuranta. Se auttaa kehitystyössä sekä paljastamaan puutteita ja virheitä, jotka eivät käy ilmi päivittäisessä ennustekäytössä. Tavoitteena on tuottaa ennustetarkkuuskuvien lisäksi numeerisia kriteereitä, joiden avulla seurataan ennusteiden osuvuuden kehittymistä. Näin voidaan arvioida sekä hydrologisten prosessimallien kehittämisen tuloksia että uusien sääennustetuotteiden vaikutusta vesistöennusteiden tarkkuuteen. Samalla saadaan vähitellen vastaus visaiseen, usein esitettyyn kysymykseen: ”Kuinka hyviä ennusteet ovat?”

Ravinnekuormituslaskenta

Vuodesta 2004 alkaen on tehty työtä ravinnekuormituslaskennan liittämiseksi osaksi Vesistömallijärjestelmän reaaliaikaista laskentaa. Tarkoitus on hyödyntää hydrologisen laskennan kattavaa tietoa valunnasta ja jokien virtaamista yhdistämällä nämä tiedot ravinnepitoisuuksiin, jolloin tuloksena saadaan kohtuullisen tarkka arvio eri pituisten jaksojen ravinnekuormituksesta järviin ja merialueille. Laskentamalli koostuu pistekuormituksen, hajakuormituksen, jokikulkeutumisen ja järviin tapahtuvan sedimentaation laskennasta.

Vesistömallijärjestelmä tuottaa myös vesitilannekarttoja noin 20 hydrologisesta muuttujasta, joiden avulla voi seurata Suomen

Flood and snow loading warnings

When forecasting quickly rising rain-floods, these must also be warned early enough. The watershed simulation system warns regulators and flood protectors by automatic email straight away, when the limits of the water level, discharge or rainfall are exceeded. This ensures warnings at weekends, holidays and nights. The hydrologists examine and confirm the warnings. The system also warns of snow loadings that exceed the design roof loads by email. The valid warnings are seen on the system's www-pages.

The warning system is proven to be necessary. With its help the preparation of regulators and flood protectors is increased. The problem has been with false alarms and too low warning limits, which cause wasteful warnings. The limits are suitably adjusted through the system's user interface and observation errors are cut with the control program.

The watershed simulation system includes the monitoring of forecast precisions. This helps in development work and uncovers shortages and errors, which are not visible in the daily forecast use. The aim is to produce precise also numerical criteria, which help to follow the development of forecast accuracy. Thus it is able to evaluate both the results of the hydrological process model development and the influence of the new weather forecasts products to the precision of the waterway forecasts. At the same time it is possible to gradually answer the wise and often presented question “how good are the forecasts?”

Nutrient loading simulation

From the start of 2004, work has been made in connecting the nutrient loading as part of the real time operational simulation and forecasting. The purpose is to utilize the extensive hydrological calculations by joining this information to nutrient concentrations, where as a result, reasonably precise values on nutrient loadings to lakes and sea areas during periods of different length are received even in real time. The subroutine combines the calculations of point and diffuse loadings, transfer of nutrients in rivers, and sedimentation in lakes.

The Watershed Simulation and Forecasting System also produces maps from the state of about 20 hydrological variables, which can help

[illegible][illegible]

The internet use of the Watershed Simulation and Forecasting System. On the map of the Vuoksi River Basin, for each site indicated, the development and forecast for almost ten hydrological variables can be shown on the screen. As examples of those on the right the water level of Lake Saimaa and the water equivalent on the Vuoksi River Basin on 1st of April 2008.

Ilmastomuutos ja hydrologia *Climate change and hydrology*

■ Sekä ihminen että luonto tulevat kokemaan ilmastomuutoksen keskeisimmät haitat veden kiertokulun muutosten kautta. Suomessa nämä muutokset ovat osin myös hyödyllisiä, mutta joudumme varautumaan myös merkittäviin haittoihin. Tällaisia ovat muun muassa rankkasade- ja hyydetulvat sekä vesistöjen lämpenemisen ja kasvavien huuhtoumien aiheuttamat leväkukinnat.

Suomalainen ilmastomuutoksen tutkimusohjelma (SILMU) oli ensimmäinen laaja hanke muuttuvan ilmaston vaikutusten selvittämiseksi. Se toteutettiin vuosina 1990–1996 ja yksi neljästä osa-ohjelmasta koski vesistöjä. Suomen ilmastoskenaariot olivat jo melko samankaltaisia kuin nykyään ja SILMUn tulokset pitivät edelleen pitkälti paikkansa. Esimerkiksi Saimaan talviajan vedenkorkeudet kasvavat, kun toisaalta ylempänä Vuoksen vesistössä kevättulvat pienenevät. SILMUssa tarkasteltiin myös lumen vesiaron, maankosteuden, valunnan ja pohjaveden muutoksia.

Vesistömallijärjestelmä on SYKE:n hydrologian yksikössä keskeinen ilmastomuutostutkimusten työkalu. Sen avulla voidaan ilmastoskenaarioiden perusteella simuloida tulevien vuosikymmenten hydrologisia oloja, lumitilannetta, pohjavesien käyttäytymistä ja ravinnekuormitusta. Ilmastoskenaariot perustuvat globaalien ja osittain myös alueellisten ilmastomallien tuloksiin, joita saamme erityisesti Ilmatieteen laitoksen ja Rossby Centren kautta.

Vuosina 2000–2005 selvitettiin laajasti ilmastomuutoksen vaikutuksia korkean riskiluokan patojen mitoitustulviin ja sitä kautta patoturvallisuuteen. Tämä työ tehtiin maa- ja metsätalousministeriön toimeksiannosta. Useimmilla tarkastelluilla padoilla mitoitustulvat kasvoivat jaksolle 2071–2100 mennessä, muutamilla padoilla tästä saattaisi aiheutua merkittävä riski patoturvallisuudelle.

Hydrologian yksikön vetämässä FINADAPT-projektin vesivaraosiossa (2004–2005) koottiin yhteen ilmastomuutokseen sopeutumista koskeva tutkimus. Tarkastelun kohteena olivat hydrologian, vesistöjen säännöstelyn ja tulvantorjunnan, vesihuollon, veden laadun, kastelun sekä vesistöjen ennallistamisen sopeutumistoimet ilmaston muuttuessa.

■ Both humans and nature will experience the most important disadvantages of climate change through the changes in water cycle. In Finland, these changes are also in part beneficial, but we will have to prepare also for significant negative effects. Such are among others floods caused by heavy rain and frazil ice and algae blooms caused by increased winter runoff and warmer waters.

Finland's climate change research programme (SILMU) was the first broad project to estimate the effect of the changing climate. It was carried out in 1990–1996 and one of the four subprograms was related to watersheds. The climate scenarios for Finland were already similar to present scenarios and SILMU's results have remained quite accurate. For example, Lake Saimaa's winter water levels will increase, when otherwise the spring floods upstream in the Vuoksi's watershed will decrease. SILMU also examined the changes in the snow water equivalent, soil moisture, runoff and ground water.

The Watershed Simulation and Forecasting System (WSFS) is an essential tool in climate change research in the Hydrological Services Division of SYKE. It is used to simulate the future hydrological conditions, snow amounts and ground water based on climate scenarios. The climate scenarios are based on global and in part also regional climate model results, which are received through the Finnish Meteorological Institute and the Rossby Centre.

During the years 2000–2005, an extensive evaluation of the effects of climate change on the design floods of high risk dams and to dam safety was made. This work was commissioned by the Finnish Ministry of Agriculture and Forestry. At most of the studied dams the design floods increased by the period 2071–2100; at some dams this could cause significant risks to dam safety.

The FINADAPT-project's water resources subprogram (2004–2005) coordinated by the Hydrological Services Division collected together research related to climate change adaptation. The adaptation needs due to climate change in hydrology, the regulation and flood protection of watersheds, water management, water quality, irrigation and the waterway rehabilitation was reviewed.

Over the years 2006–2010, Climate Change Adaptation Research programme ISTO funded by the Ministry of Agriculture and Forestry and the Ministry of Environment will be carried out. As part of this program, TOLER-

Vuosina 2006–2010 toteutetaan Maa- ja metsätalousministeriön ja Ympäristöministeriön rahoittama sopeutumistutkimusohjelma ISTO. Siihen kuuluvassa TOLERATE-hankkeessa tutkitaan tulvien taloudellisia vaikutuksia ja niiden muuttumista ilmastomuutoksen myötä. Mukana ovat Ilmatieteen laitos, SYKE, VATT ja VTT.

ISTO-ohjelmaan kuuluu myös WaterAdapt-hanke. Siinä arvioidaan ilmastomuutoksen vaikutuksia vesivaroihin ja hydrologiaan sekä mahdollisuuksia sopeutua muutoksiin muun muassa vesistöjen säännöstelyä muuttamalla. Yhtenä keskeisenä kohdealueena on Pielisen vesistö, jossa ilmastomuutoksen haittoja pystyttäen merkittävästi vähentämään uudenlaisella juoksutuskäytännöllä. Myös Saimaan talven ja alkukevään tulvien vaikeutuminen on yhä pohdittavana. Monella järvellä kuten Kallavedellä loppukesän kuivuus näyttäisi muodostuvan ilmastomuutoksen myötä suureksi haasteeksi, kun taas tulvat näyttäisivät pienenevän.

Suomen Akatemia rahoittaa vuosina 2007–2010 TULeVAT-hankkeen (Tulvat tulevaisuuden Suomessa). Tähän osallistuvat Turun yliopiston maantieteen laitos sekä SYKE:n hydrologian yksikkö ja vesivarayksikkö. Hydrologit tutkivat eri kokoluokan tulvien muuttumista tällä vuosisadalla ja testaavat erilaisia menetelmiä ilmastomuutoksen huomioon ottamisessa.

Pohjoismaista yhteistyötä edustaa laaja Climate and Energy -projekti, jossa selvitetään veden kiertokulun ja energiantuotannon yhteyksiä. Siinä on myös luotu yhteinen tietopankki ja etsitty trendejä lämpötila-, sadanta- ja virtaamasarjoista. Pohjoismaiden hydrologisista oloista on laadittu skenaariokartat jaksolle 2071–2100. Vuonna 2007 käynnistyi jatkovaihe Climate and Energy Systems, jossa keskitytään ilmastomuutoksen riskeihin, mahdollisuuksiin ja sopeutumiseen.

Vuonna 2008 alkoi laaja kansainvälinen ilmastomuutokseen sopeutumista käsittelevä Clim-ATIC-projekti, jota Suomessa vetää Lapin ympäristökeskus. SYKE:n hydrologian yksikön tehtävänä on arvioida ilmastomuutoksen vaikutuksia lumipeitteeseen, hydrologiaan ja tulviin Kemijoen vesistössä.

Työsarkaa siis riittää. Eipä olisi sata vuotta sitten osattu aavistaa, että ruotsalaisen Svante Arrheniuksen tuolloin tuoreista arveluista kasvaisi hydrologillekin keskeinen tutkimuskohde.

ATE project studies the economic influence of floods and their changes due to climate change. The Finnish Meteorological Institute, SYKE, VATT and VTT are participating in this project.

The ISTO-programme also includes the WaterAdapt-project. The project evaluates the influences of climate change to water resources and hydrology and the possibilities to adapt to these changes for example by changing waterway regulation. One central target area is Lake Pielinen, where the negative effects of climate change can be significantly decreased with a new regulation practice. Also the adaptation to the aggravation of Saimaa's floods in winter and early spring should be considered. On many lakes, such as on Lake Kallavesi, the droughts during late summer could be a great challenge during changing climate, while floods seem to be decreasing.

The Academy of Finland is funding the Future Floods in Finland project (TULeVAT) in 2007–2010. The University of Turku's Department of Geography and SYKE's Hydrological Services Unit and Water Resources Unit are executing this project. The hydrologists are researching changes in different size floods during this century and testing different methods in evaluating climate change effects.

Climate and Energy- project, where the connections between water cycle and water power productions were studied, represent the cooperation of the Nordic countries. A general data bank was also created and trends from temperature, rainfall and discharge series were examined. Scenario maps were prepared from the hydrological variables in the Nordic countries for the period 2071–2100. The continuation stage, Climate and Energy Systems, began in 2007 and concentrates on climate change risks, potentials and adaptation.

In 2008 began the large international Clim-ATIC project, which studies adaptation to climate change and is run in Finland by Lapland Regional Environment Centre. SYKE's Hydrological Services Division's task is to evaluate the influence of climate change on snow cover, hydrology and floods in Kemijoki waterways.

There is plenty of work still to be done. Surely it could not have been imagined one hundred years ago that the then recent evaluations of Swedish Svante Arrhenius's would grow to be a central research theme for hydrology.

Matti Joukola

Lastuna lainehilla *As a flake on the ripples*

”Joki kaartui hiljalleen länteen ohittaen suuren peltoaukean ja joenpenkereellä hieman kallellaan tönöttävän venevajan. Sitten vedet soljuivat uoman päälle kaartuvan vanhan koivun alta takaisin metsikön suojiin. Olin tehnyt matkaa yläjuoksulta jo kolmisen päivää selviten niin koskien piilokivistä kuin järvien salakavalista kari-koista. Useaan kertaan olin jäänyt suunnasta hieman hämmentyneenä pyörimään kosken kuohuihin ja saarten sokkeloihin, mutta aina joku avulias paikkakuntalainen oli tyrkännyt minut oikeaan suuntaan.

Taipaleeni varrella olin nähnyt ja kokenut monenlaista. Olin aloittanut matkantekoni vähäisessä metsäpurossa, joka sivu-uomista voimia keräten oli vähitellen kasvanut läpi kylien ja peltojen kaareilevaksi joeksi. Myöhemmin siitä oli paisunut läpi vesivoimailoiden ja tehdaskaupunkien virtaava vuolas valtaväylä. Nyt olin vihdoinkin saavuttamassa määränpäätäni – meren, jonka äärettömyyteen kohta solahtaisin läpi suuren rannikkokaupungin satama-alueen.”

Uomatietojärjestelmää kehittäessäni olen tehnyt tämän matkan virtuaalisesti moneen kertaan eri vesistöalueilla, tietokoneen näyttöpäätteen edessä istuen. Työ on vaatinut lukuisia uomien mallinnukseen, luokitteluun ja tietosisältöön liittyviä tietokoneajaja, ’makromyllytyksiä’. Lisäksi se on vaatinut runsaasti raakaa digitointityötä: tarkkaa hiirikättä, kärsivällisyyttä ja hydrologista näkemystä sekä paikallistuntemusta, jota työssä mukana olleet alueelliset ympäristökeskukset ovat auliisti tarjonneet.

Jokiin liittyvää tietoa on maassamme kerätty jo vuosisatojen ajan. Hydrografisen toimiston perustaminen vuonna 1908 tehosti tätä työtä, teki siitä aiempaa monipuolisemman sekä yhä useampia

“The river was meandering slowly to the west, passing a large field and a tilting boat shed on the bank, then the water rippled to the channel, whilst the old birch bent over and back to the protection of the woods. I had made the trip downstream already for about three days and survived the current’s hidden stones as well as the lake’s cunning shoals. Many times, I have been disorientated by the rapid’s foams and the maze of islets, but always a local has pointed me in the right direction.

On the journey I have seen and experienced many things. I had started my journey in a small forest stream, which had collected strength from side channels and had slowly grown into a meandering river, winding through villages and fields. Slowly it had swollen, through power stations and factory towns, to a flowing rapid artery. Now I had at last achieved my aim, the sea in which endlessness I would soon slide into through a large seaside town’s harbour area.”

In my development of the river network information system, I have made this trip virtually many times in different river basins, sitting in front of the computer screen. Work has demanded many computer runs in order to model the rivers, classify data and calculate attributes. In addition, it has demanded a great deal of hard digitizing work: a precise mouse hand, patience and a hydrological outlook plus local knowledge, which in the work the regional environment centres have readily offered.

The information connected with the rivers has been collected for centuries. The founding of the Hydrographical Bureau in 1908 made the work more effective, more versatile and it was able to cover more rivers. The combining and analysing and general use of the informa-



jokia kattavan. Jokiin liittyvien tietojen yhdistäminen, analysointi ja yhteiskäyttö on kuitenkin ollut varsin ongelmallista, koska yhteinen nimittäjä – yksittäisen joen tai jokijakson yksilöivä tunnistetieto – on puuttunut. Tarve Suomen jokia kuvaavalle uomatietojärjestelmälle, joka sovelluksineen palvelisi laajasti vesivarojen käyttöä ja hoitoa, vesiensuojelua ja vesientutkimusta sekä kansainvälistä ja kansallista raportointia, onkin ollut ilmeinen.

Uomatietojärjestelmän laatiminen ei olisi ollut mahdollista ilman tarkentuvaa rantaviiva-aineistoa ja kehittyvää paikkatietotekniikkaa. Työ aloitettiin vuonna 2003 esiselvitysten ja perusteellisen pilottivaiheen jälkeen. Suomen ympäristökeskus vastasi järjestelmän sovelluskehityksestä sekä aineistojen tuottamisesta, alueelliset ympäristökeskukset aineistojen tarkistuksista ja laadunvalvonnasta alueillaan.

tion, connected with the rivers, has been quite problematic, because the common denominator – the unique identifier of the river or river segment – has been missing. The need for Finland's rivers to be in the river basin information system, of which the application serves broadly the use and management of water resources, water protection and water research for both national and international reports has also been apparent.

The preparation of the river network information system would not have been possible without accurate spatial data of shorelines and advanced GIS. The work began in 2003 with pre-clarification and foundation, after a pilot stage. Finnish Environment Institute was responsible for the systems application development and the creation of data, while the regional environment centres were responsible for quality supervision and the examination of the materials by region.



Perustaksi valittiin Maanmittauslaitoksen maastotietokannan vektorimuotoinen rantaviiva-aineisto (1:5000–10 000). Sen avulla luotiin SYKEssa uomatietojärjestelmän vaatimukset täyttävä paikkatieto-aineisto. Siihen sisältyy topologisesti eheä sekä virtaussuunnaltaan oikea ja katkeamaton viivamainen uomaverkosto, jossa järvet ylitetään pseudouomilla. Rantaviiva-aineiston ja korkeusmallin avulla määritettiin yli 10 km² valuma-alueen omaavat uomat, joiden fysiografiset ja hierarkkiset perustiedot laskettiin järjestelmän uomatietokantaan.

Uomatietojärjestelmässä ei oteta kantaa siihen, mistä tietyn nimenen joki alkaa ja mihin se päättyy. Tietojärjestelmässä uoma vaihtuu toiseksi aina kun uomat tai joki ja järvi yhtyvät. Kullakin uomalla on yksilöllinen tunnus sekä uomatiedot. Oikeastaan jokia käsitelläänkin uomajaksoina, joista käyttäjä voi karttapalveluun ja ArcGIS-paikkatieto-ohjelmaan laadittujen sovellusten avulla luoda haluamansa uomareitin ja tarkastella ko. reitin uomatietoja.

Uomatietojärjestelmä otettiin ensimmäisten vesistöalueiden osalta käyttöön ympäristöhallinnossa vuoden 2007 lopussa. Se on osa HERTTA -ympäristötietojärjestelmää ja ArcGIS-paikkatietokäyttöliittymää. Vuoden 2008 kuluessa on tarkoitus kattaa loputkin Suomen vesistöalueista. Valmistuessaan järjestelmä tulee sisältämään yli 25 000 jokiuomaa, jotka peräkkäin ketjutettuna yltaisivät runsaat puolitoista kertaa maapallon ympäri. Tältä pohjalta voidaan todeta, että tuhansien järvien Suomi on myös todellinen jokien maa.

Uomatietojärjestelmän ja järvirekisterin rinnalle kehitetään vielä valuma-alueetietojärjestelmä. Näin syntyy integroitu vesistö- ja valuma-alueetietojärjestelmä, joka tulee palvelemaan vesistötutkimusta niin kansallisella kuin kansainväliselläkin tasolla. Monille uusille käyttäjille tarjoutuu tilaisuus määrittää pisan reitti ja tehdä virtuaalinen nojatuolimatka joen alkulähteeltä merelle.



As a base was chosen the National Land Survey of Finland's shoreline of topographic database (vector 1:5000–10 000). This helped in creation of the spatial data in SYKE to fulfil the river network information system's requirements. It included a topologically intact and connective river network with correct flow direction including also "pseudo-rivers" crossing the lakes. With the help of the spatial data of shorelines and digital elevation model the rivers whose upper catchment area was 10 km² or greater, were chosen. Physiographic and hierarchical basic information of the rivers were calculated to the system's river database.

The river network information system does not take note of where a certain river starts and where it ends. In the information system the river splits always when the river or the river and lake are concurrent. Each river segment has an unique river code and river information. In reality, the rivers are also handled as chain of river segments, from which the user can create their desired river route and check the related route's river information by using applications in webmapservice or in ArcGIS.

The river network information system was first taken into use, in the part of river basins, in the environmental administration at the end of 2007. It is part of the HERTTA-environment information system and can also be accessed by using special ArcGIS-extension. In 2008, the purpose is to cover the remainder of Finland's river basins. The completed system will come to include over 25 000 rivers or river segments, which if laid one by one in a chain, would stretch a fair one and a half times around the world. From this base, it can be stated that the land of a thousand lakes is also a land of rivers.

Alongside the river network information system and lake database, a river basin information system will also be developed. Thus an integrated surface waters and river basin information system will begin, which will come to serve research at both a national and international level. Many new users will be offered the chance to determine a droplets route and make a virtual arm chair trip from a rivers source to the sea.

Veli Hyvärinen

Hydrologiset vuosikirjat *Hydrological yearbooks*

Tummanvihreät kannet, koko 372x275 mm, painettu Keisarikunnan Kirjapainossa. Taulukkosivuja 115, lopussa 21 kuvataulua, joista suurin 615x435 mm. Ensimmäinen hydrologinen vuosikirja 1910–1911 on näyttävä teos.

Hydrologisten vuosikirjojen tarkoitus on tallentaa jalostettua tietoa valtakunnan vesioloista laajaan käyttöön. Vuosikirjat olivat pitkään Hydrografisen toimiston ja sen seuraajien keskeisin tuote, jonka toimittamisesta vastasivat aina vuoteen 1971 saakka johtohenkilöt. Tuon jälkeen kirjoille nimettiin toimittaja; tätä tehtävää ovat hoitaneet Veli Hyvärinen, Raija Leppäjärvi ja Johanna Korhonen.

Keisarin ajan Suomessa vuosikirjat laadittiin kunniahimoisesti – kirjoissa oli jopa nahkaselät. Niissä julkaistiin mitattujen ja laskettujen hydrologisten muuttujien vuorokausiarvoja taulukoina, aikakäyrinä ja karttoina. Mukana oli myös meteorologisia havainnotia kuten halla- ja jääpäivien lukumääriä, samoin uitto- ja sisävesiliikennetilastoja. Toisaalta havainnointit kattoivat Suomen aluksi hajanaisesti, painopiste oli Kymijoen vesistössä. Pysyviä osia vuosikirjoissa ovat olleet hydrologiset yleiskatsaukset ja vesiaseteloluettelo.

Aluksi vuosikirja käsitti hydrologiset vuodet marraskuusta seuraavan vuoden lokakuuhun. Se sopi hyvin silloisiin vesioloihin, joissa vuodenajat olivat selvät. Vuonna 1936 siirryttiin käyttämään kalenterivuotia; ei tosin siitä syystä, että olisi jo aavisteltu talvien muuttuvan epävarmoiksi. Ilmaston muuttuminen alkoi hahmottua hydrologeille havainnoista vasta 1970-luvulla.

Kirjoista tuli ulkoasultaan vaatimattomia 1920-luvulla, muun muassa värit jäivät pois. Koko puolittui vuonna 1936. Aineistoja tiivistettiin, kun havaintoverkot laajenivat. Kirjoja on julkaistu

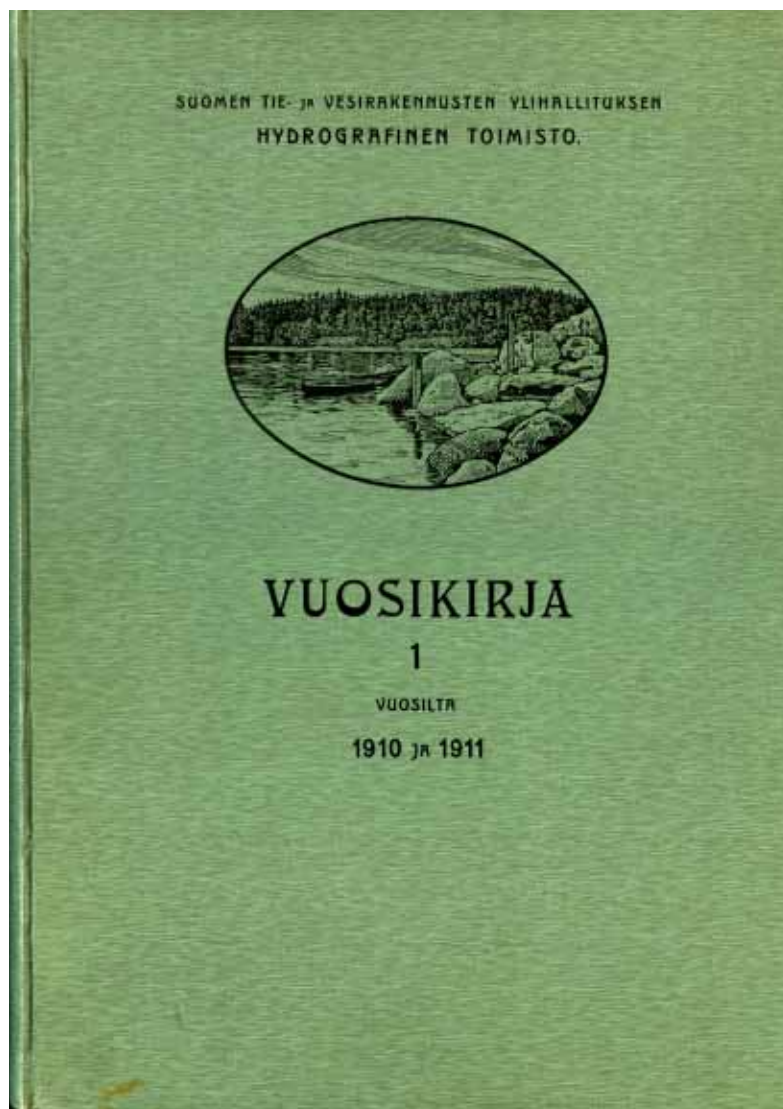
Dark green covers, size 372x275 mm, printed at the Imperial Senate's Printing House. 115 pages of tables, 21 pictures at the end, the largest one 615x435 mm. The first hydrological yearbook in 1910–1911 is an impressive book.

The purpose of the hydrological yearbook is to save the processed information on the country's water conditions for a broader use. The yearbooks have long been one of the main products of the Hydrographical Bureau and its successors. The editor was until 1971 the head of the bureau and later another staff member – first Veli Hyvärinen, then Raija Leppäjärvi, and recently Johanna Korhonen.

During the Russian rule time in Finland, the yearbooks were ambitiously made. The daily values of measured and calculated hydrological variables were published as tables, graphs and maps. Also included were meteorological observations such as the depth of ground frost and ice cover days, as well as log floating and inland water traffic statistics. On the other hand, the early observations didn't cover the territory of Finland uniformly. The first yearbooks focused on the waterways of the Kymijoki water system. Integral parts of the yearbook have always been the hydrological review overviews and the catalogue of water level stations.

At the beginning, the hydrological years presented in the yearbook, started in November and ended in October. It was highly suitable for the water conditions of those days in which the seasons were distinct. Calendar years have been used since 1936; however, the reason was not any observed or anticipated change in winter conditions. Climate change only began to take shape in the hydrological observations in the 1970s.

The outward aspect of the yearbooks was quite modest in the 1920s; among other things, colours were no longer used. Even the format was halved in 1936. The materials had to be condensed when the observa-



tion networks expanded. The books were not always published annually. The period presented in the book could thus be 1, 2, 3 or 5 years. The year book for the wartime, 1941–1945, was printed as late as in 1948.

The main focus of the contents has been monthly and annual means plus extreme values. When the time series grew longer, it was also able to publish the mean and extreme values of different periods. This suited well the yearbook's essential nature appearance and international practice.

Coverage improved, information technology developed

In the 1960s it became possible to increase the number of observation sites and start the monitoring of new variables. Old ideals were, however, preserved: nature should be observed as accurately and as systematically as possible, the results should be systematically published so that both practical and scientific needs are satisfied. Moreover, all needs are not known beforehand. In the 1980s, the whole hydrological cycle began to be included in the observation scheme, and the whole country was more and more covered by the networks. The observations of small research basins were previously published separately but since 1969 they have been included in the yearbooks. The data on water quality for river observation sites were included in the yearbooks 1989–1995.

The hydrological observation data began to be transferred to computers in the 1960s. The compilation of various summaries became easier. However, computers were not yet used in layout. Electric typewriter replaced in the 1970s the previously used typographic methods. Computers have been used even for this purpose since the late 1980s.

Beginning with the yearbook, 1996–2000, the tables, graphs and maps of the yearbooks have been prepared using the present computer programmes made by Kimmo Tuukkanen and others at SYKE. The tables are presented in the same form as those by typewriter in 1971; this makes it easier to compare data from different periods. Photographs have been added to the book since 1989 when the present A4 size also came into use.

1-, 2-, 3- ja 5-vuosittain, resurssien mukaan. Sota-ajan 1941–1945 vuosikirja saatiin painettua vuonna 1948.

Sisällön pääpaino on ollut kuukausi- ja vuosikeskiarvoissa sekä ääriarvoissa. Tilastojen karttuessa voitiin julkaista myös eri vuosijaksojen keski- ja ääriarvoja. Tämä sopii hyvin vuosikirjojen olemukseen ja kansainväliseen käytäntöön.

Kattavuus paranee, tietotekniikka kehittyy

Erityisesti 1960-luvulla voitiin tihentää asemaverkkoja ja käynnistää uusien muuttujien seuranta. Vanhat ihanteet kuitenkin säilyivät: luontoa on havainnoitava tarkasti ja mahdollisimman kattavasti, tuloksia on julkaistava systemaattisesti sekä käytännön että tieteen tarpeisiin – kaikkia tarpeita ennalta edes tietämättä. 1980-luvulla koko hydrologinen kierto alkoi olla havainnoinnin piirissä, myös maantieteellinen kattavuus parani. Aiemmin erillään julkaisut pienten purovesistöjen havainnot lisättiin vuosikirjoihin 1969. Vedenlaatuhavaintoja virtavesistä oli vuosikirjoissa lyhyen aikaa, 1989–1995.

Hydrologisia havaintotietoja alettiin siirtää atk-rekistereihin 1960-luvulla. Erilaisten yhteenvetojen teko helpottui. Vuosikirjan tekstisivut ja taulukot koottiin kuitenkin vielä 1970-luvulla julkaisukuntoon sähkökirjoituskoneella, mikä oli toki helpotus verrattuna aiempaan ladonnan käyttöön. Seuraavalla vuosikymmenellä tietokone sitten jo valmisti huomattavan osan aineistosta.

Vuosikirjasta 1996–2000 lähtien vuosikirjojen taulukot, käyrästöt ja kartat on laadittu nykyisillä atk-ohjelmilla, joita Kimmo Tuukkanen laati SYKE:n muun väen tuella. Taulukot säilyivät samanmuotoisina kuin kirjoituskoneelle 1971 ohjelmoidut; tämä helpottaa eri aikakausien tietojen vertailua. Valokuvia on lisätty kirjaan vuodesta 1989 lähtien, jolloin myös A4-koko tuli käyttöön.

Vesitilanne tutuksi

Hydrologisia kuukausitiedotteita alettiin julkaista vuonna 1958. Ensin niitä toimitti Allan Sirén, sitten Veli Hyvärinen ja Johanna



Korhonen. Kuukausitiedote on kuitenkin hidas väline, kun pitää kertoa vesiolojen äkillisistä muutoksista. Vuoden 1974 tulvat saivat aikaan sen, että alettiin laatia vesitilannekatsauksia erityisesti tiedotusvälineitä varten. Nykyään näitä katsauksia tehdään vuosittain jopa useita kymmeniä; niissä kerrotaan muun muassa vedenkorkeuksista, virtaamista, veden lämpötilasta, pohjavedestä, jääpeitteestä, lumikuormista ja roudasta. Tiedotteisiin sisältyy myös varoituksia.

Vesitilannetietoja esitetään myös television sääennusteiden yhteydessä ja kuukausittain teksti-tv:ssä. Tehokas tiedottamiskanava, internet, tuli hydrologiassa käyttöön 1990-luvulla. Verkkosivujen muodon ja tekniikan rakensi aluksi Seppo Aitamurto, sisällön hydrologit. Hydrologisista ennusteista ja mallilaskelmien tuloksista on samoin laajat sivustot internetissä; näiden kokoamisessa on kunnostautunut muun muassa Markus Huttunen.

Tekniikan kehittyminen on antanut aihetta miettiä painettujen hydrologisten vuosikirjojen ja kuukausitiedotteiden sisältöä, muotoa – jopa tarpeellisuutta. Joissakin maissa vuosikirjojen julkaisemisesta on luovuttu. WMO kuitenkin suosittaa niiden julkaisemista, eikä liene huono asia, että hydrologista tilannetta voi seurata tekniikasta riippumattomista lähteistä pitkiltä ajanjaksoilta, Suomessa nyt siis pian vuosisadan ajalta.

Käyttäjien rakkaudesta painettuun sanaan sain havainnollisen esimerkin, kun joskus 1990-luvulla supistin kuukausitiedotteen jakelun viidesosaan entisestä. Pian alkoi tulla pyyntöjä: ”Jospa kuitenkin saisimme sen paperilla...” Ja talvella 2003 italialainen hydrologian laitos pyysi mallikseen Suomesta hydrologista vuosikirjaa.

Koska vesitieto välittyy nykyään monia kanavia pitkin, uusimmat vuosikirjat on julkaistu viiden vuoden välein. Ne on siirretty myös internetiin, samoin kuukausitiedotteet ja vesitilannekatsaukset. Kaikki hydrologiset yleiskatsaukset vuodesta 1910 lähtien ovat niin ikään saatavilla Suomen ympäristökeskuksen verkkosivuilta.

Water situation reports

Monthly Hydrological Reports have been published since 1958. They were first edited by Allan Sirén, later by Veli Hyvärinen and Johanna Korhonen. However, monthly reports are a slow tool if the need is to tell of rapid changes in hydrological conditions. During the floods in 1974, water situation reports particularly made for media were introduced. Nowadays the number of such releases may amount to two dozens annually. They give information on such variables as water level, flow, water temperature, ground water level, ice thickness, snow water equivalent and ground frost depth. The releases may also contain warnings and forecasts.

The water situation information is also presented during TV weather forecasts. A new efficient communication channel, the Internet, came into hydrological use in the 1990s. The format of the web pages and the techniques were first developed by Seppo Aitamurto, the contents by the hydrologists. The hydrological forecasts and the results of model calculations are today widely presented on the Internet, due to the efforts of Markus Huttunen and others.

The development in technology has given reason to consider the content, the form and even the necessity of the printed hydrological yearbooks as well as the printed monthly reports. Some countries have given up publishing yearbooks. Perhaps it's not a bad idea that hydrological situations can be followed from sources of long periods, soon one hundred years in Finland, regardless of technology.

I got a practical example of the love of users for the printed word, when sometime in the 1990s I considerably decreased the distribution of the monthly report. Requests for the material on paper soon began to arrive. In 2003, Italian hydrologists asked for a copy of our hydrological yearbook, to be used as a model.

As water information is nowadays accessible through databases, the most recent yearbooks have been published every five years. They are also available on the Internet, in the same way as the monthly reports and press releases. All the annual hydrological reviews since 1910 are also available at the website of SYKE.

Poimintoja hydrologisista yleiskatsauksista vuosien varrelta

Extracts from hydrological reviews through the years

1910

Hydrologisena vuonna 1.11.1909–31.10.1910 oli keskivesimäärä Jyrängössä* 220 m³/s tai 2 m³/s suurempi kuin keskivesimäärä 30-vuotiskautena 1.11.1879–31.10.1909 ja hydrologisena vuonna 1.11.1910–31.10.1911 oli keskivesimäärä tällä kohtaa 169 m³/s, mikä arvo on 49 m³/s äsken mainitun 30-vuotiskauden normaaliarvoa pienempi. Jyrängönvirran maksimipurkaus oli vuonna 1909–1910 0,01412 m³/s km²:ä eli 0,14 sl ha:a kohti, ja maksimipurkaus vuonna 1910–1911 oli 0,01097 m³/s km²:ä kohti eli 0,11 sl ha:a kohti. Suurin tunnettu purkaus (1898–1899) on 0,02442 m³/s km²:ä eli 0,24 sl ha:a kohti.

*Tarkoittaa Kymijoen Jyrängönvirtaa Heinolassa. Vuosien 1910–1924 vuosikirjoissa oli tietoja yksinomaan Kymijoen vesistöstä.

In the hydrological year 1.11.1909–31.10.1910 the mean amount of water in Jyrängö was 220 m³/s or 2 m³/s more than the mean amount of water in the 30 years period 1.11.1879–31.10.1909, and during the hydrological year 1.11.1910–31.10.1911 the mean amount of water at this point was 169 m³/s, which value is 49 m³/s lower than the just mentioned 30-year mean value. Jyrängönvirta's maximum discharge in the year 1909–1910 was 0.01412 m³/s per km² or 0.14 sl per ha, and the maximum discharge in the year 1910–1911 was 0.01097 m³/s km² or 0.11 sl per ha. The greatest known discharge (1898–1899) is 0.02442 m³/s km² or 0.24 sl.*

**Jyrängönvirta in the river Kymijoki at Heinola. The years 1910–1924 in the year books had only information on the Kymijoki river system.*

1916

Vedenkulun valaisemiseksi Kymijoessa on aikaisemmissa vuosikirjoissa annettu tietoja Jyrängön virrasta, Mankalan koskista ja Piirteenvirrasta, kun taas tämä vuosikirja sisältää tietoja Koskenniskasta, missä Kymijoki lähtee Konnivedestä. Tämä muutos on tehty sen takia, että vedenkorkeudet aikaisemmin tähän tarkoitukseen käytetyillä asteikoilla suuremmassa tai pienemmässä määrässä ovat jääsuhteitten ja tukinuiton, osaksi myös joen varrella sijaitsevien tehdaslaitosten vedenkäytön vaikutuksen alaisia.

To describe the water flow in Kymijoki, the earlier year books had given information from the Jyrängö stream, the Mankala rapids, and Piirteenvirta, whereas this year book includes information from Koskenniska, the place where Kymijoki flows out of Konnivesi. This change was made because the gauges previously used for this purpose are more or less affected by ice conditions and log floating as well as the use of water by industrial plants along the river.

1924

Jos vertaa vedenkorkeussuhteita Suomessa vuosina 1924–1925 12-vuotiskauden 1912–23 keskiarvoihin, huomaa, että vedenkorkeus vuoden 1924 alussa oli erikoisen suuri. Järvirikkaissa vesistöissä nousee vedenkorkeus tammikuussa arvoihin, joita ei edes lähimainkaan ole saavutettu edellisinä 15 vuotena. Meidän joissamme talvisaikana melkeinpä joka vuosi esiintyvä ”suppuaminen” vaikutti puheenaolevana vuonna, veden jo itsestään korkealla ollessa, yhä vieläkin sen kohoamisen, mistä paikoin johtui huomattaviakin vahinkoja, muun muassa Kymijoella, missä laajoja viljelysalueita joutui veden alle ja jään peittoon.

Kun järvaltaat vuoden alussa olivat tavallista enemmän täysiä ja niihin leudon talven aikana vesi yhä lisäytyi ja kun lumenä varastoutunut vesimäärä ennen kevätsulamisen alkua oli normalia suurempi, oli edellytyksiä suurille kevättulville. Sellainen seurasikin melkeinpä kaikkialla maassa, vieläpä poikkeuksellisen suuria arvoja esiintyi, niin merkittiin Laatokassa huippuarvo, joka 164 sm:llä ylitti keskivedenkorkeuden ja joka on korkein, mikä on koskaan esiintynyt sitten v. 1885, jolloin havainnot siellä alettiin. Saimaa ei saavuttanut täydelleen vuoden 1899 poikkeuksellista arvoa, vielä vähemmin Päijänne, joka pysähtyi 76 sm sitä alemmaksi.

When the water level conditions in Finland for the year 1924–1925 are compared to the means of the twelve-year period 1912–23, it is observed that the water level at the beginning of year 1924, was particularly high. In the lake-rich river systems, the water level rose in January to values far beyond those observed in the previous 15 years. In our rivers in wintertime, frazil ice occurs nearly each year, and in this particular year, when the water was already high, it rose even higher, and considerable damages were caused in some places. E.g. along Kymijoki, large cultivated areas were covered by water and by ice.

The lakes in the beginning of the year were more filled than usually, and during the mild winter the waters rose even more, and when the amount of the water stored in the snow before the start of the spring melting, was higher than normal, there were preconditions for large spring floods. That was the case almost everywhere the country, and even extremely high values appeared. A top value was recorded in Ladoga, where the mean water level was exceeded by 164 cm. It was the highest value ever observed since 1885 when the observations were started there. Saimaa did not rise to its exceptionally high level of 1899, and Päijänne stopped 76 cm below the extreme of that year.

1929

Vuoden 1929 harvinaisen lämmintä ja runsassateista, syksyä seurasi hyvin lämmin talvi. Lämpimin, normaalitilaan verrattuna, oli tammikuu, 6–7 astetta tavallista lämpimämpi. Lumentulo oli al-

kutalvella huono. Joulukuun saakka satoi yleensä vettä ja vesisateet olivat vielä tammikuullakin tavallisia maan keski- ja eteläosissa. Maa oli Pohjois-Suomea lukuun ottamatta paljaana aina helmikuun alkupäiviin saakka. Vesistöt jäättyivät monin paikoin vasta helmikuun alussa. Lumipeite jäi koko talveksi hyvin ohueksi, eikä sen sulaminen, joka Etelä-Suomessa tapahtui jo maaliskuun alkupuoliskolla, aiheuttanut suurimmissa vesistöissämme mainittavaa vedennousua keväällä, riippuen tämä myöskin osaksi huhtikuun kuivuudesta. Jäänlähtö tapahtui aikaisin, joten järvet ja joet ennätyksellisen lyhyen ajan olivat jään peittäminä.

A very warm winter followed the unusually warm and rainy autumn 1929. The warmest month compared to the normal was January which was 6–7 degrees warmer than the mean. The accumulation of snow at the beginning of winter was poor. It rained until Christmas,



Suppoa Kymijoen alaosalla Pernoonkosken Torminvirrassa maaliskuussa 1931.
Frazil ice at Kymijoki's lower part at Pernoonkoski's Torminvirta in March 1931.

and rains were still common in January in the central and southern parts of the country. The country was, except in Northern Finland, bare until the first days of February. Many water bodies froze up as late as at the beginning of February. The snow cover remained very thin throughout the winter, and its melting, which in South Finland took place already in the first half of March, did not cause mentionable increase in the spring water levels of our water bodies. This was partly due to the dry April. The melting of the ice occurred early, and the time when lakes and rivers were covered by ice was therefore short.

1941

Vuosi 1941 alkoi hyvin kylmänä ja vähäsateisena. Lumipeite oli ohut koko maassa ja kun sen lisäksi edellinen syksy oli ollut hyvin kuiva, jäi keväinen vedennousu vesistöissä mitättömäksi. Kevään ja alkukesän kuivuus (huhti–kesäkuun aikana satoi vain 40 % normaalimäärästä) pienensi kevään yliveden odotettuaakin pienemmäksi. Myöskin heinäkuu oli vähäsateinen ja hyvin helteinen ja vedenpuute oli loppu kesällä yleinen vaikkakin elokuussa satoi kohtalaisesti. Vuoksen vesimäärä aleni 50 %:iin normaaliarvosta. Muissa vesistöissä pienenivät vesimäärät vielä enemmänkin, esimerkiksi Kymijoen 30 %:iin. Talvi alkoi jo lokakuussa ja oli hyvin ankara.

The beginning of the year 1941 was very cold and the precipitation was scarce. The snow cover was thin all over the country and in addition to that, the former autumn had been very dry. Thus the rise of the water in the water bodies in the spring was negligible. Because of the dryness of the spring and the early summer (during April–June, the precipitation was only 40% of the normal amount), the spring flood was even lower than expected. July was hot and it didn't rain much. Thus there was an overall shortage of water towards the end of the summer, even if the precipitation was rather normal in August. The amount of water in Vuoksi decreased to 50% of its normal value. In other watercourses, the amount of water decreased even more, for example to 30% in Kymijoki. Winter began already in October and was very severe.

1961

Kesä–elokuu kauden sademäärä oli koko maassa poikkeuksellisen suuri. Runsassateisia olivat kesäkuu ja elokuu. Viimemainittujen kuukausien aikana saatiin muun muassa Kokemäenjoen vesistöalueella kaksinkertaiset sademäärät normaaliarvoihin verrattuina. Edellä mainittujen sateiden vaikutuksesta hävisi vajuus kaikista vesistöistä ja syyskuun alussa oli vedenpinta kaikissa vesistöissä normaalia korkeammalla.

The amount of rain for the period June–August was exceptionally large throughout the whole country. June and August had a great deal of rain. During the last mentioned months, amongst others the Kokemäenjoki river system received the double amount of rain compared to the average. The influence of the aforementioned rains wiped out the deficit in all river systems and at the start of September the water level in all water bodies was higher than normal.

1966

Vuoden 1966 alkaessa oli koko maassa muodostunut tavallista paksumpi lumipeite. Etenkin Etelä-Suomen rannikkoalueilla oli lunta ennätysmäärä. Kun talvi kauttaaltaan oli runsasluminen, voitiin varsinkin Etelä-Suomessa jokien kohdalta ennustaa varsin korkeita ylivesiä. Kun kevään tulo sen lisäksi myöhästyi ja lumen sulaminen sitten tapahtui nopeasti, saatiinkin esimerkiksi Vantaanjoessa ennen näkemättömiä tulvia. Järvissä olivat vedenkorkeudet pitkän talven aikana laskeneet normaalia alhaisemmiksi, mutta lumen sulamisen jälkeen saavutettiin pian jälleen normaaliarvoja ja kesällä oli vettä kaikissa järvissä tavallista enemmän. Saimaassakin vedenkorkeus arvot nousivat nyt normaaliarvoihin saakka oltuaan kolme vuotta jatkuvasti sen alapuolella.

In the beginning of 1966, a snow cover thicker than usual had formed all over the country. The coastal areas of the South of Finland especially had a record amount of snow. The whole winter was snowy, it could be expected that rather high values of flood water levels would be seen especially in South Finland. Moreover, the spring arrived late and the melting of the snow occurred quickly, and for example the



Haihduntalautta Tuusulanjärvellä 1970-luvulla.

An evaporation raft on Tuusulanjärvi in the 1970s.

floods in Vantaanjoki were higher than ever. The water level of lakes had during the long winter sunk lower than normal, but after the melting of the snow, normal values were soon achieved, and all the lakes had more water than usual in the summer. Also in Saimaa, the water level rose to normal values, after being continually below it in three years.

1972

Venäjäällä kesä-elokuussa vallinnut pysyvä korkeapaine piti Suomessa yllä kuivia ja lämpimiä säitä koko kesän maan lounaisosia lukuun ottamatta. Vedet lämpenevät 2–3°C normaalia lämpimämmiksi, ja haihdunta oli normaalia suurempi etenkin Pohjois-Suomessa ja Lapissa. Kun kesä- ja heinäkuussa satoi lisäksi ajankohdan keskimääräistä vähemmän, pienenevät vesivarat hyvin nopeasti kesän aikana. Myös elokuussa satoi tavallista vähemmän, paitsi Lapissa. Syyskuu ja lokakuu olivat etelässä edelleen niukkasateisia, Lapissa taas runsasateisia.

The dominant high pressure in Russia in June–August kept the weather in Finland dry and warm for the whole summer, without counting the country's south-western parts. The waters were 2 to 3 °C warmer than usual and the evaporation was higher than normal, especially in Northern Finland and Lapland. When it also rained less than normal in June and July, the water resources decreased quickly during the summer. It also rained less than normal in August, except in Lapland. The rain was still scanty in the south in September and October, whereas it rained a lot in Lapland.

1974

Heinäkuussa alkoi Suomen oloissa harvinaisen runsasateinen kausi, jota jatkui v. 1975 tammikuulle asti. Heinä-elokuussa satoi maan keski-, itä- ja pohjoisosissa monin paikoin enemmän kuin koskaan aikaisemmin vuodesta 1911 alkaen tehtyjen sadetilastojen aikana. Sade jatkui maan etelä- ja keskiosissa hyvin runsaana koko syksyn ajan. Ennätyksellisen paljon satoi lokakuussa Suomenlahden rannikolla ja joulukuussa Kokemäenjoen alueella. Heinä-joulukuun sadantasmuutos oli maan etelä- ja keskiosissa yli 1,5-kertainen vastaavan

ajan keskimääräiseen verrattuna. Tällaisen sateisuuden on arvioitu toistuvan näillä alueilla harvemmin kuin kerran 100 vuodessa.

An unusually rainy period began in Finland in July, and it continued until January 1975. In July-August, it rained in the country's central-, eastern-, and northern parts, in many places, more than ever before since the areal precipitation statistics began in 1911. The rain continued heavily in the country's southern and central parts throughout the autumn. A record amount of rain fell in October along the coast of the Gulf of Finland and in December in the Kokemäenjoki river basin. The precipitation for July-December was over 1.5 times the average, in the country's southern and central parts. Such an amount of rainfall would statistically fall less than once a century.

1981

Lunta oli jo vuoden alkaessa poikkeuksellisen paljon lähes koko maassa ja ennätysellisesti Vuoksen alueen pohjoisosissa sekä Oulujoen-Iijoen-Simojoen alueilla. Talven kuluessa lumipeite kasvoi näillä alueilla vesi-arvoltaan noin 250 mm:iin, Oulujärven pohjoispuolella paikoin yli 300 mm:iin. Talven lopulla lunta oli 150–200 % ajankohdan keskimääräisestä, suhteellisesti eniten maan keskiosissa. Karvianjoella lunta oli peräti 220 % normaalista.

Vielä toukokuun alkaessa peitti poikkeuksellisen vahva lumi suurimman osan maata. Sää lämpeni äkillisesti kuukauden 10. päivän tienoilla ja lumi sulii lyhyen ajan kuluessa. Vesi nousi järviolueen latvaosilla, Pohjanmaalla ja Pohjois-Suomessa kaikkialla huomattavasti tavanomaista ylemmäksi. Lukuisissa vesistöissä saavutettiin havaintokauden korkeimpia arvoja. Erityisen korkeita vedenkorkeus- ja virtaamahuippuja esiintyi Pohjois-Savossa, Pohjois-Karjalassa, Pohjois-Suomessa ja Lapissa. Asutusta haittaavia tulvia sattui muun muassa Kainuussa, Iijokivarressa, Kemijoella ja Ivalojoella.

There was an exceptional amount of snow at the start of the year almost everywhere in the country, and a record amount in the northern part of the Vuoksi drainage basin and the drainage basins of Oulujoki-Iijoki-Simojoki. The water equivalent of the snow cover during the winter increased in these areas to about 250 mm, and to more than 300 mm north of Oulujärvi. At the end of winter, the amount of snow

was 150–200 % of the average of the season. The amounts of snow were especially high in the central parts of the country. An extreme value was reached in the Karvianjoki river system, 220% of the average. An extremely strong snow cover was still present in most parts of the country in the beginning of May. The weather warmed up rapidly around the tenth day of the month and the snow melted very quickly. The water rose unusually high everywhere in the lake region of central Finland, in Ostrobothnia, and in Northern Finland. In many water bodies the water levels were the highest ever observed. Particularly high water levels and discharge peaks appeared in Northern Savonia, Northern Karelia, Northern Finland and Lapland. Floods threatened many houses in several parts of the country, e.g. in Kainuu and along the rivers Iijoki, Kemijoki and Ivalojoeki.

1987

Useiden muiden 1980-luvun vuosien tapaan vuosi 1987 oli hydrologisilta oloiltaan monissa suhteissa harvinainen. Talvella oli vähän lunta Pohjois-Suomessa. Tammikuussa vallitsi ankara pakkanen, eteläisessä Suomessa vuosisadan ankarin. Jäät kasvoivat paksuiksi ja routa ulottui maaperään ennätysellisen syvälle; routaa oli sulamatta Lapissa paikoin vielä syksylläkin. Kevätylivedet olivat tavallista alempia maan etelä- ja keskiosissa. Pohjoisessa jäiden paha ruuhkautuminen jäänlähdon aikaan nosti vettä epätavallisen korkealle useissa paikoissa. Kesä oli kokonaisuutena vuosisadan kylmimpiä ja märimpiä: satoi paljon, haihdunta oli vähäinen ja vedet pysyivät hyvin kylminä. Elokuun alussa satoi ja valui vesistöihin ennätysellisen paljon vettä noin 100 km leveällä vyöhykkeellä Joensuusta Kokkolaan ulottuvalla alueella. Keski-Pohjanmaalla sattuivat elokuun 7. päivän tienoilla vuosisadan suurimmat kesätulvat.

Like several other years in the 1980s, 1987 was, in regard to hydrological conditions, in many ways unusual. In Northern Finland the snow cover was thin. In January, a severe cold prevailed; Southern Finland experienced the most severe cold of the century. The ice cover grew thick and the frost went exceptionally deep into the ground; in some places in Lapland there was still ground frost left in the autumn. Spring high waters were lower than usual in the southern and

central parts of the country. In the north, ice jams during the melting raised the waters unusually high in several places. The summer was, as a whole, one of the coldest and wettest in the century: it rained a lot, evaporation was low and the waters remained very cold. At the beginning of August, it rained quite a lot and record discharges were reached in a 100 km wide zone from Joensuu to Kokkola. In Central Ostrobothnia, the century's largest summer floods occurred around the 7th August.

1990

Maaliskuu oli vuosisadan lämpimin monin paikoin Suomea ja myös runsassateinen maan etelä- ja keskiosissa. Järvet saavuttivat keväthuippunsa pari kuukautta tavanomaista aikaisemmin. Muun muassa Kokemäenjoen alueella järvet olivat ennätyksellisen ylhäällä vuodenaikaan nähden, 50 jopa 150 cm ajankohdan keskiarvon



Vedenkorkeusasteikon lukeminen ei lumisena talvena ole aina helppoa. Tehtävää suorittamassa Mauno Ylimäki.

Reading the water level gauge in winter is not always easy. Mauno Ylimäki is performing the task.

yläpuolella. Pienten ja keski suurten jokien virtaamat olivat samaten moninkertaiset ajankohdan keskiarvoihin verrattuina. Etelä-Suomen järvien jäät alkoivat lähteä kolme-neljä viikkoa keskimääräistä aikaisemmin, paljon aikaisemmin kuin mistä on aiempia havaintoja.

March was warmest in the century in many places in Finland and rather rainy in the southern and central parts of the country. The lakes reached their spring peaks two months earlier than normal. Amongst others, the lakes of the Kokemäenjoki area reached seasonal water level records, 50 to 150 cm above the average. In small and middle-sized rivers the discharges were several times higher than the seasonal averages. The ice on the lakes of Southern Finland began to break up three to four weeks earlier than normal, much earlier than had previously been observed.

2000

Vuosi 2000 oli huomattavasti tavallista lämpimämpi. Kevättalvella Lappiin kertyi usean edellisvuoden tavoin erittäin paljon lunta, paikoin myös etelämmäksi. Pohjanmaalla sattui huhtikuussa ja Lapin pohjoisosissa toukokuussa varsin suuria tulvia, osin jääpatojen kärjistämiä; tulvista koitui noin 10 Mmk:n vahingot.

Julkaistavia tietoja on useista muuttujista aiempaa vähemmiltä asemilta, sillä havaintopaikkoja vähennettiin melkoisesti 1990-luvun puolivälissä. Aluesadantatiedot perustuvat lähes kokonaan Ilmatieteen laitoksen mittarihavaintoihin, joista alueelliset tiedot on laskettu Suomen ympäristökeskuksessa laadituilla algoritmeilla.

Aikaisemmista vuosikirjoista poiketen vuosikirja sisältää liitteenomaisen artikkelin ”Havaittuja hydrologisten muuttujien trendejä ja vaihteluita Suomessa”.

2000 was considerably warmer than usual. In late winter and early spring, a great deal of snow was accumulated in Lapland, just as in the previous year. In places there was a lot of snow in the south too. Rather large floods occurred in Ostrobothnia in April and in the northern parts of Lapland in May, partly aggravated by ice jams. Damages caused by the floods amounted to about 10 million marks.

Veli Hyvärinen

Arkistojen aarteita *Treasures of the archives*

Kansallisarkiston toiveiden mukaisesti sain vuonna 2004 luokiteltavakseni SYKEssä olevaa hydrologista arkistomateriaalia 1800-luvun puolivälistä nykypäiviin. Kansallisarkistoon oli jo vuonna 1995 koottu Hydrografisen toimiston arkisto, jossa on valtaosa Suomen hydrologisista alkuperäishavainnoista, vesistöjen pitkitäisleikkauksista, lausunnoista, kirjeenvaihdosta yms. vuoteen 1970 asti. Siirtotehtävän hoiti tuolloin Juha Kajander. Hydrologinen havaintoaineisto on luonnollisesti myös SYKEN tietokannoissa.

Hydrologinen havainnointi oli alkanut 1800-luvulla Keisarlisen tie- ja vesirakennusten ylläpidon sisällä, ensin sisävesiliikenteen tarpeisiin 1850-luvun puolivälissä, sittemmin muun muassa vesivoiman rakentamista varten. Voimassa olevan arkistolain mukaan kaikki ennen vuotta 1920 syntynyt asiakirja-aineisto on säilytettävä. Paljon tilaa vievän hydrologisen aineiston osittaiseen hävittämiseen Kansallisarkisto kuitenkin antoi luvan. Lähinnä tämä koskee vedenkorkeuspiirtureiden papereita, joiden sisältämä tieto on tallella numeerisessa muodossa. Papereita olisi ollut kymmeniä hyllymetrejä.

Kun Hydrografinen toimisto perustettiin vuonna 1908, Suomessa ei vielä ollut geofysiikan alalla juuri muita toimijoita kuin Ilmatieteellinen keskuslaitos. Niinpä toimistolle tuli myös hydrologian ulkopuolisia tehtäviä. Näistä tärkein ja työläin oli Suomen ensimmäinen tarkkavaaitus, jota koskevat asiakirjat luovutettiin 1970-luvulla Geodeettiseen laitokseen. SYKEN arkistosta löytyi silti vielä vuonna 2004 runsaasti geodeettista aineistoa, jopa salaiseksi luokiteltua toisen maailmansodan ajalta. Sekin on nyt Geodeettisessa laitoksessa.

Hydrografinen toimisto hoiti aluksi myös merenpinnan havain-

According to the wishes of the National Archives of Finland, I undertook in 2004 to classify hydrological material at SYKE from the mid-1800s to the present. The major part of the archives of the Hydrographical Bureau had already in 1995 been transferred to the National Archives. That unit of the archives contains the large part of the original hydrological records from Finland, longitudinal sections of watercourses, statements, correspondence etc, until the 1970s. Juha Kajander undertook that task. The observational data are of course stored in SYKE's database too.

The hydrological observations had started in the 1800s by roads and waterways administration. Observations were made for the needs of inland water traffic since the mid-1850s, and later for several other purposes, among others for the needs of hydropower construction. The Archives Act in Finland requires that all archives material formed before 1920 must be saved. The National Archives gave permission to destroy some more recent material due to the large space it took up – mostly limnograph papers, as the essential information is saved in numerical form. These papers occupied dozens of shelf metres.

When the Hydrographical Bureau was founded in 1908, Finland did not yet have any geophysical operator other than the Finnish Meteorological Institute. This was why the Hydrographical Bureau was given some tasks beyond the present field of hydrology. Of these tasks, the most arduous one was the first precision levelling of Finland. The major part of the precision levelling material was already in the 1970s transferred to the Finnish Geodetic Institute, but a lot of material was still found in SYKE's archives in 2004, even wartime material classified as secret. This material, too, is now stored at the Geodetic Institute.

noimisen Suomen rannikoilla, koska tämä seuranta oli kuulunut Tie- ja vesirakennusten ylihallituksen tehtäviin. Merentutkimuslaitoksen perustaminen vuonna 1918 siirsi tehtävän Hydrografisesta toimistosta merentutkimuksen piiriin.

Yllättäviä arkistolöytöjä olivat 1920–1940 -luvuilla tehdyt seismologiset havainnot, joiden takana lieenee ollut Henrik Renqvist. Tämä aineisto toimitettiin Helsingin yliopiston seismologian laitokseen. Metsähallitukseen siirrettiin uittosääntöjä koskeva kortisto, Tielaitokseen hieno piirrosarja 1900-luvun alun siltaprofileista painolaattoineen. Maanmittauslaitokseen päätyi kokoelma Karjalan tiluskarttoja vesistöjen varsilta. Ruotsiin (SMHI) ja Norjaan (NVE) toimitettiin heille kuuluvia tietoja, samaten alueellisille ympäristökeskuksille.

Pentti Kaiteran julkaisemattoman käsikirjoituksen lumesta ta-
pahtuvasta haihdunnasta 1930-luvun lopulta toimitin Teknilliseen korkeakouluun Pertti Vakkilaiselle. Kaitera oli pari talvea kestäneiden havaintojen perusteella päätynyt käsittääkseni varsin oikeaan tulokseen: lumesta haihtuu talven mittaan vain muutamia kymmeniä millimetrejä vesiärvona ilmaistuna.

Vedenlaadun klassikko

Hyllyjen kätköistä löytyi myös Suomen ensimmäisen veden laatua koskeneen julkaisun käsikirjoitus. Tämä Linda Holmbergin mitattava työ käsittelee läntisen Suomen joki- ja järvesien optisia ja kemiallisia ominaisuuksia 1910-luvun alusta 1930-luvun alkuun. Julkaisu ilmestyi saksankielisenä Hydrografisen toimiston tiedonantoja -sarjassa vuonna 1935. Se on alansa klassikko (ks. veden laatua koskeva artikkeli).

Hydrologisessa arkistossa oli myös lumen vesiärvomittauksista lähes 90 vuoden pituisia havaintosarjoja, jotka eivät ole nykyisissä tietokannoissa. Näiden avulla voidaan ehkä tarkentaa kuvaa Suomen talvi-ilmaston vaihteluista 1900-luvun aikana.

Linda Holmbergin ohella arkistossa on monien muiden toimiston henkilöiden jälkeensä jättämiä papereita, joista tieteen historian tutkijat voisivat löytää yhtä ja toista. Näitä ovat Theodor

The Hydrographical Bureau also organized the water level observations along the coast that already had belonged to the tasks of roads and waterways administration. When the Finnish Institute of Marine Research was founded in 1918, it took over the observations along the coast.

Unexpected findings were seismological observations made from 1920s to 1940s, organized by Henrik Renqvist. This material was delivered to the Department of Seismology at the University of Helsinki. The Road Administration received a fine series of sketches of bridge profiles from the early 20th century, together with the original block plates. The National Land Survey of Finland received a collection of detail maps along watercourses in Karelia, some material was sent to the authorities in Sweden (SMHI) and Norway (NVE), etc.

Pentti Kaitera's manuscript on evaporation from snow, from the late 1930s, was delivered to Pertti Vakkilainen at the Helsinki University of Technology. Kaitera had, on the basis of the observations that lasted a couple of winters, come to results that were in my opinion rather close to the truth: The snow evaporation during the winter amounted only to few tens of mm, expressed as water equivalent.

A classic study on water quality

From the archives was also found Finland's first published manuscript concerning water quality. The extensive work by Linda Holmberg deals with the optical and chemical properties of river and lake water in Western Finland, from the beginning of the 1910s to the early 1930s. It was published in German in the series of the Hydrographical Bureau in 1935. It is a classic in the field (see the chapter on water quality).

In the hydrological archives, there were also almost 90 year long observation series of snow water equivalent, which are not in the current databases. They may give, however, useful additional information on the variations of winter conditions in Finland.

In addition to the papers of Linda Holmberg, the archives contain a lot of material collected and compiled by other scientists, e.g. Theodor Homén, Edvard Blomqvist, Åke Fabricius, Henrik Renqvist, Allan

Homén, Edvard Blomqvist, Åke Fabricius, Henrik Renqvist, Allan Sirén, Heikki Simojoki, Jaakko Saarinen, Jaakko Perälä, Oleg Zaitsoff ja Gunnar Graeffe.

Keskenjääneitä töitä

Hydrografinen toimisto julkaisi 1910-luvulla komeat monografiat Vuoksen ja Kymijoen vesistöistä. Ne ovat osin nahkakansiin sidottuja, kooltaan liki 30 x 40 cm, ja suurin nide, Kymijoen liiteosa, painaa peräti viisi kiloa. Vielä kunnianhimoisemmin oli 1920-luvulla lähdetty tekemään Kokemäenjoen monografiaa. Siitä on jäljellä julkaisemattomia käsikirjoituksia ja painettuja valuma-aluekarttoja vuosilta 1924–1930. Tätä monografiaa ei koskaan julkaistu ja hienot kartatkin ovat jo hapertuneet.

Arkistossa on myös satoja arkkeja vajavaisesti dokumentoituja valuma-alueutkimuksia Espoon Mankinjoelta 1920–1930-luvuilta. Tämä on ollut hyvin kunnianhimoinen yritys, jonka tarkoitus on ollut selvittää pienen valuma-alueen vesitase juurta jaksan, alueen sää- ja säteililyolot mukaan lukien. Tutkijana on ollut herra Lehmann, ilmeisesti pietarilaisemigrantti, kaikesta päätellen uuttera mies.

Tilavuuspainoltaan vaikuttavinta arkistomateriaalia ovat järvinäytteenäytteet noin sadan vuoden takaa. Ehkäpä tarkoituksena on ollut inventoida Suomen järvien rautavarat. Nämä näytteet odottavat yhä tutkijaansa.

Politiikka ja sodat

Poliittiset muutokset, kuten Suomen itsenäistyminen, eivät näy paljonkaan hydrologisesta arkistosta. Venäjän vallan ajasta ei ilmene juuri jälkeäkään, venäjän kielestä tuskin mitään. Asiakirjat 1800-luvulta pitkälle 1900-lukua ovat enimmäkseen ruotsiksi. Toisen maailmansodan vuosilta on tallessa jokunen asiakirja, joka viittaa ajan poliittisiin oloihin.

Arkistojen perusteella Suomen hydrologinen toimitus näyttää jatkuneen lähes häiriöttä halki 1900-luvun. Talvi- ja jatkosodan aikaisilta evakkotaipaleilta Vähäänkyröön ja Lauttakylään on tallessa muutama valokuva.

Sirén, Heikki Simojoki, Jaakko Saarinen, Jaakko Perälä, Oleg Zaitsoff and Gunnar Graeffe. These papers may still be of interest for historians of science.

Unfinished works

The Hydrographical Bureau published in the 1910s impressive monographs on the rivers systems of Vuoksi and Kymijoki. The format was large, almost 30 x 40 cm of size, and the largest volume, an attachment to the study on Kymijoki, weighs as much as five kilos. An even more ambitious project was the unfinished monograph on Kokemäenjoki. Even if monograph was never been published, the maps were already printed; today they have more or less decayed.

Another unfinished work was an ambitious study of the water balance in the small river system of Mankinjoki in Espoo in the years 1920–1930. In addition to the hydrological variables, weather and radiation conditions were observed. There is little information about the author, except that his last name was Lehmann.

The archive material contained even lake ore samples from the early 20th century. The purpose of the samples may have been an inventory of iron resources in the lakes of Finland. In any case, these samples are still waiting for analysis.

Traces of political changes

Political changes are not immediately seen in the archives material. Until 1917, Finland was a grand duchy within the Russian empire, but there are very few signs of Russian rule in the papers. The earliest documents are mainly written in Swedish. From the years of the Second World War there some documents that reflect the political conditions of the time.

By and large, almost everything seems to have continued quite smoothly throughout the century. During the World War II, the Hydrographical Bureau was evacuated. It worked at times in the countryside, in Vähäkyrö and in Lauttakylä. The photo archives contain some documents from this period.



Suomen pisin vedenkorkeuden mittausarja on Saimaalta Lauritsalasta; havainnot alkoivat 1. tammikuuta 1847. Vuoksen monografian valmistumisen aikaan asteikko sijaitsi vielä vanhan Saimaan kanavan suulla, maantiesillan vieressä. Vuonna 1933 asteikko korvattiin limnigrafilla, joka rakennettiin Sarviniemen rantaan puolen kilometrin päähän vanhasta asteikosta. Mittalaitte oli tyyppiä Renqvist-Witting, havaitsijana oli tuolloin siltavartija Kaarlo Hatara. Kuva on otettu rakentamismvuonna, nykyään suojakoppi on valkeaksi rapattu ja mittalaitteena on ympäristöhallinnon verkkoon kytketty Procol-paineanturi.

Finland's longest water level measurement series is from Saimaa's Lauritsala; observations began on 1st of January 1847. At the time that the Vuoksi monograph was prepared, the scale was still situated at the mouth of old Saimaa canal, next to the road bridge. In 1933, the scale was replaced by a limnigraph, which was built on the shore of Sarviniemi half a kilometre from the old scale. The metre's device was the type Renqvist-Witting. The observer was at that time the bridge guard Kaarlo Hatara. The picture was taken in the year of construction, nowadays the shelter has been plastered white and the device used is the Procol pressure sensor, connected to the environment institute network.

Toisen maailmansodan jälkeen jouduttiin antamaan Neuvostoliitolle hydrologista aineistoa luovutetuilta alueilta. – Mikrofilmille varmuuden vuoksi 1940-luvulla talteen otettu aineisto (Kari Kettu löysi filmikelan 1980-luvulla) katosi kuitenkin, varmaan peruuttamattomasti, muun hävinneen aineiston ohella, muutossa SYKE:n toimitiloihin 1995. – Muistan Heikki Simojoen kohtalokkaat sanat: ”Muutto merkitsee arkistoille samaa kuin sota!”

Lapin sodan ajalta joissakin havaintosarjoissa on aukkoja, esimerkiksi Inarin vedenkorkeuksista ei ole tietoja lokakuun 1944 ja toukokuun 1945 väliltä. Yllättävän monet sarjat ovat kuitenkin yhtenäisiä. Kemijoen, Ounasjoen ja Tornionjoen virtaamahavainnot ovat jatkuneet keskeytyksettä, vaikka kaikki lähitienoon kylät ja kaupungit oli poltettu.

Sotavuosien ruokapula heijastuu eräissä Hydrografisen toimiston asiakirjoissa. Kenttähenkilökunnan raskaita töitä varten oli anottu erillislupia viranomaisten säättämien pienten ruoka-annosten lisäämiseksi. Autokuskeiksi palkatuista rangaistusvankeistakin on mainintoja – muut miehet kun olivat rintamalla!

Hydrologiseen arkistoon kuuluu 1910–1930-luvuilta myös yli kaksituhatta Suomen vesistöjä koskevaa valokuvanegatiivia ja -positiivia, jotka ovat hyvässä järjestyksessä. Sen jälkeinen kuva-arkisto ei ole yhtä hyvässä kunnossa. Tämän kirjan kuvituksessa vanha arkisto on keskeisellä sijalla.

Arkistojen opetus

Sellaista havainnointia, jonka tuloksia ei siirretä systemaattisesti pysyviin tietokantoihin tai käytetä välittömästi tutkimuksiin, ei kannata tehdä! Muuten tiedot päätyvät helposti historian roskatynnyreihin. Järjestelmällisesti tallennetut, tieteellisesti pätevät perushavainnoinnit voivat sen sijaan olla arvokkaita ilman heti nähtävissä olevaa merkitystä. Niiden arvo saattaa nousta näkyviin vasta jopa sata vuotta myöhemmin, kuten vanhat hydrologiset havainnot ovat ilmastomuutostutkimuksessa osoittaneet.

After World War II, hydrological material from the ceded areas of Karelia was to be delivered to the Soviet Union. During the final stage of the war, when the German army retired through Lapland, there are some gaps in the observation series. E.g. the water level records at Lake Inari were interrupted from October 1944 to May 1945. Nevertheless, the major part of the river stations in Lapland operated throughout this period, even if almost all nearby villages and towns were burnt down.

The food shortage in the war years is reflected in some documents of the Hydrographical Bureau. Due to the heavy field work, the staff asked for permission to increase the small food portions. It is also mentioned that prisoners were hired as drivers – other men were at the front.

A valuable part of the archives of the Hydrographical Bureau are the photo archives. Some two thousand negatives and positives, mostly from the 1910–1939, have been organized and documented. Many of the old photos can be seen in this book.

What the archives can teach us?

It is not a good idea to make observations if the records are not systematically stored in the databases or immediately used in research. If not, the information is likely to end in the dustbin of history. Systematically saved basic observations can be valuable even if their significance is not immediately seen. Their value may rise or become evident even one hundred years later. E.g. long hydrological records have turned out to be useful data in climate change research.

– Verbal stories do not end up in the archives. I will attempt to cover up the shortage with one example. E.g., Heikki Simojoki was a good story teller. However, I heard the following story from Allan Sirén.

The general director of the National Board of Roads and Waterways was at odds with Henrik Renqvist, the manager of the Hydrographical Bureau. The two organizations were separate but Hydrographical Bureau was nevertheless under the orders of the general di-

Suulliset tarinat eivät päädy arkistoihin, muun muassa Heikki Simojoki oli hyvä jutunkertoja. Tässä välitän kuitenkin Allan Siréniltä kuulemani jutun:

Tie- ja vesirakennushallituksen pääjohtaja oli huonoissa väleissä Hydrografisen toimiston johtajan Henrik Renqvistin kanssa. Hydrografinen toimisto oli tiehallinnon melko itsenäinen kylkiäinen, mutta kuitenkin sen johdon alainen. Pääjohtaja oli 1930-luvulla mennyt Renqvistin työhuoneeseen eräänä aamuna. Renqvist oli kuitenkin poissa. Pääjohtaja jätti pöydälle lappusen: ”Kävin täällä klo 9:30. Pääjohtaja.” Toinenkaan käynti tuntia myöhemmin ei johtanut tulokseen, jolloin lappuseen ilmestyi isommalla käsialalla: ”Kävin täällä klo 10:30. Pääjohtaja.” Kolmaskin kerta osoittautui turhaksi, nyt tuli käyttöön vihainen käsiala: ”KÄVIN TÄÄLLÄ KLO 11:30. JÄLLEEN TULOKSETTA! PÄÄJOHTAJA.” Itse asiassa käytössä oli ruotsin kieli: ”ÅTER UTAN RESULTAT!” – Kun Renqvist vähän myöhemmin tuli paikalle, hän otti lappusen, meni ja kiinnitti sen nastalla miesten vessan seinään.

rector. Once in the 1930 it happened that the general director went to Renqvist's working room. Renqvist was, however, absent. The director left a note on the table: "I was here at 9.30. General Director." Another visit, one hour later, did not lead to a result, and this time it was added in bigger letters: "I was here 10.30. General Director." Even the third attempt was vain, and the letters were big and angry: "I WAS HERE AT 11.30 – AGAIN WITHOUT ANY RESULT! GENERAL DIRECTOR" (In Swedish: "ÅTER UTAN RESULTAT!"). When Renqvist arrived a little later, he took the note and hanged it up in the men's room.

Veli Hyvärinen

Emeritushydrologi muistelee

An emeritus hydrologist looks back

Työssä joutuu usein tekemään sellaista josta ei jää dokumentteja. Tähän artikkeliin yritän kirjata muistiin joitakin sattumuksia hydrologin uraltani.

Fyysikoksi valmistuessani, 1963, olin varaton ja tuloton maa-laispoika. Oli hyvä päästä ansioon. Opiskelutoveri Pentti Mälkki neuvoi perehtymään fysiikan laitoksessa olleeseen ilmoitukseen, jossa Hydrologinen toimisto etsi tilapäistä assistenttia. Tuskin tiesin mitä hydrologia tarkoitti, mutta kävelin Smolnan takapihan puolelle johtaja Heikki Simojoen pakeille. Hän tarkasteli tovin papereitani, näytti tyytyväiseltä ja tokaisi kuuluvalla äänellään: ”No tulkaa huomenna!” Huomenna tämä vanhanajan herrasmies teki sinunkaupat... kunnianosoitus!

Joskus siis oli aika, jolloin sai töitä kun halusi ja haluajalla oli työhön jotkin valmiudet. – Ei voi olla yhteiskunnan etu, että tutkijan aikaa kuluu turhaan rahahakemuksiin, raportointiin ja muuhun, kuten nykyisin 2000-luvulla, että saisi hetken olla pätkä-töissä.

Aluksi minut komennettiin kenttätöihin. Opettajana toimi kenttämestari Einar Lönnqvist. Toimistossa tarkistin virtaamanmittaus-laskelmia ja laadin purkautumiskäyriä Jaakko Perälän aluksi oh-jatessa. Jouduin heti hydrologian kukaties keskeisimpään työhön, purkautumiskäyrien laatimiseen. Tiedot maailman vesivaroista perustuvat tunnetusti suurelta osalta purkautumiskäyriin.

Suomea kiertäessä oppi paljon: tarkistamassa ja vaaitsemassa vedenkorkeusasteikoita, jututtamassa ja pestaamassa havaitsijoi-ta, tekemässä virtaamanmittauksia niin tulvien kuin pakkastenkin vallitessa. Oppi vaikkapa miten viritetään mittavaijeri. Vektorial-gebraa oppi, kun sousti kumiveneellä virran poikki niin, ettei vaijeri

At work you can often do things that do not remain in documents. In this article, I will try to write down some incidents from my hydro-logical career.

I graduated as a physicist from the University of Helsinki in 1963. I was a penniless country boy and I had to get some work. My fellow student Pentti Mälkki pointed out that there was an ad at the bulle-tin board of the Department of Physics: the Hydrological Office was looking for a temporary assistant. I hardly knew what hydrology is, but I walked to the office to meet the director. In those days it was located in the former residence of the Governor-General (even today familiarly called Smolna) and accessible through the backyard. Heik-ki Simojoki, the director of the Hydrological Office, examined for a while my papers. He looked satisfied and said in his loud voice: “Well, come tomorrow!” Next day this old-style gentleman already used my first name. What an honour!

In those days it was actually possible to get work if you was will-ing and somewhat competent for the job. It can not be an advantage to society that the researcher must now spend time on money applica-tions, reports and other such things in order to get another one or two months added to the contract.

I was sent to field work, and our master technician Einar Lönn-qvist taught me. In the office I checked the flow measurement calcula-tions, and I compiled stage-discharge curves, in the beginning guided by Jaakko Perälä. Thereby I got straight into the heart of hydrology. The major part of the information of the world’s water resources is, as we know, based on stage-discharge relations.

When you travel around in Finland, checking and levelling water level gauges, chatting with observers and finding new ones, making

takertunut pohjakiviin. Oppi miltä näyttää kiitovirtaus luonnon-uomassa, miten siivikkoöljy jähmettyy pakkasessa tai miten lähelle sulaa voi jäällä mennä solahtamatta virtaan. Tai miten lähestyä havaitsijaa, jolla ei juuri nyt taida mennä hyvin. Lumilinjan reittiä määritettäessä joutui miettimään otannan teorioita. – Kenttätöissä oppii hahmottamaan tutkimuskohteensa itse luonnossa ja tutkimismenetelmien soveltuvuuden todellisuuteen.

Logaritmipaperi

Hydrologisessa toimistossa kokeilin purkautumiskäyrän piirtämistä log-log-paperille. Kun purkautumiskäyrä on likimain vedenkorkeuden potenssifunktio, sen logaritmi on aritmeettisella paperilla



Aurajoen Hypöistenkosken virtaama on mitattu. On 4. elokuuta vuonna 1966. Toukokuussa oli ollut suurtulva, $135 \text{ m}^3/\text{s}$, nyt vettä lirisii joessa vain $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Vasemmalta Mauno Ylimäki, Veli Hyvärinen ja Eino Järvinen. Velin kamera viritetty itselaukaisijalle.

The discharge of Aurajoki's Hypöistenkoski has been measured. It is the 4th of August 1966. There was a large flood that year in May, $135 \text{ m}^3/\text{s}$, the water now only ripples in the river at $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$. From the left are Mauno Ylimäki, Veli Hyvärinen and Eino Järvinen. Veli's camera is set on self-release.

flow measurements, often during a flood or in winter conditions, you learn a lot. You learn how to set the pendent wires for the discharge measurements. You learn vector algebra when you row the boat through a current, trying to prevent the wire from getting stuck at the stones on the river bed. You learn how a supercritical flow looks like in a natural channel, how the oil of current meters hardens in the cold, or how close you can go to the edge of the ice without falling into the cold water. You learn how to approach an observer who is not in the best of spirits. When choosing the route of a snow course you have to think about the sampling theories. In field works, you get a good idea about the object of your study and the applicability of the research methods.

The miraculous logarithm paper...

At the hydrological office I made an attempt to sketch the stage-discharge relations to double-logarithmic papers. The stage-discharge relation is typically very close to the polynomial function, its logarithm is almost a straight line, if the gauge's zero point is level with the threshold of the outlet. The "unbelievable efficiency" of mathematics seemed to work, you could draw the curve with fewer observations than before, and even obtain reliable results by extrapolation. In other words you can save money and efforts.

The Swedish Meteorology and Hydrology Institute SMHI asked for the stage-discharge curve of Kukkolanoski in Tornionjoki at the border of Sweden and Finland. I made the curve, using old measurements, but the upper end was the result of a brave extrapolation. I sent the curve to SMHI, and even the upper part was soon tested. In spring/summer 1968 the flood in Tornionjoki was the highest ever observed. I measured it together with Arvo Koho, Mauno Ylimäki and Arvo Heikkilä (see the chapter on discharge measurements).

The result of the measurement was a new Finnish record, almost $3700 \text{ m}^3/\text{s}$. The highest previously measured flow in Tornionjoki flow had been about $1500 \text{ m}^3/\text{s}$. I wondered if our efforts had been waste of time. The measurement point fell precisely on my extrapolated curve. However, a theory has to correspond to observations. It seems

suorahko viiva, jos asteikon nollapiste on vesimuodostuman kynnyshkorkeuden tasossa. – Matematiikan käsittämätön tehokkuus näytti toimivan käytännössäkin: purkautumiskäyrän saattoi piirtää vähien mittausten perusteella ja ekstrapoloida sitä melko luotettavasti, ts. säästää vaivaa ja rahaa.

Ruotsin meteorologian ja hydrologian instituutti SMHI pyysi Suomesta käyttöönsä Tornionjoen Kukkolankosken purkautumiskäyrän muistaakseni vuonna 1967. Piirsin käyrän vanhojen mittausten perusteella edellä mainitulla tavalla sen yläpäästä pitkälle ekstrapoloiden ja lähetin pyytäjälle. – Menetelmä joutui koetukselle, sillä kevätkesällä 1968 Tornionjoessa sattui ”vuosisadan” tulva, jota menin mittaamaan Arvo Kohon, Mauno Ylimäen ja Arvo Heikkilän kanssa (ks. luku ”Virtaaman mittaaminen Suomessa”).

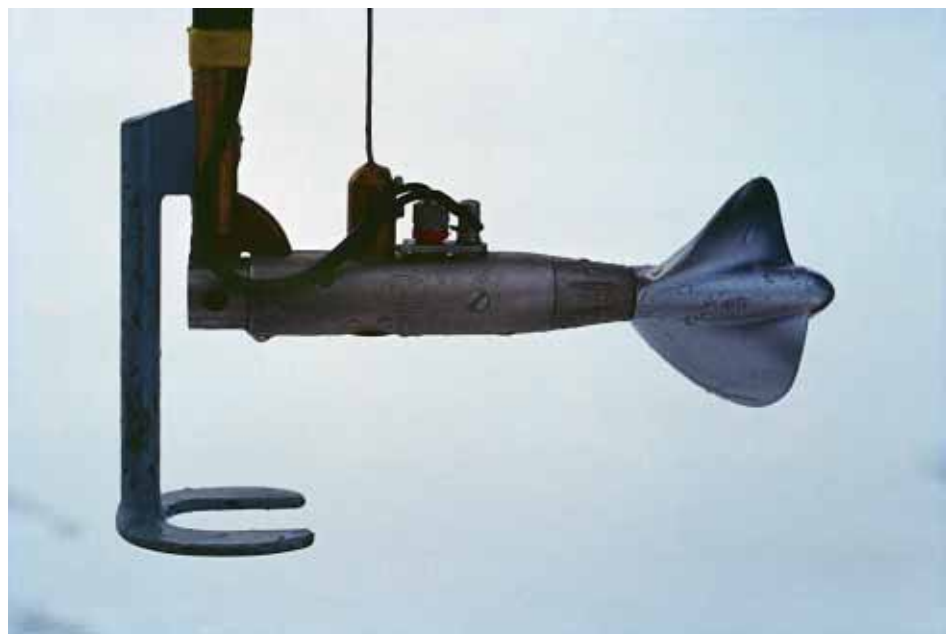
Mittauksesta tuli uusi Suomen ennätys, lähes 3700 m³/s. Tornionjoen suurin tätä ennen mitattu virtaama oli ollut noin 1500 m³/s. Mietin, oliko koko puuha ollut turha, sillä mittapiste osui tarkalleen log-log-paperilla ekstrapoloimalleni käyrälle. – Teorian on kuitenkin vastattava havaintoja – seikka joka ei näy nykyisin olevan aina kaikille täysin selvä... Immanuel Kantkin kuuluu todenneen, että ”kokemus ilman teoriaa on sokea” ja että ”teoria ilman kokemusta on vain älyllistä peliä”. Olisihan Tornionjoen hydraulikka voinut huvikseen olla toisenlainenkin. Hydraulisten mallien soveltaminen purkautumiskäyrän määrittämiseksi ei 1960-luvulla ollut mahdollista; ja nykyisinkin mallit vaativat vaikeasti mitattavia tietoja uomasta.

1990-luvulla käyttöön tulleella akustisella virtaamanmittausmenetelmällä Torniojoen mittaukseen olisi kulunut ehkä parikymmentä minuuttia, aika joka kuluu uoman poikki moottoriveneellä ajettaessa. – Tämä uutuuus virtaamanmittausten alalla, ensimmäinen merkittävä sitten 1790-luvun, käyttää hyväkseen veden mukana kulkevien hiukkasten heijastamia ultraäänipulsseja ja Doppler-ilmiötä. Vuoden 1968 tulvan kokoista vain ei ole sen koommin näkynyt Tornionjoella.

Innostuin logaritmipaperista niin, että sovelsin sitä myös talviviaamien arvioimiseen, siis jääreduktion tekemiseen. Aiemmin

this it not always clear to everyone. According to Immanuel Kant, “experience without theory is blind, but theory without experience is mere intellectual play”. – The application of hydraulic models for defining stage-discharge relations was not yet possible in the 1960s; even nowadays, the models would demand very detailed information of the channel’s features.

The new flow measurement method (ADCP), taken into use in the 1990s, made it possible to carry out a major discharge measurement in some twenty minutes – or the time it takes to drive the boat across the river channel. The new method, based on the Doppler effect and the reflection of ultrasound pulses from particles flowing with the water, was the first significant innovation in discharge measurement since 1790.



Eino Järvisen kehittämä kääntyvä siivikko helpotti huomattavasti talviajan virtaamanmittauksia.

The bending current metre, developed by Eino Järvinen, noticeably eases winter flow measurements.

jääreduktio oli tehty kömpelösti aritmeettisella paperilla vedenkorkeuksista. Menetelmäni on yhä käytössä – tosin atk:n ja mallienkin avustamana. Markus Huttunen onnistui 1990-luvulla laskemaan jääreduktion neuroverkoilla. Hänen menetelmäänsä on kuitenkin sovellettu vain Tornionjokeen.

Uutta tekniikkaa, kansainvälisiä yhteyksiä

Vesistöjen virtaustutkimukset käynnistyivät 1960-luvun lopulla. Selvitettiin muun muassa pääkaupunkiseudun vedenottopaikkaa Asikkalanselällä, Strömmän uuden kanavan mitoittamista, Kärkisensalmen ja Säskylän Pyhäjärven virtauksia, yms. Virtaustutkimuksista on myöhemmin Juha Sarkkulan ansiosta tullut SYKEN vientituote.

Heikki Simojoki sai aikaan geofysiikan laitoksen Helsingin yliopistoon. Hän kutsui minut pitämään operatiivisen hydrologian kursseja.

Suomessa alettiin 1960-luvulla koota hydrologisten havaintojen atk-tietokantaa – käsittääkseni ensimmäisten joukossa maailmassa. Maankosteutta alettiin mitata neutronikosteusmittarein, jne.

1970-luvun alussa jouduin Hydrologian kansainvälisen vuosikymmenen (IHD) Suomen toimikunnan sihteeriksi. IHD-toiminnassa pantiin alulle muun muassa pohjoismainen raporttisarja, johon Liisa Mälkki laati kannen embleemin, kuten moneen muuhunkin sarjaan. Jatkettiin pohjoismaisen hydrologisen sanaston kokoamista, perustettiin Pohjoismainen hydrologinen yhdistys, Nordic Hydrology ja muun muassa myös jokseenkin turhiksi osoittautuneita hydrologisia datajulkaisusarjoja. – Pohjolan monet kielet olivat suomalaiselle usein tuskan paikka... Selvittiin siitäkin, ja Unesco piti Pohjoismaiden yhteistyötä IHD:ssä esimerkillisenä koko maailmassa.

IHD jatkui vuonna 1975 Hydrologian kansainvälisellä ohjelmalla (IHP). Vuosituhannen lopulla IHP:stä tiesivät Suomessa vain harvat, vaikka ohjelman keskeinen idea oli alun perin ollut kansallinen ja kansainvälinen yhteistyö hydrologian alalla. Kansallisen tehtävän otti sitten 2000-luvulla Suomen hydrologian yhdistys.

I got so enthusiastic about the logarithmic papers that I applied them to winter flow estimates too, i.e. I used them for the ice reduction. Earlier reductions of water levels were made clumsily on arithmetic paper. My method is still in use, though assisted by computers and even models. In the 1990s, Markus Huttunen managed to compute the ice reduction using neural networks. His method has, however, so far been applied only for Tornionjoki.

New techniques, international connections

The research of currents in lakes began in the 1960s. Important early applications were the water abstraction from Asikkalanselkä in the lake Päijänne, the plans for new Strömma canal, and the flow patterns at Kärkisensalmi in Päijänne and in Pyhäjärvi at Säskylä. Due to the efforts of Juha Sarkkula, the flow measurements later became a significant export product for SYKE.

Heikki Simojoki became the first head of the Department of Geophysics at the University of Helsinki. He invited me to teach operative hydrology course.

The 1960s saw also the first efforts to make computer databases of the hydrological records. Finland was one of the first countries to establish such databases. One of the interesting projects of those times was the measurement of soil moisture measurements by using neutron detectors.

In the next decade I became the secretary of Finnish national committee for IHD (International Hydrological Decade). A Nordic report series was established, the compilation Nordic Glossary of Hydrology continued, the journal Nordic Hydrology was founded. A common Nordic data publication series was soon laid down. Many Finnish hydrologists found it difficult to understand Danish or Norwegian, and even quickly spoken Swedish. Despite some language problems, the Nordic IHD cooperation was regarded by UNESCO as an example of successful regional cooperation.

The IHD was in 1975 replaced by the International Hydrological Programme (IHP). Later its significance faded out, and at the end of the millennium the programme was more or less unknown to most



Metsäojitus vaikutti merkittävästi valuntaoloihin, vaikka kaikki eivät tätä heti uskoneet.

Forest drainage has a significant influence on the hydrological regime, even though not all believed this immediately.

Tietotekniikka kehittyi 1970-luvun kuluessa niin paljon, että saatettiin aloittaa hydrologisten tilastojulkaisujen teko. Tietotekniikan triumfen myötä erityisesti Bertel Vehviläinen alkoi kehittää hydrologisia malleja, aluksi ruotsalaisen HBV:n pohjalta. Mallit ja havainnot täydentävät nykyisin hienosti toisiaan – mallit kalibroidaan havainnoista ja niitä päivitettäessä tulokset sovitetaan havaintoihin. Vehviläinen onnistui saamaan malliryhmäänsä pätevää väkeä, muun muassa Markus Huttusen.

Metsäojituksesta kiisteltiin

Suomessa kaivettiin miljoonia kilometrejä suo- ja metsäoimia 1960- ja 1970-luvuilla. Kevättulvat näyttivät olevan kasvussa. Me hydrologit aloimme epäillä, että niitä pahentava tekijöitä on ojitus.

Ojituksiin liittyinkin virkaurani yksi kohokohta... Kun meille Bertel Vehviläisen kanssa oli 1970-luvun lopulla selviämässä metsä- ja suo-ojien kevättulvia äärevöittävä vaikutus, menin Suoseuran 30-vuotisjuhlaan esittämään tuloksiamme. Syntyi skandaali. Puolet salia taputti kuuluvasti esitykselleni, mutta Metsäteollisuuden Keskusliiton edustaja otti puheenvuoron: ”Täällä on tänään pidetty hyviä esitelmiä lukuun ottamatta tätä viimeistä!” Sitten hän poistui mielenosoituksellisesti.

Suomen Luonto -lehteen kirjoitin 1977 artikkelin metsäojien hydrologisista vaikutuksista. Lehden tekemä jutun otsikko vaikutti hyökkäykseltä silloista Vesihallitusta vastaan. Seurauksena hallituksen kollegio vaati, että alan virkamiesten laatimat lehtikirjoitukset on alistettava esimiehen hyväksyttäväksi. Pyysin pääjohtajalta vastaanoton. Simo Jaatinen otti ystävällisesti vastaan ja sanoi: ”Kyllähän minä ensin suutuin, mutta kun luin jutun, lepyin. Sitä paitsi se ei estänyt minua tänään aamupäivällä kirjoittamasta alle paperia, jossa sinulle määrätään palkankorotus.”

Lehtijutussani olin muun muassa esittänyt kokeiltavaksi ojikkojen palauttamista luonnontilaan. Pekka Kilkki, metsäprofessori, tunnusti minulle myöhemmin kadulla tavatessamme, että hänellä on metsäretkillään lapio mukana ja että hän kääntelee sillä tilaisuuden tullen ojien suita umpeen. Tiesimme järkevän ojituksen

hydrologists in Finland. Some of its functions have been taken over by the Finnish Association for Hydrology, established in 1997.

Due to the development of information technology it became, among other things, possible to carry out more comprehensive statistical studies on hydrological data and construct conceptional hydrological models. When Bertel Vehviläinen started the development of the model system, he followed the pattern of the Swedish HBV model. The models and observations complement well each other. Bertel managed to find prominent member to his team, among others Markus Huttunen.

Controversies about forest drainage

Millions of kilometres of ditches were dug in the Finnish peatland forests in the 1960s and 1970s. At the same time, the spring floods seemed to grow worse, and we began to suspect that a major reason to this change was the massive increase in drained area.

One of the highlights of my career is connected to forest drainages. When Bertel Vehviläinen and I, at the end of the 1970s, began to realise the connection between forest drainage and the increase of floods, I went to 30th anniversary meeting of the Finnish Peatland Society to present our results. A scandal erupted. One half of the audience applauded loudly, but a representative of the Forest Industry said that “there have been good presentations today, except the last one!” Then he ostentatiously left the auditorium.

For the nature magazine Suomen Luonto I wrote an article on the hydrological influences of forest drainage. The headline, invented by the editor, made it look like an attack on the water administration of that time. As a result, the college of the National Board of Waters decided that all papers written by the staff must be checked and approved by the head of the unit. I asked the general director for an audience. This is what Simo Jaatinen said: “First I got furious, but then I read the paper and calmed down. It didn’t prevent me from, before the lunch, signing a paper that will give you a wage increase.”

In the nature magazine I wrote, among other things, that the drained peatlands should be proved to restore to their natural state.

hyödyn kansantaloudelle, mutta emme voineet hyväksyä sitä, miten ojituspuuha ryöstäytyi käsistä 1960–70 -luvulla, kun ojitettiin myös sellaisia alueita, soita ja kosteikoita, joille ei kasvaisi kunnon metsää tai joilla merkittäviä luonnonarvoja tuhoutui.

Ilmastonmuutos

Ilmaston lämpenemisestä alkoi näkyä hydrologisissa havainnoissa oireita 1970-luvun lopulla, kun talvivirtaamat kääntyivät kasvuun. Koko 1980-luku oli erittäin sateinen. Vähälumiset talvet yleistyivät maan etelä- ja länsiosissa ja talvivirtaamien kasvu voimistui siellä selvästi. Sekaan sattui myös kaikkien aikojen routatalvi 1987, jolla oli melkoinen vaikutus muun muassa puihin.

1980-luvun puolivälissä järvijäihin puhkesi, kuten joka talvi ennenkin, uveavantoja. Luonnosta vieraantunut lehdistö kehitti ilmiöstä raketti- ja ufoteorioita. Useat luonnontutkijatkin selittivät ilmiön väärin. Uveavantoja puhkeaa jäähän itsestään lumen painosta, tavalla jonka maalaiset ovat tienneet iät ajat, ja jonka kielitieteilijä Pirkko Hiltunen oli kuvannut pro gradu -tutkielmassaan kansan kertomuksista. Kansantiedon paikkansapitävyyden varmistin Kuhmoisten Murtosjärven jääilmiöistä, jään alaisen veden lämpötilakerrostuneisuudesta ja lumikuormasta talvella 1985–1986 tekemini havainnoin.

Lumikuorma kasvoi koko 1900-luvun loppupuolen Suomen itä- ja pohjoisosissa. Maan keskiosienkin suurin havaittu lumikuorma on 1980-luvulta. Rakennusnormeissa mainitut peruskattokuormat olivat mitä ilmeisimmin liian pienet, sillä hallien kattoja alkoi sortuilla. Kirjoitin asiasta lehtiin, mutta vasta kun EU vaati ympäristöministeriöltä vuonna 1996 Euroopan lumikuormakarttojen yhtenäistämistä, ministeriö pyysi asiasta uutta karttaa. Jaakko Perälä oli onneksi jo laatinut sellaisen ennen eläkkeelle lähtöään. YM julkaisi kartan nimissään.

Kuulin talvella 2003 eräessä seminaarissa Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston edustajien kertovan, että Helsinkiä rakennettaessa noudatetaan tarkkaan alinta rakennuskorkeutta, joka oli Merentutkimuslaitoksen selvityksen perusteella laitettu Rakennusopas 52:een.

Pekka Kilkki, a forestry professor, admitted later, when we met in the street, that he used to take along a spade to his forest walks and now and then block a ditch. We were aware of the economical advantages of moderate forest drainage, but we found it unacceptable that the ditching got out of control in the 1960s and 1970s. Many of the ditched wetlands have never become suitable for the growth of forest, and many ecologically significant natural areas were destroyed.

Climate change

The first symptoms of the warming of the climate became visible at the end of the 1970s when the winter flows began to increase. Throughout the 1980s, very rainy winters with scanty snow cover became more common in the southern and western parts of the country, and the winter flows increased. On the other hand there was the unusually cold winter 1987, when the ground frost was extremely deep and had, among other things, a major impact on forests.

One episode in the mid-1980s was the occurrence of whirl ice holes. The press developed various rocket and UFO theories, and even some scientists gave silly explanations, even if people have known for centuries that their cause is the weight of the snow on the ice.

The water equivalent of snow increased during the latter half of the 20th century in the eastern and northern parts of Finland. In the central parts of the country, too, the highest values of the water equivalent were measured in the 1980s. It became obvious that the norms for the weight of snow on roof constructions were based on underestimates. I wrote about this issue in newspapers, but the authorities responsible for such matters reacted first when a European snow weight map was to be compiled. Fortunately there was such a map for Finland, made by Jaakko Perälä, and it was now published by the Ministry of the Environment.

In winter 2003, at one seminar, a representative of the city of Helsinki mentioned that the authorities follow strictly the recommendation concerning the lowest building altitude, based on scenarios on the possible high water situations, made by the Finnish Institute of Marine Research. The new legislation on constructions contains restrictions

Noudattaisivatpa muutkin kunnat ohjeita Helsingin tavoin! Tulva ei silloin enää kastelisi ihan heti ainakaan uusia rakennuksia, ja säästytettäisiin tulvavahingoilta. – Vallitsee näet absurdi tilanne: rakennuslaki sallii rakentamisen vain paikkoihin, joihin ei kohdistu tulvan tai maanvyörymän vaaraa. Silti viime vuosikymmeninä on rakennettu ehkäpä tuhansia rakennuksia liian alas, muun muassa Pohjanmaalla ja Pohjois-Suomessa. Tämä on vastoin jo vuonna 1984 rakennusviranomaisille annettua ohjetta. Yhä 2008 voimassa olleen tulvavahinkojen korvaamislain mukaan rakennusvahinkoja voidaan korvata valtion kassasta, vaikka sama talo kastuisi viisi kertaa vuosisadassa – ikään kuin Suomessa ei olisi tilaa antaa rakentaa vain kuivalle maalle!

Kun ohjetta alimmista rakentamiskorkeuksista vesien varrella alettiin koota SYKE:n vesivarayksikössä 1990-luvun loppupuolella, sain Ympäristöministeriöstä äkäisen, ehkäpä huumoriakin sisältäneen puhelun: ”Perkelettäkö te sen rantarakentamisen kanssa siellä busaatte? Meillehän asia kuuluu!” – Vastasin tekeväni työtäni. – Sitten YM toki mainittiin Ympäristöopas 52:n tekijäksi.

Loppumietteitä

Hydrologiasta muodostui minulle kiintoisa elämäntehtävä, vaikka en päivää ennen alalle joutumista ollutkaan tiennyt siitä juuri mitään. (Ja lapsena olin pelännyt vettä.)

Jos minulta pyydettäisiin ammatillista testamenttia, voisin sanoa: opettele tieteen perusasiat, varo muoti-ilmiöitä, luota arkiseen työhön ja omaan järkeesi. Jevgeni Popovia lainaten: kaaos syntyy, kun arkipäiväisen ajattelun ja toiminnan lait hylätään ja aletaan toimia ylhäältä annetun maailman- ja elämänjärjestyksen mukaan.

on construction in sites that are likely to be flooded. In the latter half of the 20th century, many houses in Finland have been built in flood-sensitive areas, as if dry land had not been available for construction. Now there is hope that at least new buildings will not be damaged by floods

When the Division of Water Management at SYKE began to compile the guidelines of the lowest construction altitudes along water bodies, an official at the Ministry of Environment called me. “What the hell are you doing? Is that your business?” he said. – When the instructions were published, the ministry was mentioned as one of the publishers.

Concluding thoughts

Hydrology became an interesting mission for me, even though I did not know much about it the day before I entered the field. I had been afraid of water when I was a child... If I was asked to write a professional testament, I would say: learn the basics of the science, be aware of the fact that what is fashionable is not always correct and relevant, trust the daily work and your own common sense. Borrowing the words of Jevgeni Popov: “Chaos originates, when the laws of everyday thought and action are abandoned, and the world view and the directions for action are given from above.”

Markku Puupponen

Hydrologisen laitoksen rooli *The role of the hydrological service*

”...toimittaa hydrografisia tutkimuksia sekä muuten käsitellä maan hydrografiaa koskevia asioita.”

Tämä oli Hydrografisen toimiston tehtävä vuonna 1907 annetun Suomen Suuriruhtinaanmaan Armollisen Asetuksen mukaan. Tarkempi määrittely tehtiin vuoden 1910 ohjesäännössä. Siinä kuvattiin keskeiset havainto-, mittaus- ja tutkimusohjelmat sekä suuri määrä tehtäviä, joita tulee hoitaa voimavarojen puitteissa. Lisäksi lueteltiin toistakymmentä erillistä, laajaa tutkimuskohdetta.

Tehtäväkenttä oli määritelty hyvin laajaksi. Mukana olivat muun muassa ”jokien kuljettaman aineen määrä ja laatu” sekä ”vesistöjen likaantuminen”. Työlään osa-alueen muodostivat myös vaaitukset ja syvyysmittaukset. Oli selvää, ettei kymmenkunta henkilöä pystynyt alkuvuosina hoitamaan kuin osan tehtävistä. Työ käynnistyi kuitenkin hyvin; henkilökunta kasvoi 1910-luvun kuluessa pariinkymmeneen ja Hydrografinen toimisto pystyi käynnistämään sille määrätty keskeiset ohjelmat.

Suomen hydrologinen laitos (kutsuttakoon hydrografista toimistoa ja sen seuraajia tässä myös näin) on koko 100-vuotisen historiansa ajan toiminut roolissa, jossa palvelut ja tutkimus ovat kilpailleet keskenään ja täydentäneet toisiaan. Havainto- ja mittausohjelmat sekä hydrologiset peruspalvelut ovat aina muodostaneet toiminnan ytimen ja niille on annettu korkein prioriteetti. Toisaalta perustoimintaa ei olisi pystytty kehittämään ilman tutkimusta ja kanssakäymistä tiedeyhteisön kanssa. Tämä oli asetelma hydrologisen laitoksen ensimmäisinä vuosikymmeninä ja tilanne on edelleen sama, kun toinen vuosisata on nyt alkamassa.

Seurannan ja palvelun keskeinen rooli heijastuu myös hydrologisen laitoksen organisoinnissa. Se perustettiin Tie- ja Vesiraken-

“... is to perform hydrographical studies and in other ways handle the country's hydrographical relating matters”

This was the task of the Hydrographical Bureau according to the 1907 Gracious Manifesto of the Grand Duchy. A more specific definition was made in the 1910 regulation. It described the central observation, measurement and research programmes plus a large amount of tasks, which were to be handled in the frame of resources. More than ten broad research targets were additionally listed.

The field of activities was wide. Involved were amongst others “the amount and quality of materials transported by the rivers” plus “the pollution of waters”. Also levelling and depth measurements formed a laborious entity. It was clear that around ten people could only handle a part of the duties. The work however began well; the personnel grew during the 1910s to around twenty and the hydrographical office was able to start the central determined programmes.

Throughout its 100 years long history, Finland's hydrological service (let us also use this term for the Hydrographical Bureau and its successors) has played a role, where services and research have both competed and complemented each other. Observation and measurement programmes and the basic hydrological services have always formed the core of operation and been given the highest priority. On the other hand, the basic operation could not have been developed without research and contact with the scientific community. This was the arrangement of the first decades, and the situation remains the same, when the second century of operation is now beginning.

The central role of monitoring and services is also reflected in the organisation of the hydrological community. At its foundation, the hydrographical office was located in roads and waterways adminis-



Suomessa on 32 Pyhäjärveä, joista seitsemässä on Suomen ympäristökeskuksen vedenkorkeusasteikko. Kiteen Pyhäjärven asteikko on niistä kolmanneksi vanhin, rakentamivuosi on 1913.

There are 32 lakes in Finland with the name Pyhäjärvi (Holy Lake), seven of those have a water level station. The gauge of Pyhäjärvi at Kitee is the 3rd oldest, it was constructed in 1913.

nusten Ylihallitukseen, jonka hallinnonalalla se toimi aina vesihallituksen perustamiseen vuonna 1970. Vesihallitus ja sen seuraaja, vesi- ja ympäristöhallitus, tarjosivat edelleen valtion keskusviraston hydrologisen laitoksen työympäristöksi. Toiminnan tutkimukselliset painotukset heijastuivat tässä vaiheessa niin, että hydrologian toimisto sijoittui osastoon rinnastettavaan tutkimuslaitokseen. Toimisto sai myös lisää tutkijavoimia, kun siihen liitettiin osa maataloushallituksen vesiteknillisestä tutkimuksesta.

Kun ympäristöhallinto uudistettiin vuonna 1995, työ jatkui Suomen ympäristökeskuksessa. Siellä hydrologinen toiminta jatkautui aluksi eri yksiköihin eikä hydrologisella laitoksella ollut selkeästi tunnistettavaa 'osoitetta'. Vuoden 2002 organisaatiouudistuksessa muodostettiin asiantuntijapalveluosastoon hydrologian yksikkö, johon koottiin hydrologinen seuranta, vesistömallit ja hydrologiset ennusteet sekä vesistöjen kartoitus. Yksikkö keskittyy hydrologisiin palveluihin ja tekee myös niihin liittyvää tutkimusta. Muutoin hydrologinen tutkimus on integroitunut laitoksen tutkimusohjelmiin.

Koko historiansa alkukauden aina vuoteen 1970 hydrologinen laitos pyrki itsenäisen tutkimuslaitoksen asemaan tai osaksi vahvaa geofysikaalista tutkimuslaitosta. Suomessa monet geofysiikan laitokset tarjosivat esikuvia näille malleille. Itsenäisen hydrologisen laitoksen perustaminen oli lähellä 1910-luvun lopulla, kun Senaatin asettama komitea teki tätä koskevan esityksen. Se raukesi kuitenkin pitkän harkinnan jälkeen. Myöhemmin valmisteltiin kaksikin kertaa hydrologisen toiminnan liittämistä Ilmatieteellisen keskuslaitokseen, mutta myös tämä malli hylättiin, vaikka sillä oli vahvaa kannatusta. Useita muita samansuuntaisia esityksiä tehtiin sekä hydrologisen että geofysikaalisen yhteisön piiristä. Vesihallituksen suunnittelun yhteydessä tie- ja vesirakennushallitus tuki vielä osaston asemassa olevan hydrologisen laitoksen perustamista. Tuloksena oli kuitenkin toimiston status ja taistelu vahvasta hydrologisesta laitoksesta päättyi.

Hydrologisen laitoksen tehtävät ovat säilyneet perusteiltaan muuttumattomina. Toiminnan tavoitteet ovat selkeät ja sekä ope-

tration, in which organisation it operated until 1970, when the National Board of Waters was established. The Board and its successor, the National Board of Waters and the Environment, still offered state's central agency as the working environment of the hydrological service. However, the research efforts were reflected so that the hydrological office was placed in the Research Institute, parallel to a department. The office also received new researchers, when a part of the Hydrotechnical Research Bureau of the Board of Agriculture was connected to it.

When the environmental administration was reorganised in 1995, work continued in the Finnish Environment Institute. First, hydrological operations were divided between different units and the hydrological service had no clearly recognisable "address". In connection with a reorganisation in 2002, the Hydrological Services Division was formed and located in the Department for Expert Services. The duties of the division comprised hydrological monitoring, modelling and forecasts plus mapping of water resources. The division concentrates on hydrological services and also conducts connecting research. Otherwise, the hydrological research has been integrated into the institute's research programmes.

During its whole history up to 1970, the hydrological service has attempted to achieve the status of an independent research institute or become part of a strong geophysical institute. In Finland, many fields of geophysics have offered examples for these models. The foundation of an independent hydrological institute was close at the end of the 1910s, when a committee appointed by the Senate made a proposal on this. It was however unsuccessful after a long consideration. Twice later, preparations were made to merge the hydrological operations into the meteorological institute, but this model was also dismissed, even though it had strong support. Many similar attempts were made both within hydrological and geophysical communities. During the planning of the National Board of Waters, roads and waterways administration supported the foundation of a hydrological department. The result was however the status of an office and the fight ended.

ratiivinen palvelu että pitkäjänteinen tiedon tuottaminen ovat edelleen ajankohtaisia. Toisaalta vesien käytön, hoidon ja suojelun kenttä on kehittynyt paljon, vesivaroihin liittyviä riskejä on hallittava entistä paremmin ja kehittyvä tekniikka antaa uusia mahdollisuuksia hydrologeille. Näin hydrologinen palvelu on myös uudistumassa voimakkaasti.

Satavuotiaan hydrologisen laitoksen ajankohtaisia haasteita ja lähivuosien toiminnan painotuksia ovat:

- Yhä monipuolisemman reaaliaikaisen palvelun tarjoaminen; ajantasaisia vesivaratietoja ja tiheään päivittyviä ennusteita tarvitaan vesistöjen käyttöä palvelevan päätöksenteon tueksi sekä moniin muihin tarpeisiin
- Ilmastomuutoksen vaikutusten arviointi; muuttuva ilmasto heijastuu hydrologiaan ja vesivaroihin. Näiden muutosten hallinta sekä kyky sopeutua muutokseen on vesivarojen käytön ja suojelun perustietoa
- Hydrologisen tiedon ja näkökulman integroituminen muuhun vesi- ja ympäristötutkimukseen; hydrologian on oltava mukana laajoissa vesivaroja ja ympäristöä koskevilla tarkasteluilla
- Kansainvälinen toiminta; osallistuminen lähialueen hydrologiseen yhteistyöhön, Euroopan yhteisön toimintaan ja globaalien vesivarakysymysten käsittelyyn antaa tärkeän foorumin vaikuttaa ja kehittyä
- Riittävien voimavarojen kohdistaminen omia ydintoimintoja sekä yhteistyötä tukeviin tehtäviin; voimavarojen riittävyys on suuri haaste ja ne on pystyttävä käyttämään mahdollisimman tehokkaasti.

The bases of hydrological services have remained unchanged. The aims of operation are clear and both the operational services and production of long term information are still relevant. On the other hand, the fields of water resources management and protection have developed a lot, the risks connected with water resources have to be controlled better than before, and the developing technology presents more possibilities to hydrology. Thus, the hydrological service is also developing strongly.

Today, the 100 year old hydrological service faces many challenges. Among the most important ones are:

- *Production of more versatile real time services: real time water resource information and frequently updated forecasts are required to support decisions on water management and to many other needs.*
- *Evaluation of the impacts of climate changes: as the changing climate is reflected in hydrology and water resources, the control of these changes and the capability to adapt are extremely important.*
- *Integration of hydrological information and aspects to other water and environmental research: hydrology has to be involved in large examinations regarding water resources and the environment.*
- *International operation: participation in the neighbouring areas hydrological cooperation, European Union activities and handling of global water resource questions gives an important forum to influence and develop.*
- *Focusing adequate resources to the own core operations and tasks that support cooperation: the sufficiency of resources is a great challenge and they have to be used as efficiently as possible.*

Biljoonien bittien virta *A flow of a billion bits*

■ Automaatio ja tietotekniikka nousivat jo varhain merkittävään rooliin hydrologisessa toiminnassa. Tähän oli useita syitä – jo pelkkä datan määrä pakotti miettimään uusia tallennus- ja käsittelymenetelmiä. Datan käyttäjillä oli kiire, erityisesti tulvantorjunta ja vesivoiman tuotanto tarvitsivat lähes reaaliaikaista tietoa. Hydrologisen palvelun tietojärjestelmiä oli siis kehitettävä niin vikkellästi kuin alan kehitys ja olemassa olevat resurssit sallivat. Kiinteä yhteistyö Ilmatieteen laitoksen kanssa oli myös tärkeä.

Automaattinen mittaus ja tiedon keruu ovat Suomessa käytössä noin tuhannella hydrologisella ja meteorologisella havaintoasemalla. Hydrologinen laitos ylläpitää alueellisten ympäristökeskusten kanssa noin 250 mittauspaikkaa, jotka ovat pääosin vesistöissä, mutta osin myös pohjavesiasemilla. Vesivoima-, vesihuolto- ja vesiliikennesektorit tekevät reaaliaikaisia mittauksia noin 500 kohteessa, Ilmatieteen laitos vastaa sadannan ja muiden ilmakehän prosessien laajenevasta automaattisesta seurannasta. Hydrologinen laitos ottaa päivittäin vastaan mittaustuloksia noin 500 automaattiasemalta pääosin internetin ja matkapuhelinverkon välityksellä. Tiedon siirron tekniikoita on useita ja niiden sateenvarjoksi on valmistumassa HYDRO-CONTROL -järjestelmä. Sen avulla hoidetaan tulevaisuudessa paljolti myös datan ja aineistojen laadun valvonta.

Hydrologisia tietokantoja on useita. Koko laaja ympäristötietojärjestelmä HERTTA on selainpohjainen ja se on tulossa avoimeen internet-käyttöön. Sen hydrologinen perusosa HYDRO sisältää noin 3 500 kohteen hydrologiset havainnot lähinnä vuorokausiarvoina. Lisäksi HERTTA käsittää pohjavesitietojärjestelmän POVET sekä tietojärjestelmät Suomen 56 000 järvestä, 25 000 uomasta ja 6 000 valuma-alueesta. HYDRO-TEMPO on erillinen tietokanta, joka sisältää muun muassa automaattisten asemien hetkelliset mittaustulokset. Ilmatieteen laitoksen toimittamien havaintojen varasto on METEO, josta tiedot siirtyvät sekä hydrologiseen laskentaan että Vesistömallijärjestelmän käyttöön. Vesistömallien simuloimalla datalla on oma, hyvin laaja tietokanta mallien sovelluksia ja muuta käyttöä varten.

Laskentaohjelmistot muodostavat hydrologisten tietojärjestelmien kolmannen tukijalan, tiedon siirron ja tietokantojen ohella. HYD-VALIKKO sisältää kymmeniä laskenta- ja raportointisovelluksia ja tätä varten se on yhteydessä tietokantoihin. Vesistömallijärjestelmä käsittää järeän ja hyvin

■ *Automation and data technology rose into a significant role in hydrology at an early phase. There were many reasons for this – purely the amount of information turned thoughts towards new recording and handling methods. The users of information were also active; particularly flood protection and hydropower production required almost real-time information. The hydrological service's information systems had to be developed, as quickly as the development of the area and the available recourses allowed. Close cooperation with the Finnish Meteorological Institute grow also even more important.*

Automatic measurement and data collection are used at about one thousand hydrological and meteorological observation stations in Finland. The hydrological service maintains, with regional environment centres, about 250 measurement sites, which are mainly in the surface water environment, but also at ground water stations. Hydropower, water supply and water transport sectors make real time measurements at about 500 locations; the Finnish Meteorological Institute is responsible for developing automatic monitoring of precipitation and other atmospheric processes. The hydrological service receives daily measurement results from about 500 automatic stations, mainly through the Internet and mobile phone networks. There are many techniques for the transferring of data and their umbrella will be the HYDRO-CONTROL system, which is under development. That will also be used for quality control applications.

There are several hydrological databases. The whole wide environmental information system, HERTTA, is browser based and it is coming to open Internet-use. It's basic hydrological part, HYDRO, consists mainly daily values of about 3500 observation sites. Additionally, HERTTA comprises the ground water information system POVET plus information systems from Finland's 56 000 lakes, 25 000 rivers and 6000 drainage basins. HYDRO-TEMPO is a separate database, which includes amongst others, the momentary measurement results of the automatic stations. The data delivered by the Finnish Meteorological Institute are stored in METEO, of which the information is transferred both for modelling purposes and other hydrological calculations. Hydrological model simulations have produced a very broad database for internal model applications and other use.

Calculation programmes form the hydrological information system's third pillar, besides data transfer and databases. The HYD-MENU software includes

monipuolisen laskenta-arsenaalin, jota on kuvattu tarkemmin toisaalla.

Vuolaat bittivirrat koostuvat lisäksi muun muassa ympäristösatelliittien datasta sekä Ilmatieteen laitoksen sääennusteista ja sääutkajärjestelmän tuloksista. Vesistömallijärjestelmä käyttää laskennassaan myös näitä tietoja useita kertoja päivässä.

Suuri yleisö sekä lukuisat ammattikäyttäjät saavat tietoa vesivaroista ja -tilanteesta internetin välityksellä. Hydrologisia mittaustuloksia välittää noin 50 jatkuvasti päivittyvää sivua ja vesistömallien ennusteet löytyvät kartta-käyttöliittymän kautta useille sadoille kohteille. Lisäksi palveluun kuuluu muun muassa päivittyviä vesitilannekarttoja ja -tiedotteita.

Tietojärjestelmien kehittämiseen on panostettu viime vuosina enemmän kuin mihinkään muuhun hydrologian osa-alueeseen. Tulokset ja palaute viittaavat siihen, että työ ei ole mennyt hukkaan. Haasteita on kuitenkin jatkuvasti edessä – yhtenä merkittävimmistä reaaliaikaisten järjestelmien ylläpito ja toimivuus.

tens of calculation and reporting applications and therefore it is connected to the databases. The hydrological modelling system handles a sturdy and versatile calculation-arsenal, which has been described more specifically elsewhere.

Broad flows of bits additionally consist of environmental satellite data and the Finnish Meteorological Institute's weather forecasts and weather radar results. The hydrological modelling system also uses this information in its calculations several times daily.

The public and many professionals receive information on water resources and current water situation through the Internet. Around 50 constantly updating pages contain hydrological measurement results, and hydrological forecasts are found through a map interface on many hundreds of sites. Additionally, the service includes amongst others updates on water situation maps and reviews.

More effort has been put over recent years on the development of data information systems than to any other hydrologic section. Results and feedback have shown that the work has not been wasted. There are however continual challenges ahead – one of the most significant being the maintenance and operation of the real time systems.

Hydrologisen palvelun johtajat

Chiefs of the hydrological service

Edvard Blomqvist	1908–1930
Henrik Renqvist	1930–1946
Åke Fabricius	1948–1952
Heikki Simojoki	1958–1968
Allan Sirén	1969–1970
Seppo Mustonen	1970–1971
Risto Lemmelä	1971–1995
Pertti Seuna	1995–1998
Ilkka Manni	1998–2001
Markku Puupponen	2002–

Kirjoittajat

Authors

Ekholm, Matti	hydrologi <i>hydrologist</i>
Hakala, Jari	kehitysinsinööri <i>surveying engineer</i>
Hassinen, Jukka	ympäristöhoitopäällikkö <i>head of the department</i>
Huttula, Timo	johtava tutkija <i>chief scientist</i>
Hyvärinen, Veli	hydrologi (emeritus) <i>hydrologist</i>
Joukola, Matti	vanhempi suunnittelija <i>senior expert, GIS</i>
Kauppi, Lea	pääjohtaja <i>director general</i>
Korhonen, Johanna	hydrologi <i>hydrologist</i>
Kuusisto, Esko	hydrologi <i>hydrologist</i>
Mäkinen, Heikki	vanhempi tutkija <i>senior researcher</i>
Mäkinen, Risto	geohydrologi <i>geohydrologist</i>
Nieminen, Jyrki	teknikko <i>technician</i>
Puupponen, Markku	yksikönpäällikkö <i>division manager</i>
Seuna, Pertti	professori <i>professor</i>
Vakkilainen, Pertti	professori <i>professor</i>
Veijalainen, Noora	hydrologi <i>hydrologist</i>
Vehviläinen, Bertel	johtava hydrologi <i>chief hydrologist</i>
Virta, Juhani	professori (emeritus) <i>professor</i>

Kuvalähteet

Photosources

Andberg, Risto:	127
Ekholm, Matti:	26, 36
Hakala, Jari:	79
Hydrologinen arkisto/SYKE:	6, 9, 10, 11, 20, 23, 28, 34, 37, 41, 47, 65, 96, 107, 111, 157, 165, 177
Hyvärinen, Veli:	12, 99, 114, 169
Jaakkonen, Matti:	30
Joukola, Matti:	150, 151
Juntunen, Jouko:	109
Järvinen, Jukka:	60, 66, 87, 98
Kotola, Jyrki:	139
Kuusisto, Esko:	17, 48, 49, 50, 52, 68, 71, 72, 74, 80–81, 82, 100, 115, 119, 125, 131, 131, 132, 159, 161, 170, 172
Nieminen, Jyrki:	135
Peltokangas, Matti:	108
Seuna, Pertti:	62
Suomalaisen kirjallisuuden seura:	57
Tano, Markku/Kuvaliiteri:	149

