



**Sven Hallinin tutkimussäätio
70 vuotta**

Vesiensuojelun opetusta ja tutkimusta Teknillisessä korkeakoulussa 1860–2009

Pertti Vakkilainen

1800-luku

Suomalaisen rakennusinsinööritaidon isä, norjalainen Endre Lekve valmistui insinööriksi Hannoverin Polyteknillisestä opistosta vuonna 1859. Hänet houkuteltiin saman tien opettajaksi Helsingin teknilliseen reaalikouluun (vuodesta 1872 Polyteknillinen Instituutti), jossa hän huolehti (rakennus) insinööriosaston opetuksesta ainoana opettajana aina vuoteen 1879 asti. Lekve oli monipuolinen rakennusinsinööri. Hän suunnitteli niin kanavia, vesilaitoksia, siltoja kuin rautateitäkin. Hänen laatimansa suunnitelman mukaan rakennettiin muun muassa Helsingin ensimmäinen vesilaitos, joka aloitti toimintansa vuonna 1876. Lekven runsas ja monipuolinen käytännön toiminta takasi opetuksen ajanmukaisuuden. Jätevesiin liittyvien asioiden käsittelystä opetuksessa ei ole kuitenkaan löytynyt mainintoja.

Insinööriosaston toiseksi opettajaksi nimitettiin vuonna 1879 Mikael Strukel, Wienin Teknillisessä korkeakoulussa oppinsa saanut slovenialainen insinööri. Strukelin antama opetus on hyvin dokumentoitu, sillä hän julkaisi luennoistaan kuusi saksankielistä kirjaa, joista neljä käsitteli vesirakennustekniikkaa. Näistä järjestyksessä toisessa (Strukel 1900) hän käsittelee vesihuoltotekniikkaa 120 sivun verran. Jätevesiä koskettavaa asiaa on tästä määrästä neljäsosa. Strukelin mukaan jätevesiä on käsiteltävä, mikäli niistä on terveydellistä haittaa väestölle tai jotakin muuta haittaa (esim. kalastolle). Hän korostaa, että vesistöllä on itsepuhdistumiskyky. Myrkykkyaineet kuten bakteerit laimentuvat ja menettävät kykynsä, kun valo ja ilma pääsevät vaikuttamaan. Strukel mainitsee, että jätevesiä

voidaan laskea vesistöön vain, jos virtaama siinä on vähintään 15 kertaa jätevesivirtaama ja virtausnopeus vähintään $0,6 \text{ m s}^{-1}$.

Jätevesien puhdistamista käsitellään kirjassa suppeasti. Strukel mainitsee mahdollisina menetelminä suodatuksen ja ilmastuksen sekä kemiallisen käsittelyn, jossa saostuskemikaalina käytetään kalkkia. Merkittävänä mahdollisuutena tuodaan esiin jätevesien johtaminen valutuskentille (paremminkin kastelukentille). Niille johdettu jätevesi osin haihtuu, osin on kasvien käytettävissä ja suurimmalta osin suotautuu maahan ja tästä syystä puhdistuu.

Jätevesikysymyksen käsittelyn ohella on tässä yhteydessä syytä mainita, että Strukel käsittelee teossarjansa ensimmäisessä osassa (Strukel 1897) kalaportaita 25 sivun verran.

1908–1960

Polyteknillinen instituutti sai yliopistotatuksen vuonna 1908 ja muuttui Suomen Teknilliseksi korkeakouluksi (TKK). Insinööriosastolla oli kaksi opintosuuntaa: tie- ja vesirakennus sekä maanviljelystekniikka. Vesirakennusta opetti vuoteen 1935 asti Axel Juselius. Vesihuoltotekniikan ja niin muodoinkin myös jätevesiasioiden opetus oli vuoden 1909 opetusohjelman perusteella suppeaa ja keskittyi viemäroinnin järjestämiskysymyksiin.

Jäteveden käsittelyn tarve toki tunnistettiin vuosisadan alkuvaiheessa. Helsinkiin ja Lahteen rakennettiin maamme ensimmäiset jätevesienkäsittelylaitokset 1910–11.

Maanviljelystekniikkaa eli maatalouden vesirakennusta opetti I.A. Hallakorpi aina vuoteen 1940. Opetusohjelma mainitsee hänen opetukseensa muun muassa kuuluneen kaupunkien likavesien käyttämisen maanviljelyksen hyväksi.

Maanviljelystekniikan opintosuunnan opinnoista merkittävä osa suoritettiin Helsingin yliopistossa. Siellä suoritettavia opintoja olivat muun muassa maanviljelysoppi sekä maanviljelyskemia ja -fysiikka.

Juseliusta seurasi vesirakennuksen professorina H.P.O. Solitander (1938–58). Hän on dokumentoinut opetuksensa neljään opetusmonisteeseen. Näistä vuonna 1954 painetussa monisteessa (Solitander 1954) on jätevesiä käsittelevää tekstiä 18 sivun verran. Esiin tulevat jätevesien puhdistamisen yleiset menettelyt: välpät, mekaaninen puhdistus, biologinen puhdistus ja saostusallas. Erityisenä menetelmänä tuodaan esiin jäteveden puhdistaminen aktiivoidulla liejulla (ts. aktiivilietemenetelmä).

Maatalouden vesirakennuksen, sittemmin vesitalouden professori Pentti Kaiteran (1942–1972) kirjallisessa tuotannossa on vuonna 1948 ilmestynyt mielenkiintoinen kirjoitus (Kaitera 1948), jossa hän kiinnittää huomiota pienten maaseutuyhteisöjen jätevesien käsittelyn tarpeeseen. Hän toteaa ensin, että ”asutus maaseudulla on harvaa, joten vesistöjen luonnollinen puhdistus kykenee torjumaan pahimmat epäkohdat”. Asutuksen keskittyminen kirkonkyläin ja liikepaikkoihin oli kuitenkin muuttamassa tilannetta siten, että ”luonnolliset puhdistusprosessit eivät enää riitä torjumaan syntyneitä epäkohtia”. Kaitera mainitsee lisäksi, että tietyissä olosuhteissa ”voivat esimerkiksi pellolle viedyt lannoitteet päästä saastuttamaan veden”. Artikkelin yhteenvedossa hän esittää muun muassa lainsäädäntöä, jolla ”asukkaat voidaan velvoittaa yhteisesti rakentamaan likajohdot” ja riittävän tehokasta valvontaa, että ”lika- ja lantavesiä ei johdeta puhdistamattomina vesistöihin”.

Kaiteran toimesta aloitettiin vuonna 1955 tutkimus, jolla pyrittiin löytämään halpa ja helppo-hoitoinen, pienille yhdyskunnilla tarkoitettu jätevedenpuhdistamo. Tutkimuskohteena oli Selänpäässä sijaitseva Valkealan Opisto. Opiston jätevedet käsiteltiin 1955–70 biologisessa suodattimessa. Opiston kasvaessa ja henkilömäärän noustessa toiselle sadalle tämä ratkaisu kävi riittämättömäksi ja vuosina 1970–75 laitos koostui suuresta saostuskaivosta ja 300 metriä pitkästä lammikkouomasta. Vuoden 1975 jälkeen fosfori saostettiin kalkkia käyttämällä ja vesi lammikkouomassa laskettiin alas, jolloin se virtasi purona. Tällä ratkaisulla päästiin kohtuullisiin tuloksiin (Vakkilainen 1981).

Kaiteran sitkeän työn tuloksena rakennettiin Otaniemeen pieni maatalouden vesirakennuksen laboratoriorakennus vuonna 1959. Laboratorio, jota laajennettiin vuonna 1966, mahdollisti muun muassa vesinäytteiden analysoinnin.

Valtioneuvosto asetti vuonna 1954 vesistönsuojelukomitean selvittämään vesistöjen ja pohjaveden likaantumiseen liittyviä kysymyksiä. Komitea sai mietintönsä valmiiksi 1958. Komitea ehdotti lainsäädännön täydentämistä, hallinnon järjestämistä, valvonnan ja tutkimuksen tehostamista, henkilökunnan kouluttamista, vesien-suojelutyön kaikenpuolista tukemista.

Vesirakennuksen professori Solitander jäi eläkkeelle vuonna 1958. Virantäytön yhteydessä TTK:n opettajaneuvostossa keskusteltiin opetusalan painotuksista.

Huoneenrakennustekniikan (talonrakennustekniikan) professori Viljo Kuuskoski toi esiin näkemyksen, että asutuskeskusten kasvaessa ja voimistuvan teollisuuden liatessa vesiä puhtaan veden hankinta ja jätevesien käsittely olivat lisänneet merkitystään. Kuuskosken mielestä vesihuolto ja vedenpuhdistus sekä hydraulikka olivat yhteiskunnan kannalta tärkeämpiä aineita kuin satamat, kanavat ja vesistöjen säännöstely, joka oli virkaan nimitetyn Viljo Castrenin (1959–68) erikoisalue.

Kuuskosken esiin nostamat ajatukset saivat ilmeisesti osaltaan aikaan sen, että kevätlukukaudella 1960 vesirakennuksen yhteydessä järjestettiin ensimmäinen vesi- ja viemärilaitoksia käsittelevä erikoiskurssi. Luentoja järjestettiin kaksi tuntia viikossa.

1960-luku

Maatalouden vesirakennuksen professuurissa 1960-luvun alku merkitsi luonnonvesien laadun tulemistakaan opetukseen. Professori Kaiteran luennoiman peruskurssin limnologian osuuden opettajana toimi professori Reino Ryhänen Helsingin yliopistosta. Oppimateriaalina käytettiin Järnefeltin kirjaa ”Vesiemme luonnontalous”. Vuonna 1967 perustettiin kurssi Sovellettu limnologia ja mikrobiologia. Ryhänen houkutteli kurssille opettajaksi Harri Seppäsen, joka hoiti opetusta yli 30 vuoden ajan. Kurssilla antamansa opetuksen Seppänen on dokumentoinut kahdessa oppikirjassa (Seppänen 1984, 1985). Teknillinen korkeakoulu promovoivat vuonna 2000 dosentti, MMT Seppäsen tekniikan kunniatohtoriksi vesien laadun ja vesiensuojelun opetuksen ja tutkimuksen hyväksi TKK:ssa tehdystä merkittävästä työstä.

Dosentti Kauko Niinivaara opettamalla kurssilla Maatalouden vesirakennus III (luentoja 2 tuntia viikossa syys- ja kevätlukukaudella) käsiteltiin opetusohjelman mukaan ”soveltuvia osia vesistötieteestä, vesien suojelusta ja maaseudun vesihuollosta”. Kurssia järjestettiin vuosina 1961–1966.

Professori Kaiteran tekemistä esityksistä on mainittava hänen vuonna 1965 laatimansa suunnitelma Helsingin rantavesien puhdistamisesta (Kaitera 1965). Suunnitelmassa esitetään jätevesien käsittelyn tehostamista ja merenlahtien vedenvaihdon lisäämistä viiden pumppaamon avulla.

Vaativattoman alun jälkeen vesirakennuksen professuurin antaman vesihuoltotekniikan opetuksen määrä kaksinkertaistui lukuvuonna 1962–63, jolloin opetusta järjestettiin sekä syys- että kevätlukukaudella. Opettajina toimivat Pentti Erko-

la (1960–63), Armas Koskenpato (1963–1965) ja Mauri Pasanen (1965–69). Heistä kaksi viime mainittua oli hakenut vesihuoltotekniikan koulutusta yhdysvaltalaisista yliopistoista.

Kaupunkiliitto ehdotti vuonna 1963 vesihuoltotekniikan tutkimuslaitoksen perustamista Teknillisen korkeakoulun yhteyteen. Vesiensuojelun neuvottelukunnan puheenjohtaja, talousoikeuden professori Eero Manner esitti opettajaneuvostossa maaliskuussa 1965 vesihuollon tarvitsevan professuuria tai ainakin apulaisprofessuuria. Hän palasi asiaan seuraavana vuonna, kun rakennusinsinööriosasto esitti vesirakennuksen yhteyteen perustettavaksi vesihuoltotekniikan apulaisprofessuuria ja kemianosasto vesiteknologian professuuria. Professori Kaiteran mielestä olisi kuitenkin ensin syytä selvittää vesialan opetuksen järjestely TKK:ssa kokonaisuudessaan.

Opettajaneuvosto päättikin perustaa työryhmän asiaa selvittämään. Puheenjohtajaksi tuli professori Manner ja jäseniksi professorit Kaitera, Hukki, Kivalo ja Castren. Toimikunta esitti maaliskuun 7. päivänä 1966 vesihuoltotekniikan professuurin perustamista ja maatalouden vesirakennuksen muuttamista vesitalouden professorin viraksi.

Toimikunnan mielestä yksi epätasapainoa aiheuttava tekijä oli maaseutukuntien vesihuollon korostuminen opetuksessa teollisuuden ja kaupunkien vesihuollon painon jäädessä vähemmälle. Toimikunta kannatti myös kemian osaston ehdotusta vesiteknologian professorin viran perustamisesta. Tämä esitys ei toteutunut. Vuonna 1974 kemian osastolle perustettiin kuitenkin ympäristönsuojelun teknologian apulaisprofessorin virka, johon nimitettiin TkL Raimo Määttä vuonna 1977.

Vesihuoltotekniikan professuuri perustettiin siis vuonna 1967 ja opetus laajeni käsittämään kolme kurssia, joissa kussakin annettiin luentoja 2 tuntia viikossa. Harjoitustehtävänä opiskelijat laativat muun muassa jäteveden käsittelylaitoksen suunnitelman. Opetuksesta vastasi DI Mauri Pasanen.

Vesihuoltotekniikan ensimmäiseksi professoriksi nimitettiin vuonna 1969 TkT Eero Kajosaari

(1969–1993). Kajosaari kehitti nopeasti vesihuoltotekniikan opetuksen korkeatasoiseksi. Hänen vuonna 1973 julkaisemansa kirja ”Vesihuolto” (Kajosaari 1973) on erinomainen.

Vesihuoltotekniikan professuurin perustaminen vuonna 1967 merkitsi vesialan opetuksen uudelleen järjestämistä. Vesirakennuksessa keskityttiin hydraulikkaan ja vesirakenteisiin. Maatalouden vesirakennus muutettiin vesitaloudeksi, ts. opiksi vesivaroista ja niiden järkevästä käytöstä. Vesihuoltotekniikkaan siirrettiin maaseudun vesihuoltoon aiemmin kuuluneet asiat.

1960-luvun lopulla vesitalouden laboratorion läheisyyteen rakennettiin 12 lysimetriä käsittävä tutkimuskenttä ja aloitettiin haihduttaa ja maa-vesiä koskeva tutkimustoiminta. Tämän ohella asetettiin tavoitteeksi selvittää haitallisten aineiden käyttäytymistä maaperässä ja huuhtoutumista pohjavesiin. Viime mainittu tutkimus alkoi kentällä 1980-luvulla.

1970-luku

Vesirakennuksen laboratorio saatiin Otaniemeen vuonna 1970. Vesihuoltotekniikka toimi vesitalouden laboratorion tiloissa aina vuoteen 1988 asti, jolloin se sai omat laboratoriotilansa. Laboratoriot mahdollistivat opetuksen monipuolistamisen ja kokeellisen tutkimuksen suorittamisen.

Professori Kaiteran mielenkiinto suuntautui 1960- ja -70-luvuilla globaaleihin ongelmiin. Erityisesti Afrikka oli hänen sydäntään lähellä. Tässä yhteydessä on syytä mainita hänen Vesitalous-lehdessä vuonna 1970 julkaisemansa näkemyksellinen artikkeli ”Ympäristön saastuminen yleismaailmallisena ongelmana” (Kaitera 1970). Artikkelissaan hän pohtii vesien, maaperän ja ilman saastumista, happamoitumista sekä ilmastoon mahdollista lämpenemistä ja siitä johtuvaa merenpinnan nousua. Näitä asioita hän käsitteli myös viimeisten vuosiansa luennoilla.

Kaiteran aloitteesta ja Kajosaaren johdolla aloitti vuonna 1972 kymmenen Itä-Afrikasta valittua opiskelijaa vesitekniikan MSc-opinnot, joiden avulla vesiensuojelun opetusta vietiin Etiopiaan, Keniaan ja Tansaniaan. Myöhemmin Tampereen teknillinen korkeakoulu otti opetuksen järjestelyvastuun.

Pentti Kaiteran siirryttyä eläkkeelle TkT Jussi Hooli nimitettiin vesitalouden professoriksi (1975–1981).

Vesihuoltotekniikan laboratorion useat tutkijat osallistuivat vuonna 1973 lähinnä Sitran (Suomen itsenäisyyden juhlarahaston) toimesta aloitettuun YVY-tutkimukseen (Tiainen 1977). Kyseisen projektin tavoitteena oli tarjota vesi- ja jätehuollon toteuttamiselle tutkimuksella nopeasti aikaansaattavaa tietoa. TKK:n tutkijoiden keskeisenä tehtävänä oli vesiensuojeluun liittyen selvittää simulointimalien käyttöä viemäriverkostojen suunnittelussa.

YVY-tutkimuksessa saatujen tulosten innoittamana nähtiin tärkeäksi käynnistää valtakunnallinen hulevesitutkimus (1977–79), jonka organisoijana ja päättäjänä toimi TkL Matti Melanen TKK:n vesihuoltotekniikan laboratoriosta. Melanen väitöstyö valmistui vuonna 1981.

Vesitalouden laboratoriossa laadittiin YVY-tutkimuksen eräänä seurauksena syksyllä 1974 yksityiskohtainen tutkimusohjelma, jossa kohdevesistönä oli Siuntionjoen vesistö ja jonka päätavoitteena oli tutkia, mitkä tekijät määräävät vesistön tilan ja mihin kuormitustekijöihin vesiensuojelutoimenpiteet tulisi kohdistaa sekä kuinka vesistöalueen vesivarojen hyväksikäytön suunnittelu tulisi suorittaa ja mitä vaatimuksia se asettaa vesivaroja ja niiden käyttöä koskevalle havaintoaineistolle.

Tutkimukseen, joka suunniteltiin viisivuotiseksi, houkuteltiin mukaan seuraavia alan toimijoita: Sitra, vesihallitus, Helsingin yliopiston limnologian, geologian ja meteorologian laitokset, Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), TKK:n vesihuoltotekniikan ja vesitalouden laboratoriot sekä Kemira.

Kiinnostusta yhteistutkimukseen ei löytynyt, mutta vesitalouden laboratoriossa päätettiin aloittaa Siuntionjoen tutkimus omin voimin. Veden laatua seurattiin kymmenen vuoden ajan 20 havaintopisteessä vesistön latvoilta aina laskujoen suuhun asti.

Valtakunnalliseen hulevesitutkimukseen liittyen selvitettiin Siuntiossa sijaitsevan Sundbyn kartanon pelto- ja metsävaltaisilta alueilta tapahtuvaa ravinteiden huuhtoutumista. Tämän tutkimuksen yhteenvetoraportti (Maasilta et al. 1980) julkaistiin vuonna 1980.

Siuntionjoen tutkimuksen eräänä painopistealueena jo 1970-luvulla olivat erityyppiset matemaattiset vedenlaatumallit. Erityinen huomio kiinnitettiin järvien veden laadun kuvaamiseen. Ravinteiden käyttäytymisen ja sedimentin merkityksen selvittäminen järviökosysteemeissä oli tässä työssä keskeistä.

1980-luku

Vesitalouden professoriksi nimitettiin Jussi Hoolin jälkeen TkT Pertti Vakkilainen (1983–2009).

Vesien laadun mallintaminen oli opetuksen ja tutkimuksen eräs merkittävimmistä painopistealueista. Ensimmäinen tätä aihepiiriä käsittelevä kurssi pidettiin vuonna 1981 Juhani Kettusen toimituksessa kurssin opettajana. Vierailevana luennoitsijana oli professori Jörgensen Tanskasta. Juhani Kettunen ja Olli Varis pitivät 1980-luvun lopulla jatko-opiskelijoiden tarpeisiin muokattuna kyseisen kurssin kahtena vuonna Asian Institute of Technologyssa, Bangkokissa.

Vuonna 1986 vesitalouden laboratorio oli yhteistyössä Salaojakeskuksen, Ohio State Universityn ja North Carolina State Universityn kanssa järjestämässä salaojitusseminaaria Otaniemessä. Suuren kansainvälisen suosion saavuttaneessa seminaarissa käsiteltiin muun muassa salaojituksen vaikutusta pelloilta valuvan veden laatuun ja vesistökuormitukseen.

Vesitalouden laboratorion toimesta ja Maa- ja vesitekniikan tuki ry:n rahoittamana järjestettiin 1987 ja 1988 laajat ympäristönsuojelukurssit vesihallituksen diplomi-insinööreille. Myös näillä kursseilla käsiteltiin monen muun aihepiirin ohella matemaattisen mallintamisen mahdollisuuksia vesien laadun ja hajakuormituksen kuvaamisessa.

Luonnollisesti samat aihealueet olivat esillä vesitalouden normaalissa opetuksessa. Siinä käsiteltiin luonnossa tapahtuvaa veden kiertokulkua, ihmisen ja veden kohtaamista ja tästä kohtaamisesta vesiin ja ihmisiin suuntautuvien erityyppisten vaikutusten arviointia. Erityistä huomiota kiinnitettiin siihen, että opiskelijat ymmärtäisivät vesiin liittyviä luonnontieteellisiä ilmiöitä ja pystyisivät niitä tarvittaessa kuvaamaan matemaattisesti.

Vesihuoltotekniikka sai laboratorioinsinöörin vuonna 1982. Lisäresurssi auttoi laboratoriotönnön kehittämiseksi. Ensimmäiseksi lisättiin oppilasharjoituksia yhteiskäytössä olleessa vesitalouden laboratoriossa. Nyt oli mahdollista aloittaa myös jätevesianalyysien teko palvelemaan vesihuoltotekniikan tutkimuksia, joita oli mahdollista tehdä laajenevassa mitassa täyden mittakaavan puhdistamoilla.

Vesihuoltotekniikka sai omat laboratoriotilat vuonna 1988 kemian tekniikan rakennuksen yhteyteen. Tämä paransi merkittävästi vesihuollon toimintamahdollisuuksia. Opetusministeriö ja myöhemmin myös TKK myönsivät erillisrahoitusta käyttää jätevesitutkimuksiin Suomenojan jätevedenpuhdistamon yhteydessä olevaa koeasemaa, joka Sitran myötävaikutuksella oli aloittanut toimintansa vuonna 1977. Koeasema oli ensin VTT:n ja myöhemmin Suomen ympäristökeskuksen (Syke) hallinnoima. Vesihuoltotekniikan laboratorio käytti koeasemaa ahkerasti 15 vuoden ajan TkL Markku Pelkosen toimiessa päätutkijana. Asemalle rakennettiin muun muassa oma pilot-laitteisto ohjaus- ja mittausjärjestelmineen.

1990-luku

Vuosikymmenen alussa valmistui kaksi merkittävää vesitalouden väitöstyötä:

- Olli Varis osoitti Vihdin Enäjärven, Kuortaneenjärven ja Tuusulanjärven aineistojen avulla, että typpikuormituksen vähentämiseen tulee suhtautua suurin varauksin, sillä seurauksena voi olla sinilevien merkittävä lisääntyminen,
- Juhani Kettunen selvitti vedenlaatua kuvaavien mallien optimaalista rakennetta ja havaintotoiminnalle asetettavia vaatimuksia.

Vuonna 1994 vesitalouden ja vesirakennuksen toiseksi professoriksi nimitettiin TkT Tuomo Karvonen (1994–2008). Hänen mukaan tulonsa vahvisti merkittävällä tavalla vesi-ilmiöiden matemaattisen mallintamisen opetusta ja tutkimusta. Erityisesti maaperässä tapahtuvien eri aineiden reaktioiden ja kulkeutumisen sekä hajakuormituksen mallintaminen kehittyivät. Tässä yhteydessä on syytä mainita, että Karvosen väitöskirja (1988) on ainoa suomalainen tutkimus, johon viitataan Journal of Hydrology -lehden 100-vuotisjuhlanumerossa.

Vuonna 1992 julkaistiin vesitalouden laboratorion toimesta kirja ”Hyödyn ja vahingon arviointi vesitaloudessa” (Äijö et al. 1992). Siinä käsitellään laajasti vaikutusten arvioinnin problematiikkaa. Kirja sisältää vesien laatuasioita, mallintamista ja ihmistoimintojen vaikutusten arviointia. Kirja toimi samannimisen kurssin kurssikirjana.

Vesitalouden laboratorion kokeellinen tutkimustoiminta suuntautui 1990-luvulla erityisesti maataloudesta tapahtuvan ravinnekuormituksen selvittämiseen. Typen käyttäytymistä maaperässä tutkittiin laboratorio-olosuhteissa ja Otaniemen lysimetrikentällä. Vuonna 1992 aloitettiin Kirkkonummella tutkimushanke, jossa mitattiin usean vuoden ajan savipellolta tapahtuvaa eroosiota sekä typen ja fosforin huuhtoutumista pinta- ja salaojavalunnan mukana. Tutkimukseen tulivat mukaan myös Salaojakeskus, Helsingin yliopisto (HY) ja Maa- ja elintarviketalouden tutkimuslaitos MTT (nykyinen Luonnonvarakeskus Luke).

Kokeellista tutkimusta seurasi peltoalueen vesitalouden sekä eroosion ja ravinteiden kulkeutumisen matemaattinen mallintaminen, joka työ jatkuu edelleen. Nykyinen teknisen vesitalouden professori Harri Koivusalo teki tämän tutkimuksen yhteydessä opinnäytetyönsä.

Lapualle sijaitsevalla peltoalueella tutkittiin vuosina 1992–1996 ja vielä vuonna 2005 säätösalaajituksen vaikutusta ravinnehuuhtoumiin ja samalla selvitettiin happamien sulfaattimaiden hiili- ja typpivaroja (kuva 1). Tyrnävällä tutkittiin 1993–1996 säätösalaajituksen ja salaojakastelun toteuttamista ja vaikutuksia. Näissä tutkimuksissa päätutkijana oli TkL Maija Paasonen-Kivekäs.

Säätösalaajitus ja salaojakastelu ovat olleet mukana maatalouden ympäristöohjelmissa, joista ensimmäinen käynnistyi vuonna 1995.

Björn Klöve, nykyinen Oulun yliopiston vesi- ja ympäristötekniikan professori, teki vuosina 1993–1994 lisensiaatintyönään urauurtavan kokeellisen tutkimuksen turvetuotannon kiintoainekuormituksen vähentämisestä. Myöhemmin hän täydensi tutkimuksensa väitöskirjaksi Lundin yliopistossa.

1990-luvulla kansainvälinen toiminta lisääntyi. Useat vesitalouden laboratorion tutkijat osallistuivat IIASAn (International Institute for Applied Systems Analysis) järjestämiin kesäkursseihin Itävallassa. Olli Varis erityisesti ja Ari Jolma toimivat IIASassa myös pitempiä aikoja tutkijoina. Varis laati muun muassa yhdessä professori László Somlyódyn kanssa laajan esityksen vedenlaatumalleista (Somlyódy ja Varis 1993).

Vuosikymmenen puolivälissä vesitalouden laboratoriossa aloitettiin luonnonmukaisen vesirakentamisen tutkimus ja opetus, jota varten perustettiin oma kurssi. Luonnonmukaisen vesirakentamisen eräänä olennaisena tavoitteena on vesistön luontaisen tilan säilyttäminen ja palauttaminen siellä missä mahdollista. Professori Vakkilainen suunnitteli kurssin ja ideoi tutkimuksen alkuvaiheet työskennellessään Wienin teknillisessä yliopistossa 1994–95. Toiminnan päävastuun on



Kuva 1. Säätosalaajituksen tutkimusalue Lapuan Ylikylässä. (Kuva Harri Koivusalo)

sittemmin menestyksellisesti kantanut TkT Juha Järvelä.

Olli Variksen tutkimustehtävät painottuivat 1990-luvun jälkipuoliskolla globaaleihin vesiongelmiin ja niiden aiheuttajiin. Näin hän jatkoi Pentti Kaiteran 1960-luvulla aloittamaa työtä. 1990-luvulla perustetulla kurssilla ”Globaalit vesikysymykset” opiskelijat saivat tuntumaa maailman mittaviin vesiongelmiin ja niiden ratkaisumahdollisuuksiin.

1990-luvun alussa professori Kajosaari sopi Savonlinnan silloisen vesi- ja viemärlaitoksen johtajan Heikki Kiurun kanssa, että TKK voi käyttää kaupungin Pihlajaniemen puhdistamoa jätevesitutkimuksissa laitoksen henkilöstön avustuksella. Puhdistamolla käynnistettiin monivuotinen (1991–1993) laitosmittakaavainen typenpoiston tutkimus- ja kehitysprojekti, jossa tavoiteltiin ratkaisuja tulevien vuosien suureen haasteeseen saavuttaa typenpoistossa taso, jota suunniteltiin tulevaisuudelle vaatimukseksi 90-luvun lopulla rannikkokaupungeille ja sisämaassa ainakin suurimmille taajamille, joista jätevedet kulkeutuvat mereen.

Tutkimustyön ensivaiheessa keskeisintä oli biologinen typenpoisto, mutta vuosina 1994–1995 siihen liitettiin myös biologinen fosforinpoisto.

Savonlinnan Pihlajaniemen puhdistamolla kehitetty yhdistetty biologinen typen ja fosforin poistomenetelmä tunnetaan nimellä HUT/Savonlinna-prosessi.

Eero Kajosaaren jälkeen vesihuoltotekniikan professoriksi nimitettiin TkT Risto Laukkanen vuonna 1994.

Jätevesienkäsittelyssä jatkettiin ravinteiden biologisen poiston tutkimuksia. Puhdistamoiden suunnitteluun ja mitoittamiseen otettiin mukaan jätevesien karakterisointi. Sen tuloksia voitiin hyödyntää muun muassa typenpoistoprosessin simuloinnissa. Matemaattisten työkalujen käyttö oli yksi Risto Laukkasen suosikkiaiheista. Tekesin vuosina 1997–2001 rahoittaman Vesihuolto 2001 -ohjelman puitteissa sekä talous- että jätevesien käsittelyn tutkimustoiminta vesihuoltotekniikan laboratoriossa laajeni entisestään.

Kaatopaikoilta valuvat suotovedet saattavat muodostaa huomattavan kuorman ympäristölle ja jäteveden puhdistamoille. Näiden vesien käsitteilyyn liittyvää tutkimustoimintaa tehtiin TkL Markku Pelkosen johdolla muun muassa Ämmässuon, Nurmijärven ja Mankkaan kaatopaikoilla koko kymmenluku.

2000-luku

TKK:n vesitekniikka sai uuden laboratoriorakennuksen vuonna 2002. Vesitalouden vanhasta laboratoriorakennuksesta ja kemian rakennuksesta sijainneesta vesihuoltotekniikan laboratorista luovuttiin ja henkilöstö pääsi muuttamaan saman katon alle. Tämä auttoi tehostamaan toimintaa ja edesauttoi yhteistyön kasvua vesitekniikan eri opipiaineiden kesken. Uudet laboratoriotilat mahdollistivat entistä syvällisemmän tutkimustoiminnan mm. jätevesien mikrobiologian alalla ja lisäsivät analysointi- ja koetoimintavalmiuksia eri osa-alueilla.

Lysimetrikentältä alkanut ja muun muassa Sjököllän peltoalueilla tehty tutkimustoiminta jatkui jo 50. vuosikymmenellä. Pertti Vakkilaisen ja Tuomo Karvosen aloittamaa mallintamistyötä jatkoivat mm. Harri Koivusalo, Teemu Kokkonen, Lassi Warsta ja Hanne Laine-Kaulio väitöskirjatutkimuksissaan. Warstan kehittämällä kolmidimensio-naalisella simulointimallilla FLUSH on mahdollista monipuolisesti kuvata veden virtausten ohella eroosiota ja monien muiden aineiden kuten typen ja fosforin huuhtoutumista maa-alueelta. FLUSH-mallissa maaperän makrohuokokset kuten halkeamat ja juurten sekä matojen tekemät reiät voidaan ottaa asianmukaisesti huomioon.

Vesitalouden kokeellisen tutkimuksen painopiste asetettiin vuonna 2001 taajamahydrologiaan (Vakkilainen et al. 2005). Tämä tutkimus oli jatkoa Matti Melasen hulevesiä käsitellelle väitöskirjatyölle. Havaintotoiminta aloitettiin kolmella erityyppisellä pienehköllä valuma-alueella Espoossa. Erityisen mielenkiintoista oli seurata, miten raken-

taminen muutti valuntaa ja vedenlaatua. Saunalahden alue oli havaintotoiminnan alkaessa metsää ja sen loppuessa vuonna 2006 tiheään rakennettua kerrostaloaluetta. Tutkimuksen pääasialliset tulokset käyvät ilmi Nora Sillanpään väitöstyöstä.

Vuosina 2006–2009 jatkettiin kokeellista ja laskennallista tutkimusta peltoviljelyn aiheuttamasta vesistökuormituksesta. Tässä yhteistutkimushankkeessa (PVO – Pellon vesitalouden optimointi) selvitettiin muun muassa eri salaojitusmenetelmien vaikutuksia pelloilta tapahtuviin ravinnehuuhtoumiin. Koealueina olivat Nummelan peltoalue Joki-oisilla ja Gårdskulla Gårdin peltoalue Siuntiossa. Tutkimukseen osallistuivat TKK, MTT, HY, Syke, Salaojakeskus ja Sven Hallinin tutkimussäätiö. Tätä tutkimusta on 2010-luvulla jatkettu.

Tässä yhteydessä on syytä mainita FINCIDin ja virolaisen veljesjärjestön ESTCIDin yhteistyönä kesäkuussa 2008 Helsingissä ja Tallinnassa järjestämä kansainvälinen seminaari ”Maankuivatus ja ympäristö”, jonka järjestelyissä vesitalouden laboratoriolle oli tärkeä osa.

Vesitalouden laboratorion, Salaojayhdistys ry:n ja Sven Hallinin tutkimussäätiön yhteistyönä julkaistiin vuonna 2009 oppikirja (Paasonen-Kivekäs et al. 2009), johon aiemmin mainittujen maatalous-alueiden vesitaloutta ja vesistökuormitusta sekä luonnonmukaista vesirakentamista koskevien tutkimusten tuloksia on koottu. Tämän kirjan ensimmäinen painos myytiin nopeasti loppuun ja toinen, täydennetty painos julkaistiin keväällä 2016.

Yksittäisenä selvityksen kohteena oli Suomen maatalouden ravinnekuormitus Suomenlahteen. Sen selvittämiseksi teetettiin kaksi opinnäytetyötä ja käytettiin HELCOMin tilastoja sekä olemassa olevia tutkimustuloksia muun muassa merivirtojen kuljettamien ja sedimentistä vapautuvien ravinteiden määrästä. Osoittautui, että Suomen maataloudesta mereen joutuva fosforimäärä oli vain prosentin luokkaa Suomenlahden vesimassan kokonaisfosforikuormituksesta (Vakkilainen 2010). On lisäksi syytä huomata, että peltoalueilta huuhtoutuvan fosforin määrästä vain noin viidesosa on liukoissa muodossa.

Globaaleja vesikysymyksiä käsittelevä kurssi laajeni Olli Variksen toimesta suosituksi opetuspa-
ketiksi ”Sustainable Global Technologies”. Varis ja
hänen johtamansa tutkimusryhmä ovat työsken-
nelleet muun muassa Mekong-joen, Kiinan jokien,
Niilin ja Senegal-järven ongelmien parissa. Näissä
selvityksissä vesiensuojelu on ollut tärkeänä osana.
Tutkimuksen korkeasta tasosta on mainiona indi-
kaationa Variksen julkaisema artikkeli Nature-leh-
dessä. Kyseisessä artikkelissaan hän käsittelee Kes-
ki-Aasian vesikatastrofia ja sen kytkeytymistä po-
liittisiin ja taloudellisiin ongelmiin alueella.

Dosentti TkT, MMM Olli Varis kutsuttiin ve-
sitalouden professoriksi vuonna 2008. TkT Harri
Koivusalo nimitettiin teknisen vesitalouden pro-
fessoriksi vuonna 2009.

Vuodet 2000–2007 vesihuoltotekniikan pro-
fessorina toimi TkT Heikki Kiuru, ja vuoden 2008
alusta professoriksi nimitettiin TkT Riku Vahala.

Koetoiminta Savonlinnan jätevedenpuhdistam-
olla jatkui tutkija Anna Mikolan vetämänä vuosi-
na 2002–2004. Tutkimus keskittyi olemassa olevan
esiselkeytysaltaiston hyödyntämiseen kuormitus-
vaihteluiden tasaajana.

*Edellä mainittujen toimintojen lisäksi TKK:n
opettajat ja tutkijat ovat ohjanneet suuren mää-
rän korkeakoulun ulkopuolella toteutettuja ve-
siensuojelua käsitteleviä opinnäytetöitä. Myös
tällä tärkeällä tavalla TKK:n asiantuntemus on
hyödyttänyt suomalaista yhteiskunta.*

Teknillisen korkeakoulun toiminta itsenäisenä yli-
opistona päättyi 31.12.2009.

Lähteitä

- Kaitera, P. 1948. Viemäröinnistä ja veden hankinnasta
maaseudulla. Maalaiskunta n:o 1/1948. 5 s.
Kaitera, P. 1965. Helsingin rantavesien puhdistaminen.
Vesitalous 1/1965. 17 s.
Kaitera, P. 1970. Ympäristön saastuminen yleismaail-
mallisena ongelmana. Vesitalous 2/1970. 5 s.

- Kajosaari, E. 1973. Vesihuolto. RIL 93. Hämeenlinna.
374 s.
Maasilta, A., Pekkarinen, M., Tuononen, E., Vakkilai-
nen, P. 1980. Ainehuuhtoutumista pelto- ja metsä-
valtaiselta alueelta Siuntionjoen vesistöissä. TKK,
vesitekniikan laitos. Julkaisu n:o 18. 36 s.
Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa R., Vakkilainen, P., Äi-
jö H. (toim.). 2009. Maan vesi- ja ravinnetalous –
ojitus, kastelu ja ympäristö. Salaojayhdistys ry. Jy-
väskylä. 452 s.
Seppänen, H. 1984. Sovellettu limnologia I. Otakustan-
tamo. Espoo. 239 s.
Seppänen, H. 1985. Sovellettu limnologia II. Otakustan-
tamo. Espoo. 224 s.
Solitander, H.P.O. 1954. Vesirakennusoppi, osat VII–IX.
Teknillinen korkeakoulu, moniste n:o 20. Helsinki.
75 s.
Somlyódy, L., Varis, O. 1993. Modeling the quality of ri-
vers and lakes. Teoksessa: Zannetti, P. (toim.). En-
vironmental Modeling: Computer Methods and
Software for Simulating Environmental Pollution
and its Adverse Effects, Vol. I: 141–224. CMP, Sout-
hampton & Elsevier, London.
Strukel, M. 1897. Der Wasserbau nach den Vorträgen
gehalten am Polytechnischen Institute in Helsing-
fors. I Theil. Helsingfors, Leipzig. 144 s.
Strukel, M. 1900. Der Wasserbau nach den Vorträgen
gehalten am Finnländischen Polytechnischen In-
stitute in Helsingfors. II Theil. Helsingfors, Leipzig.
164 s.
Tiainen, V-M. 1977. Yhdyskuntien vesihuollon tutki-
mus ja tutkimustarve. Vesihuoltotekniikan lisen-
siantyö TKK:ssa. 243 s.
Vakkilainen, P. 1981. Avo-oja jäteveden puhdistajana.
Vesitalous 1/1981. 4 s.
Vakkilainen, P. 2010. Näkökulmia vesitalouteen. Vesita-
lous 1/2010. ss. 17–22.
Vakkilainen, P., Kotola, J., Nurminen, J. 2005. Rakenne-
tun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta. Suo-
men ympäristö 776. Ympäristöministeriö. Helsinki.
115 s.
Äijö, H., Siivola, L., Vakkilainen, P. (toim.) 1992. Hyö-
dyn ja vahingon arviointi vesitaloudessa. Teknilli-
nen korkeakoulu, vesitalouden laboratorio. Tampe-
re. 560 s.

*Yleislähteenä on käytetty TKK:n rakennusosaston histo-
riaa: Julkunen, J. 2008. Kyhäysopista rakennus- ja ym-
päristötekniikkaan. Gummerus Oy, Jyväskylä. 208 s.*