

VESIHUOLLON 10 000 VUOTTA

Petri Juuti ja Tapio Katko

Vettä ihminen on joutunut hankkimaan ja heittämään koko olemassaolonsa ajan, mutta varsinaisesta vedenhankinnasta ja viemäroinnistä on säilynyt tietoja samoilta ajoilta kuin varhaisesta kaupunkikulttuuristakin. Esimerkiksi Egyptistä on havaintoja kaivoista ja Mesopotamiasta kivistä sadevesikouruista jo 3000 eKr. Näiden varhaisten järjestelmien ja nykyisen vesihuollon välillä on hyvin paljon yhtäläisyyksiä. Vesihuolto ja sen taso ei ole niinkään sidottu aikaan ja paikkaan kuin yhteiskunnan valmiuteen ottaa vastuu yksilöä ympäröivän terveydellisen ympäristön kehittämistä. Vesihuollolla on todella pitkä historia, jossa erottuu selkeästi neljä eri kautta: muinainen vaihe, roomalaisten aika, keskiaika ja nykyaika.

Varhaiset vesijohdot

Mesopotamian yhdestä ensimmäisistä ja tunnetuimmista kaupungissa, Urissa, arvellaan vuoden 2000 eKr. asuneen noin 360 000 ihmistä. Kaupungissa oli sadeveden poistojärjestelmä, ja jopa vesivessa löytyi yleisesti yksityiskodeista. Indusjoen laaksossa noin 2000 vuotta eKr. kukoistaneen Harappa-kulttuurin jäännöksistä on löytynyt tiilillä peitettyjä kanavia, jotka johtivat vettä kylpylöihin. Nykyisessä Pakistanissa Indusjoen alajuoksulla sijaitsevan Mohenjo-daron pronssikautisessa kaupungissa on nähtävissä jopa satoja muinaisia kaivoja ja vesijohtoja. Vesijohtoputket olivat poltettua savea ja niitä tehtiin vakio-

kokoisina. Yhden putkielementin pituus oli 60 tai 75 cm ja saumat tiivistettiin savella.¹

Egyptissä oli käytössä patoja ja kanaaleita, jotka vaativat paitsi insinööritaitoja myös säännöllistä kunnossapitoa. Egyptistä tunnetaan tiittävästi varhaisin vedenpuhdistusjärjestelmä, jossa vettä tai viiniä puhdistettiin laskeuttamalla sakat pohjalle.

Aristoteleen aikana 384–322 eKr. tunnettiin jo laajalti vedensuodatus huokoisen saven läpi. Intiassa jo 2000 vuotta eKr. osattiin puhdistaa vettä keittämällä, pitämällä sitä pitkään auringonvalossa tai suodattamalla sitä hiekan läpi.² Vanhan Testamentin Mooseksen kirjoissa on useita kuvauksia

vesijohdoista sekä kaivoista, niiden rakentamisesta, käyttöoikeudesta, omistuksesta ja suojauksesta. Assyrian pääkaupunkia Niniveä kahdeksannella vuosisadalla eKr. ympäröi muuri, jonka sisäpuolelle tuotiin vettä johdolla.³ Antiikin ajoilta tunnetaan parhaiten roomalaisten rakentamat gravitaatiovesijohdot eli akveduktit. Vanhimmat niistä on löydetty Kaldean Urista.⁴ Vesi johdettiin akvedukteja pitkin kaupunkeihin, joissa se jaettiin lyijyputkista tehdyllä verkostolla. Verkostoihin oli liitetty myös varastosäiliöitä. Yksityiset vedenkäyttäjät maksoivat veroa putkiensa läpimitan mukaan.⁵

Jo roomalaisten edeltäjillä, etruskeilla, oli ilmeisesti varsin kehittynyt vesihuolto kaupungeissaan. Onkin todennäköistä, että roomalaiset hyödynsivät etruskeilta peräisin olevaa tietämystä omissa järjestelmissään. Rooman valtakunnan alkaessa murentua akvedukteja oli kaikkiaan 19 kappaletta ja niiden yhteispituus oli yli 600 km.⁶ Rooman akveduktien yhteispituus vastaa esimerkiksi Tampereen kaupungin vesijohtoverkon pituutta 1980-luvun loppupuolella! Kulutus Roomassa oli kuitenkin

kertaluokkaa suurempi. Vuoden 100 tienoilla Rooman akvedukuktit toivat vettä 0,7 miljoonaa kuutiometriä vuorokaudessa eli vuodessa vettä tuli kaupunkiin noi 250 miljoonaa kuutiometriä.⁷ Karkeasti voidaan sanoa, että Tampereen vedenkulutuksen ollessa suurimmillaan juuri ennen öljykriisiä 1970-luvun alussa kulutti Tampere vettä vuodessa saman verran kuin Rooma kuukaudessa.

Yksi Frontinuksen, Rooman vesikomissaarin – *curator aquarum* – vuosina 97–103/104 jKr. huolista oli, että vettä otettiin paljon laittomasti maanviljelyksen tarpeisiin Rooman ulkopuolella. Tämä aiheutti ajoittain tilanteen, jossa Rooman kaupungissa ei ollut tarpeeksi vettä katujen puhdistamiseen. Vastaavista maanviljelyksen aiheuttamista ongelmista löytyy esimerkkejä 1990-luvun lopulta.⁸ Turvallisen ja luotettavan vesivarannon ja jakelun järjestäminen vaati ratkaisuja moniin vielä nykyäänkin olemassa oleviin ongelmiin. Veden varastamisen lisäksi onglemaa tuottivat paineen säilyttäminen, ilmanvaihto, paineiskun estäminen ja vuotojen eliminoiminen.⁹

Antiikin kreikkalaiset tekivät 220-luvulla eKr. pronssisia paineputkia, joissa vedenpaine oli korkeimmillaan 200 metriä. Putket ympäröitiin kivistä poratuilla kauluskappaleilla. Tällaista sukellusjohtoa, jossa oli kolme halkaisijaltaan 100 mm rinnakkaista putkea, käytettiin muun muassa Pergamonissa. Kreikkalaisten arvellaan jo kuitenkin havainneen, että lyijyputkien käyttö on terveydelle vaarallista.¹⁰

Roomalaisten muinaiseen veden-toimitus- ja -jakelujärjestelmään kuului myös säiliöitä ja selkeytysaltaita. Insinööri Vitruvius kirjoitti noin 25 eKr.



Egyptistä faarao Amenophios II:n hautakammioista löydetty seinäpiirros veden- tai viininselkeyttimestä vuodelta 1450 eKr.

veden varastointitekniikasta. Hän suunnitteli holvatut katteet avoimille kanaville veden suojaamiseksi suoralta auringonvalolta ja haihtumisen sekä leväkasvun estämiseksi. Akveduktit kuljivat tarvittaessa myös tunneleissa. Myös ilmanvaihdosta oli huolehdittu. Vesi virtasi ilman pumppuja tai muuta mekaanista järjestelmää ja tämä aiheutti rajoituksia korkeuskulmille ja etäisyyksille, joihin vettä voitiin siirtää. Ilman kloorausta veden puhtaana pysymisen kannalta oli erittäin tärkeää pitää vesi liikkeessä. Asettamalla säiliöitä muutaman mailin välein putken varrelle roomalaiset välttivät koko järjestelmän tyhjentämisen korjausten aikana. Heillä oli myös vakiomallit vahvistetuista putken liitoksista.¹¹ Antiikin ajoilta on peräisin myös varhainen palonsuojelu, esimerkiksi paloruisku keksittiin 250 eKr. Aleksandriassa Egyptissä.¹²

Rooman valtakunnan luhistuttua unohtui järjestetty vesihuolto pitkäksi aikaa ja sen mukana haihtui myös käsitys siitä, että yhteiskunnan tuli huolehtia yksilöiden perustarpeista kuten puhtaasta vedestä ja viemäroinnistä. Keski-aikaisissa kaupungeissa vedenhankinta perustui kaivoihin, jotka sijaitsivat joko kaupunkien ulkopuolella tai kaupunkialueella. Ainakin jo tuolta ajalta tunnetaan myös yksityinen vedenmyynti, jossa vedenmyyjä vei aasikärryillä vettä asiakkaiden oville saakka.

Pariisiin vesihuollosta vastasi 1700-luvulla arviolta 20 000 vedenmyyjää ja Kairossa heitä arvioitiin keskiajalla olleen jopa 100 000.¹³ Samanlaista tekniikkaa käytetään vielä nykyään hyvin paljon kehitysmaiden kaupunkien slummeissa. Yksittäisiä vesijohtohankkeita tosin löytyy keskiajaltakin. Esimerkiksi

1200-luvulla munkit rakensivat Pariisiin maanalaisen akveduktin. Lontoon tietävästi ensimmäinen vesijohto rakennettiin lyijyputkista 1250-luvulla.¹⁴

Varhaiset viemärit

Holvattuja viemäreitä on löydetty Ninivestä ja Babylonista seitsemänneltä vuosisadalta eKr., ja eräissä sivilisaatioissa noin 2500 eKr. salaojitus- ja viemärointijärjestelmät olivat yleisiä yksityisissäkin kodeissa. Voidaan jopa väittää viemärointitekniikan huonontuneen noista ajoista aina 1800-luvun puoleenväliin saakka.¹⁵ Mesopotamialaiset Assyrian ja Babylonian imperiumit sekä niiden edeltäjät Sumerian ja Akkadian valtiot olivat myös kunnallistekniikaltaan edistyneitä. Esimerkiksi Eshnunnan kaupungista 50 kilometriä nykyisestä Bagdadista koilliseen on paljastunut tiiliviemäreitä, jotka ovat yhteydessä vedellä huuhdeltuihin käymälöihin. Eshnunna on ajoitettu karkeasti noin vuoteen 2500 eKr. Vanhimmat löydöt käymälöistä ovat Babyloniasta noin 2000 eKr. sekä Kreetalta ja Egyptistä noin 1400 eKr. Käymälät toimivat vesihuuhtelulla.¹⁶

Induksen sivilisaatio noin 2550 eKr. tunnetaan parhaiten Mohenjo-daron kaivauksista sekä suuremmista raunioista, Harappasta. Mohenjo-daron ylimmät kerrokset on ajoitettu noin vuoteen 2550 eKr. Näillä Indus-ihmisillä oli korkealle kehittynyt kulttuuri, joka oli samankaltainen kuin Mesopotamian ja Egyptin kulttuurit. Indus-kulttuurin kaupungeissa oli hyvin rakennetut tilavat talot ja kylpylät, joissa oli tiiliset viemärit.¹⁷ Mohenjo-daron jokaisessa



Roomalaisten rakentama akvedukti lähellä Jerusalemia. Kuva: T. Katko

talossa oli kylpyhuone, joka oli sijoitettu kadun puolelle, jotta jätevesi voitiin helposti poistaa katuviemäriin. Myös löydetyt käymälät oli samasta syystä sijoitettu kadun puolelle. Pesupaikat sijaitsivat heti käymälöiden vieressä. Jos kylpyhuoneet ja käymälät olivat ylemmissä kerroksissa, käytetty vesi johdettiin seiniin rakennettuja pystysuoria terrakottaputkia pitkin. Kylpy- ja keittiövedet sekä käymälöiden jätevedet ja sadevesi eivät tavallisesti päässeet suoraan katuviemäriin, vaan kulkivat sinne tiilellä vuorattujen kuoppien kautta, joissa oli 3/4-korkeudella pohjasta poistoaukot katuviemäriin. Näitä kuoppia puhdistettiin ajoittain kuten myös saostuskaivoja viemäreiden varrella. Kuoppia voidaan pitää sakokaivojen ja hiekan erottimien edeltäjinä. Niiden ylläpito viittaa myös ensimmäisten puhtaanapitotyöntekijöiden tarpeeseen. Joissain taloissa vesi tyhjennettiin kadulle seiniin asennettujen pystysuorien putkien juurella oleviin savikannuihin. Jokaisella kadulla ja kujalla oli yksi tai kaksi viemäriä, joissa oli tiili- tai kivikannet, jotka voitiin nostaa tukosten poistamiseksi. Viemärit olivat 18–24 tuumaa katutasen alapuolella ja vaihte-

livat 12 tuumaa syvästä ja 9 leveästä 24 tuumaa syvään ja 18 leveään.¹⁸

Monissa taloissa oli omat kaivot rakennusten sisällä. Nämä olivat tavallisesti pyöreitä, joskus myös ovaalin muotoisia, ja niissä oli kivi- tai tiilipeite lattiatasossa ja tiilivuoraus jonkin matkaa alaspäin. Joissain tapauksissa katuviemärit kulkivat liian lähellä kaivoja ja on mahdollista, että likavedet saastuttivat juomaveden. Kokonaisuudessaan Mohenjo-daron rauniot antavat kuvan yhteisöstä, jossa sekä henkilökohtaisesta että yhteisön puhtaudesta huolehdittiin tehokkaasti ja jossa vesivarannot oli riittävästi turvattu pilaantumiselta.¹⁹

Egeanmeren ympäristössä noin 3000–1000 eKr. kukoisti kulttuuri, jonka hienoimmat piirteet nähdään Minoksen palatsissa Knossoksessa Kreetalla. Minolaiset olivat kehittäneet huomattavat tiedot hydraulikasta ja rakensivat suihkulähteitä. Nämä osoittavat, että he ymmärsivät, miten vettä siirretään paineen avulla. Palatsin varhaisimpien osien joukosta on löydetty terrakottaputkia, joissa oli liitoskappaleet. Juomavesi hankittiin osittain kaivoista, joissa oli terrakottavuoraus. Erityisesti

keski-minolaisella kaudella noin 1900–1700 eKr. rakennettiin taidokkaita kivi- viemärijärjestelmiä, joilla johdettiin jät- teet, sadevesi ja jätevesi pois. Pääviemäri kuljetti jätteet kauas palatsista.²⁰

Jokaisessa palatsin osassa oli oma viemärijärjestelmänsä, joka oli yhteydes- sä pääviemäriin. Näissä järjestelmissä oli pystysuoria putkia, jotka toimivat sekä kattoviemäreinä että ilmanvaihto- kanavina. Tällaiset järjestelmät näyttä- vät kuuluneen jokaiseen kreetalaiseen rakennukseen. Kreetan jatkuvat sateet pitivät huolta koko viemärijärjestelmän huuhtelusta. Palatsissa oli käymälöitä, jotka olivat suoraan yhteydessä pysty- suoriin kuiluihin ja vaakasuoriin viemäriin. Ne ilmeisesti huuhdottiin tyhjentämällä suuri kannu vettä pönt- töön. Istuimena toimi puulauta, joka oli asetettu pystysuoraan sivuseinien koloihin. Roskat ilmeisesti vietiin pyöreisiin vuorattuihin kuoppiin, jotka olivat halkaisijaltaan viisimetrisiä. Niitä puhdistettiin tarpeen mukaan.²¹

Indus-sivilisaatio ja Egeanmeren sivilisaatio noin 3400–1200 eKr. ovat hyviä esimerkkejä siitä, miten varhaiset valistuneet ihmiset hoitivat yhdyskun- nan viemäroinnin.

Yli 5000 vuotta sitten kaupunkien rakentajat käyttivät savitiiliä maanalais- ten viemärien vuoraamiseen. Muinaises- sa Babyloniassa ensimmäinen sylin- terinmuotoinen saviputki muotoiltiin dreijan avulla. Vaikka niitä käytettiinkin ensisijaisesti salaojitukseen, joitain käy- tettiin myös talojen viemärointiin. Knossoksen palatsissa kivi-kuilut, kana- vat ja saviputket johtivat sadeveden sala- ojiin ulkoseinällä. Jokainen putki oli suipennettu sopimaan seuraavaan kaulusliitoksella. Varhaiset roomalaiset

insinöörit käyttivät savea suuressa mää- rin, mutta roomalaiset tunsivat se- mentinkäytön ainakin jo kolmannella vuosisadalla eKr., ja ensimmäisellä vuo- sisadalla jKr. betoni oli jo yleinen raken- nusmateriaali. Saviputkea käytettiin osana Caracallan kylpylöiden säteily- lämmitysjärjestelmää.²²

Roomaan ryhdyttiin rakentamaan viemärijärjestelmää jo 500 eKr. Vie- märeillä kuivatettiin samalla kaupungin alueella sijainnut laaja suoalue. Työn aloitti jo vuonna 534 eKr. etruskiku- ningas Tarquinius Superbus, ja päätar- koituksena tällöin oli kuivattaa suoalue, josta myöhemmin tuli Forum Ro- manum. Rooman kuuluisa viemäri Cloaca Maxima oli täten ensisijaisesti sadevesien ja maanalaisen veden poista- mista varten. Sitä kuten muitakaan vas- taavia ei suunniteltu viemäreiksi niiden nykymerkityksessä, eikä niistä ei ollut yhteyksiä taloihin ja eikä jätteitä ollut tarkoitus kaataa niihin suoraan. Ulos- teet ja muut jätteet heitettiin kadulle, josta ne huuhdottiin viemäriin katu- jen siivouksen yhteydessä. Rooman jäte- vesijärjestelmä ei kuitenkaan ollut yhtä hienostunut kuin minolainen järjestel- mä eikä edes yhtä viimeistelty kuin Roo- man vesijohtojärjestelmä. Rooman mah- tavat maanalaiset viemärit eivät yleensä olleet yhteydessä taloihin: Cloaca Maxima rakennettiin maanpinnalta tu- levaa jätevetä varten.²³

Julkisen terveydenhoidon tarpeita ei Roomassa juurikaan tiedostettu ja pa- kollista viemärointiä olisi pidetty yksi- lön oikeuksien loukkauksena. Myös sa- devedet virtasivat omalla painollaan. Yhä käyttökelpoinen Arkhimedein ruuvi, joka oli keksitty noin 220 eKr., kuitenkin tunnettiin, sitä esitteli jo ai-

kaisemmin mainittu Vitruvius.²⁴ Ensimmäisillä viemäreillä kuivattiin myös Suomen kaupunkeja yli 2300 vuotta myöhemmin. Esimerkiksi Tampere kärsi vesiperäisestä maasta 1800-luvun loppupuoliskolla.²⁵ Roomassa pienet viemärit johtivat suureen kivistä muurattuun Cloaca Maximaan, joka oli neljä metriä leveä ja viisi metriä korkea ja joka on yhä käytössä 2500 vuotta myöhemmin. Rooman valtakunnan luhistuttua järjestetty vesihuolto, monen muun asian ohella, unohtui Euroopassa pitkäksi aikaa, samoin kuin yleensä käsitys siitä, että yhdyskunnan tulee huolehtia jäsentensä hyvinvoinnista muunmuassa järjestämällä toimiva vesi- ja jätehuolto. Rooman perintö ei onneksi mennyt aivan hukkaan, vaan periytyi Bysanttiin ja muslimimaailmaan.

Keskiaika ja vesihuolto

Rooman keisarikunnan luhistuttua näyttää insinööri- ja rakennustaitokin pitkälti unohtuneen. Viemäroinnin kehitys pysähtyi, ja ennen niin mahtavan miljoonakaupungin väkilukukin romahhti 500-luvulla noin 30 000 asukkaaseen. Myös muualla tilanne oli surkea: Berliinissä jätteet kasaantuivat Pyhän Pietarin kirkon eteen, kunnes vuonna 1671 laki vaati jokaista kaupunkiin tulevaa maalaista viemään lastin mukanaan pois lähtiessään. Harvat saatavilla olevat tiedot saviputkien käytöstä keskiajalla paljastavat, että niitä käytettiin pääasiassa paikallisaatelin ja suurten maanomistajien linnojen viemärointiin. Likakaivoja muurattiin jopa asuinhuoneiden alapuolelle. Pyhän saksalais-roomalaisen keisarikunnan keisarin koollekutsumassa ko-

kouksessa vuonna 1183 pääsalin lattia petti ja aateliset ja ritarit tippuivat lika-kaivoon, jonne monet myös kuolivat. Itse keisarikin pelastui vain hädin tuskin.²⁶ Tanskassa käymälöiden tyhjennys kuului pyövelille, joka ilmeisesti suoritti tehtävän kehnosti, sillä vuonna 1583 Helsingörissä asuva hollantilainen raivostutti yhteisön siivoamalla itse käymälänsä, kun kaupungin viranomaiset eivät useiden yritystenkään jälkeen saaneet tehtävää suoritetuksi.²⁷

Keskiajan Pariisin kadut olivat täynnä jätteitä: Montaigne valitti, että oli vaikeaa löytää vuokra-asuntoa, jossa kadulta tullut löyhy ei häirinyt. Vuoden 1531 laki vaati vuokranantajilta käymälää jokaiseen taloon, mutta lakia ei juuri valvottu. Suuren vallankumouksen aikoihin Pariisissa oli runsaasti niinsanottuja eriöitä, mutta ne olivat ilmeisesti niin saastaisia, että niitä karteltiin. Suosikkipaikka oli Tuileriesin terassi, joka lopulta tuli niin likaiseksi, että superintendentti pystytti käymälän ja peri kahden soun käyttömaksun. Raivostuneena korkeasta hinnasta kansa siirtyi ulostamaan kuninkaallisen palatsin alueelle pakottaen Orleansin herttuan rakentamaan tusinan eriöitä, joita siivottiin paremmin kuin muita. Louvressa ihmiset ulostivat estoitta piholla, portailla ja parvekkeilla sekä oven takana. Jos tavalliset ihmiset syyllistyivät tällaiseen toimintaan, oli ylemmissäkin luokissa moinen tavallista. Esimerkiksi vuonna 1606 kiellettiin kaikilta Saint Germainin palatsin asukkailta siivoton käytös, ja heti samana päivänä kuninkaan poika virtsasi huoneensa seinälle. Ulosteiden poisto myös keskiajan Englannissa oli ongelmallista. Lordit linnoissaan käyttivät

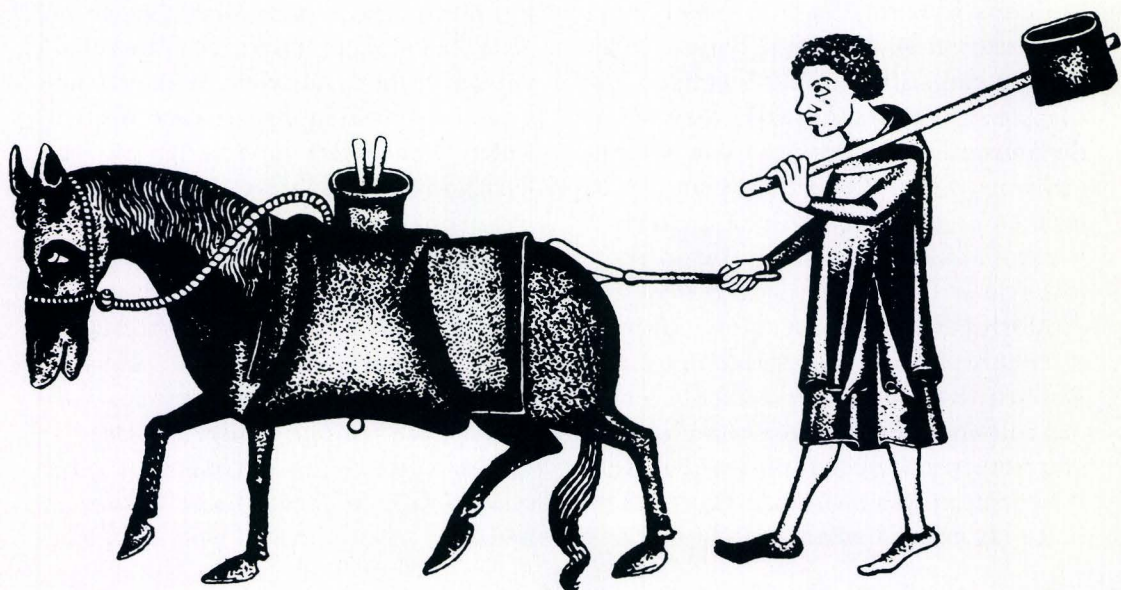
useita eri menetelmiä: jos vallihaudassa oli virtaava vesi, rakennettiin käymälöitä joskus olkakivien päälle ulkoseinään, niin että ulosteilla oli vapaa pudotus vallihautaan. Talvella järjestely oli kylmä ja vetoinen ja ulkoseinä oli saastainen. Toisin paikoin seiniin tai erillisiin torneihin rakennettiin luiskia.²⁸ Tällaiset järjestelyt olivat tyypillisiä myös Suomen linnoissa,²⁹ joista tiedetään, että muunmuassa ennen kuninkaallisten vierailua tai suurempia juhlia seinät kalkittiin tai puhdistettiin muuten ulosteista.

Jos virtaavaa vettä ei ollut jätteiden poiskuljetukseen, rakennettiin jätekuoppia tai likakaivoja erilaisten kuilujen kautta yläpuolelta tulevien jätteiden säilytykseen. Kuilut rakennettiin tavallisesti savupiippujen paksuihin seiniin. Joissain harvoissa tapauksissa, ku-

ten Westminsterin palatsissa, oli rakennettu putkia tai kanavia ylivuotojen varalta. Tämä putkisto tukkeutui kuitenkin 1307 niin pahasti, että se piti puhdistaa ja korjata.³⁰

Keskiajan Lontoossa ongelmaa pahensi liikakansoitus. Yleisiä käymälöitä, joissa oli juokseva vesi jätteiden puhdistamiseksi, tunnetaan Lontoosta jo ennen vuotta 1290. Vuokrataloissa käymälöitä oli riittämättömästi. Normaaliaikoinakin huomattava määrä jätteitä heitettiin kaduille riittämättömien ja pahanhajuisten käymälöiden vuoksi, mutta epätavallisina aikoina ongelma moninkertaistui. Ruttovuonna 1349 kuningas määräsi kaupungin viranomaiset siivoamaan kaduille kertyneet jätteet, jotka pilasivat ilman, vaikka kaupungin asujaimistoa oli ruton jäljiltä vain kolmasosa entisestään.³¹ Ruot-

Vedenmyyjä 1300-luvun keskiverooppalaisessa kaupungissa. Piirros: Lüttrell Psalter v. 1338.



sisä Götajoen varrelta on löytynyt 1200–1300-luvulta peräisin oleva, tammilankuista tehty poikkileikkaukseltaan neliskulmainen viemäri.³²

Kaivot ja vedennostolaitteet

Vanhimmat vesien käyttöön liittyvät rakenteet olivat kastelulaitteita. Pysyviä kaivoja on rakennettu Mesopotamiassa jo ainakin kuudennella vuosituhannelle eKr.³³ Noin 3000 eKr. Babyloniassa keksittiin vinttikaivo, joka oli yli 2000 vuotta ainoa keino nostaa vettä. Lähidästä vinttikaivo levisi Kreikan ja Rooman kautta Keski- ja Länsi-Eurooppaan ja lopulta myös Pohjoismaihin ja Suomeen.³⁴

Suomessa on löydetty kaivojen jäännöksiä esihistoriallisilta asuinpaikoilta, kaupunkien katujen alta ja linnoista. Esimerkiksi 1200-luvun loppupuolella Hämeen linnaa rakennettaessa tehtiin ensimmäiseksi 12-metrinen kiviverhoiltu kaivo.³⁵ Kuivilla seuduilla kaivo on vaikuttanut asutukseen ja kylänmuodostukseen. Pohjois-Virossa ja Saarenmaalla kylä saattoi syntyä hyvän kaivon ympärille jo 1200-luvulla.³⁶ Entisajan vepsäläisessä raittikylässä kukin kylänosa piti kaivon kunnossa. Kylään rakennetulle uudelle talolle annettiin oikeus käyttää kaivoa tiettyjä velvollisuuksia vastaan.³⁷ Turun arkeologisissa kaivauksissa on löydetty 1600-luvulta peräisin oleva puinen vesiränni. Kaarinan pitäjässä on paikallistettu 1640-luvulta peräisin oleva neljän talon yhteinen kaivo, joka oli kylän yhteiskäytössä vielä 1800-luvulla. Keski-Pohjanmaalla oli tavallista, että neljällä tai viidellä talolla oli ruokavettä

varten yhteisesti kunnossa pidettävä vinttikaivo sekä lisäksi kullakin talolla oma navettakaivonsa.³⁸

Kaupunkilais- ja maalaistalon vedenhankinnassa ei 1800-luvun puoliväliin saakka juuri ollut eroja. Turussa tiedettiin jo 1600-luvulla juomaveden olevan huonolaatuista, ja kaupungin varakaimmat porvarit järjestivät vesikuljetuksen neljän kilometrin päässä sijainneista kahdesta lähteestä. Helsingissä 1800-luvun alkupuolella yksityisten kaivojen ohella oli useita yleisiä kaivoja, mutta vuosisadan loppupuolella kaivojen vesi ei aina tahtonut riittää ja laadussakin oli toivomisen varaa. Kolerapandemia 1830-luvulla lisäsi kiinnostusta parantaa kaupunkien vedenhankintaa ja hygieenisia oloja, vaikka vesilaitoksia ei vielä Suomessa edes harkittu.³⁹

Suomen kaupunkien väestö oli vielä 1900-luvulle asti riippuvainen kaivovedestä. Naisten ja lasten tehtävänä oli kantaa vettä. Kaupunkien nopean väestönkasvun vuoksi kaivoja jouduttiin kaivamaan myös alueille, joissa maapohja ei varastoinut riittävästi vettä. Kuivina kesinä tai talvina vesi ehtyi kaivoissa. Vesipula oli yleinen ilmiö Suomen kaupunkien historiassa. Kaivoveden vähentyessä kaupunkien oli ryhdyttävä järjestämään vesihuoltoa aiempaa tehokkaammin: ensimmäiset vesilaitokset perustettiin 1800-luvun lopulla, ja kaupunkeihin ryhdyttiin pumppaamaan vettä lähivesistöistä tai harjuista. Mutta kuivina kausina vesilaitoksetkaan eivät kyenneet aina turvaamaan kaupunkien veden saantia. Vastaava tilanne on nyt monessa kehitysmaassa ja jopa joissakin Euroopan maissa.⁴⁰ Pahimmassa pulassa ilman

nopeita ratkaisuja ovat Afrikan Kairo ja Lagos, Aasian Dacca, Sanghai, Bombay, Kalkutta, Jakarta ja Karachi sekä Etelä-Amerikan São Paulo ja México.⁴¹ Voidaankin todeta, että vesihuollon ratkaisut eivät ole niinkään sidoksissa aikaan ja paikkaan vaan pikemminkin yhteisön ja sen infrastruktuurin kehitysasteeseen.

Suomessa kaupunkien kasvaessa yleisten ja yksityisten kaivojen vesi ei enää riittänyt lisääntyvään kulutukseen. Toisaalta vesi alkoi olla laadultaan huonoa ja terveydelle vaarallista, esimerkiksi Helsingissä vuonna 1890 tarkastetuista 82 kaivosta vain kuuden vesi oli juomakelpoista.⁴² Vastaava tilanne oli myös monissa muissa kaupungeissa, kuten Tampereella.⁴³

Rauma oli 1800-luvun lopulla tiheään asuttu, eikä kaupungissa ollut yleistä likaviemäriä. Ulostteet, likavedet ja muu jäte koottiin yleensä pihan perällä sijaitsevaan avoimeen tarhaan tai ruumaan, joiden hoito oli talonmistajille vaikeaa ja taloudellisesti rasittavaa. Roskia, likavettä ja ruuan tähteitä heitettiin surutta myös pihamaalle, talojen alustoihin ja porttien pieliin. Paikoin oli maahan upotettu tynnyreitä, joiden pohjassa olevista rei'istä likavedet imeytyivät maahan ja myös kaivoihin. Vuonna 1880 perustettiin Raumalle terveydenhoitolautakunta ja vuonna 1891 nimitettiin ensimmäinen terveyspoliisi. Säännöllisistä tarkastuksista huolimatta esiintyi laiminlyöntejä runsaasti.⁴⁴ Hämeenlinnassa oli 1800–1900-lukujen vaihteessa ongelmana kaivojen sijainti; ne saattoivat olla vain 3,5–5 metrin etäisyydellä karjan lantasaaliöstä. Kun karjanhoito oli yleistä ja puhtaanapito heikkoa, muodostui tilanteesta vaikea juomaveden puhtaana-

pysymisen kannalta.⁴⁵

Oulussa yleisiä vedenottoaikoja rakennettiin etenkin Krimin sodan aikana kaupunkiin majoittuneen sotaväen tarpeisiin sekä palotoimen tarpeiden tyydyttämiseksi. Vuonna 1855 tehtiin kolme yleistä kaivoa, myös yleisiä pumppukaivoja rakennettiin. Lisäksi talvisin oli mahdollista saada vettä suurista avannoista, joita kaupunki piti sulina erityisesti tulipalojen varalta. Vastaavia järjestelmiä oli käytössä myös monessa muussa kaupungissa.⁴⁶

Esimerkiksi kaupunkien, kuten Hämeenlinnan vuodelta 1887, asemakaavakartoissa oli merkitty kaivot toreille ja muutamien katujen risteyskohtiin. Joissakin länsirannikon kaupungeissa näitä kaivoja on vieläkin nähtävillä. Myöhemmin niistä on paikoin tehty verkostoon liitettöjä vesiposteja. Suomalaisten kaupunkien katunimistö kuvaa kaivojen ja lähteiden merkitystä. Lähes joka kaupungissa on joku veteen ja vesihuoltoon liittyvä kadunnimi.⁴⁷

Käymälät ovat erityisesti maaseudun oloissa tulleet käyttöön paljon myöhemmin kuin kaivot. Varhaisista esimerkeistä huolimatta yleiseen käyttöön puuseet tai vastaavat tulivat vasta 1800-luvun lopulla. Myöhään illalla tai aikaisin aamulla yllättävää tarvetta varten puolestaan levisi tämän vuosisadan talonpoikaistalouteen ”yksikorvainen ostoastia” eli potta, ja myöhemmin puusanko tai kiulu. Rapuilta lorottaminen on ollut myös melko yleistä kesät ja talvet varsinkin maaseudulla.⁴⁸

Vaikka 1800-luvun puolivälistä alkaen tietoa veden ominaisuuksista ja lääketieteen läpimurroista alkoikin tihkua suomalaisten ammattilaisten keskuuteen, kesti vielä pitkään ennen kuin tie-

to levisi kansan keskuuteen. Esimerkiksi lääkärit ja kättilöt tekivät pitkään töitä hygienian alkeiden juurruttamiseksi kansan syviin riveihin.⁴⁹

Nykyaikaisen vesihuollon alku

Keskiaikaisissa kaupungeissa toimivan viemäroinnin puute lisäsi suuresti Mustan Surman, paiseruton ja muiden tautien vaarallisuutta. Vedenhankinta sen nykyaikaisessa merkityksessä alkoi 1800-luvun alkupuolella Englannissa, Ranskassa ja Yhdysvalloissa. Kaupungeissa järjestetty vedenhankinta tuli välttämättömäksi, koska perinteiset kavit ja lähteet eivät enää riittäneet ihmisten käyttöön eivätkä etenkin sammutusvedeksi tuon ajan pääosin puusta rakennetuissa kaupungeissa.⁵⁰ Vasta 1800-luvun puolivälissä tiede ja insinööritaito kohtasivat julkisen terveydenhuollon tarpeet ja nykyaikaiset jäteveden kuljetus- ja hallintamenetelmät alkoivat saada jalansijaa.⁵¹ Tärkeintä kuitenkin oli, että taas tuli vallalle käsitys, että yhdyskunnan on huolehdittava yksilöiden hyvinvoinnista. Tämä johtui monesta eri tekijästä, mutta yhtenä keskeisenä vaikuttimena oli huoli työväestön terveydestä: sairas tai huonokuntoinen työlläinen ei antanut täyttä panosta raskaassa tehdastyössä.

Viemärit asetettiin usein vaakatasoon 1800-luvun alkupuolella ja ajoittain jopa vastamäkeen. Suhdetta koon ja kaltevuuden välillä ei välttämättä tajuttu, mikä aiheutti toistuvaa huoltotarvetta muunmuassa hajujen hallitsemiseksi. Halkaisijaltaan suuret viemärit laskivat usein pienempiin. Julkisen terveydenhuollon tarpeet kuitenkin pakottivat

kehittämään viemärointijärjestelmää. Lontoossa viemäreihin sai ennen vuotta 1815 kaataa vain keittiön likavettä, ja Pariisissa vastaava säännös pysyi voimassa vuoteen 1880. Lontoossa ensimmäiset runkovesijohdot tehtiin kairatuista puuputkista ja jakelujohdot lyijystä. Vuonna 1820 joitakin puujohtoja korvattiin valurautaputkilla ja ensimmäinen yhdyskuntaa palveleva vesilaitos rakennettiin vuonna 1830. Englannissa 1842 niinsanotut Poor Law Commissioneerit neuvoivat, ettei jätevesiä tyhjennettäisi suoraan jokiin, joista otettiin juomavesi. Paria vuotta myöhemmin kaupunkien terveystoimikunnan raportti vuonna 1844 *The Sanitary Condition of the Labouring Population of Great Britain* paljasti niin ällistyttävän määrän maatuvaa jätettä ja orgaanista materiaalia kaikkialla Englannin kaupungeissa, että se nostatti voimakkaan liikkeen olojen parantamiseksi. Liikkeen johtohahmo oli raportin kirjoittaja asiantuntijana Edwin Chadwick.⁵²

Yhdysvaltain ensimmäinen kunnallinen vesijohto rakennettiin puuputkista ja puusäiliöistä jo vuonna 1754 ja ensimmäinen laajempi valurautainen vesijohtoverkosto valmistui vuonna 1818.⁵³ Puuputkia käytettiin myös Suomessa – etenkin maaseudun vesiyhtymissä – varsin pitkään.⁵⁴ Louis Pasteur todisti 1800-luvun puolivälissä, että bakteerit aiheuttavat taudit. Tällöin viemäroinnin merkitys nousi uuteen arvoon. Kaupungit aloittivat asteittain laajoja viemärointiprojekteja. Talojen liittäminen viemäreihin tehtiin pakolliseksi Hampurissa 1843 ja Lontoossa 1847. Vielä tämän jälkeenkin Lontoossa jätteet siirrettiin taloista Thames-jokeen. Mitään ei tehty ennen vuoden

1855 koleraepidemiaa, jolloin joen saastuttaminen kiellettiin. Mutta kole-rasta huolimatta vielä jonkin aikaa kiinnitettiin enemmän huomiota teollisuuden ja maanviljelyn tarvitseman veden saastumiseen kuin uhkaan terveydelle.⁵⁵

Kehitys oli kuitenkin verkkaista ja Lontoo kärsi vielä kahdesta koleraepidemiasta 1866 ja 1872. Samanlaiset olot vallitsivat kaikkialla Euroopassa ja Amerikassa. Sir John Harrington keksi jo vuonna 1596 huuhteluvessan. Sitä alettiin käyttää yleisesti vasta 300 vuotta myöhemmin, kun Thomas Crapper kehitti huuhtelua ”läpättömällä vesijätteen estäjällä”.⁵⁶

Lontoo sai ensimmäisen veden käsittelyyn tarkoitetun hiekkasuodattimensa vuonna 1829, ja Saksan ensimmäisen varsinaisen vesilaitoksen suunnitteli englantilaisinsinööri W.H. Lindley Hampuriin vuonna 1848. Laitoksessa oli 70 hevosvoiman höyrykonepumput, jotka siirsivät veden valurautaputkiin ja edelleen 63-metriseen savupiippua muistuttavaan vesitorniin. Tornista vesi valui omalla painollaan 2350 kuutiometrin altaaseen, josta se jaeltiin edelleen kuluttajille. Laitos oli suunniteltu 130 000 asukkaan käyttöön ja vesijohtoverkon pituus oli 62 kilometriä. Palontorjunnan tarpeita varten verkon varrella oli 1300 palopostia.⁵⁷ Berliiniin vesilaitos perustettiin kahdeksan vuotta myöhemmin.⁵⁸ Tukholma sai vesilaitoksen vuonna 1861, Malmö vuonna 1864 ja Göteborg vuonna 1869.⁵⁹ Suomen ensimmäinen vesilaitos tuli Helsinkiin vuonna 1876. Silloisessa brittiläisessä Pohjois-Amerikassa eli Kanadassa oli vuoteen 1850 mennessä tehty vesilaitokset kolmeen kaupunkiin.⁶⁰

Baltimoressa oli vuonna 1879 käytös-

sä 80 000 likakaivoa. Kielloista huolimatta monissa niistä oli sadevesiviemäriin johtavat ylivuotoputket. Kaupungin terveystoimikomitea raportoi, että 71 koe-erästä kaupungin kaivo- ja lähdevedestä 33 oli saastaista, 10 huonoa ja 22 epäilyttävää – vain kuusi oli hyvää.⁶¹ Varsin samanlaiset tulokset saatiin myös Suomen kaupungeissa tehdyistä tutkimuksista.⁶² Baltimore oli viimeinen Yhdysvaltain suurkaupunki, joka kielsi likakaivojen käytön. Siellä oli henkilökunta, jolle oli luetteloitu selvästi määritellyt huoltovelvollisuudet. Henkilökunta käytti eräänlaisia rantapalloja puhdistukseen lian ja hiekan vastavalmistuneista putkista. Yli 30 tuumaa halkaisijaltaan olevien putkien puhdistukseen suositeltiin ”viemärikuokkaa”. Boston aloitti yhteisviemärijärjestelmän rakentamisen 1876. Vuonna 1873 keltakuume tappoi 2000 ihmistä Memphissä ja viisi vuotta myöhemmin 5150 ihmistä kuoli. Vuonna 1880 aloitettiin erillisen jätevesiviemärijärjestelmän rakentaminen.⁶³

Varmasti ei tiedetä, milloin ensimmäisen kerran käytettiin erillisiä viemäreitä kotien jäteveden poistamiseksi. Asianajaja Edwin Chadwick ajoi tätä periaatetta Englannissa voimakkaasti jo vuonna 1842. Taustalla oli huono terveystilanne varsinkin kaupungeissa, joiden väkiluku oli epidemioista huolimatta tuplaantunut kahdessa–kolmessa vuosikymmenessä. Hänen periaatteitaan kehitti myöhemmin muunmuassa Sir Robert Rowlinson. Hänen tutkielmasa vaikutti oikeankokoisten ja oikein asetettujen viemärien suunnitteluun. Näitä viemäreitä pystyttiin riittävästi puhdistamaan ja huoltamaan. George Waring suunnitteli Memphiksen järjes-

telmän ottamatta huomioon englantilaisten kokemuksia erillisistä järjestelmistä. Systeemi käytti pääasiassa kuuden tuuman sivuputkia, joiden jokaisen päässä oli 112 gallonan huuhtelutankki, joka tyhjeni kerran vuorokaudessa. Yhtään tarkistuskaivoa ei alun perin tehty. Tarkkailua varten tehdyt lamppuluukut eivät toimineet, koska raskaat pystysuorat nousuputket murskasivat pienihalkaisijaiset putket. Waringin systeemi osoittautui kuitenkin sudeksi. Niinpä pian vakiintui Rowlinsonin suunnittelema järjestelmä, jossa oli suuret putket ilman mutkia peräkkäisten tarkistuskaivojen välissä.⁶⁴

Vesi- ja viemärlaitosten rakentamista jouduttivat edellä mainittujen seikkojen lisäksi tiheimmin asuttujen alueiden huonot hygieeniset olot. Useimmat taudit, joita nykyään pidetään lähinnä kehitysmaiden vitsauksina, levisivät saastuneen veden ja huonon hygienian vuoksi. Esimerkiksi Aasiasta peräisin ollut kolera levisi Länsi-Eurooppaan vuonna 1831 ja edelleen Yhdysvaltoihin seuraavana vuonna. Suomen tuhoisin koleraepidemia oli vuonna 1853, jolloin noin 5000 sairastuneesta henkilöstä kuoli joka toinen. Koleran aiheuttaja joutuu ihmisen suolistoon saastuneen ruuan ja erityisesti saastuneen juomaveden kautta. Epidemiologian isien William Farrin ja John Snown työn pohjalta Edwin Chadwick osoitti yhteyden vedenhankinnan ja sanitaation välillä. Englanninkielisessä kirjallisuudessa sana 'sanitaatio' viittaa niihin seikkoihin, joilla voidaan parantaa yleistä hygieniaa, mutta suomen kielessä sanitaatio-sanalla on muitakin vivahteita. Aiemmin maassamme puhuttiin likavesien johtamisesta ja myöhemmin viemäroinnistä

ja jätevesien käsittelystä.⁶⁵

Ensimmäisiä nykyaikaisia viemäreitä rakennettiin Englantiin ja Saksaan. Esimerkiksi Hampurissa rakennettiin ensimmäiset viemärit samoihin aikoihin vesijohtojen kanssa. Ruotsin ensimmäinen viemärlaitos otettiin käyttöön vuonna 1845 Vänersborgissa, jota seurasivat Tukholma ja Göteborg vuonna 1864.⁶⁶ Vuoden 1840 tienoilla rakennettiin Pariisiin tunneleihin perustuva viemärijärjestelmä. Vuoden 1867 näyttelyn aikana ryhdyttiin näihin viemäritunneleihin järjestämään yläluokalle suunnattuja huviretkiä, joille osallistui jopa kuninkaallisia.⁶⁷

Euroopan tiettävästi ensimmäisen täydellisen vesi- ja likajohtojärjestelmän rakennutti vuonna 1869 Itä-Preussin Danzig (nykyisin Puolan Gdansk). Vastaavanlainen järjestelmä tuli Berliiniin vuonna 1875. Myös Pariisissa ryhdyttiin jätevetä käyttämään kasteluun 1870-luvulla, jopa salaatit parhaimpien hotellien ruokapöytiin kasvatettiin tällä tavalla.⁶⁸ Seurauksena jäteveden käyttämisestä kasteluun oli pohjavesien saastuminen. Myös Tampereella harkittiin vastaavaa järjestelmää 1910–20-luvuilla.

Vesilaitosten ja viemäroinnin synty Suomessa

Suomen kuten muidenkin Pohjoismaiden kaupunkien rakennukset oli tehty lähes yksinomaan puusta. Monet kaupungeistamme ovat aikanaan palaneet osittain tai kokonaan. Tämä vaikutti merkittävästi myös vesihuollon kehitykseen ja niihin vaatimuksiin, joita vesihuollon järjestelyille asetettiin.⁶⁹

Tulipalojen sekä kaupunkeja vaivanneen vedenpuutteen vaikutukset olivat tietysti monitahoisemmat, suoranaisten inhimillisten ja taloudellisten vahinkojen lisäksi työläiset saattoivat joutua työttömiksi tulipalon jälkeen tai kun vesipula koetteli tehdasta.⁷⁰ Sammutusveden tarpeen lisäksi vesijohdot ja viemärit tulivat välttämättömiksi huonontuneen hygienian vuoksi. Kaupungit kasvoivat ja osin jopa slummiutuivat,⁷¹ kaupunkien yleisten kaivojen ja yksityisten kaivojen veden laatu huononi eikä vesi riittänyt kasvavalle väestömäärälle varsinkaan kuivina aikoina. Kaupunkien rajojen taakse syntyi myös työläisten hökkelikaupunkeja, jotka ”uhmasivat kaikkea kunnallispolitiikkaa ja kaupunkiyhteiskunnan säännöksiä”.⁷² Vesi oli puuttuvan viemäroinnin ja jätehuollon vuoksi usein pilaantunutta. Pilaantunut juomavesi, ahtaat asumisolot ja puutteellinen hygienia aiheuttivat vakavia tautiepidemioita sekä kaupungeissa että maaseudulla. Vastaava kehitys oli nähtävissä myös Suomen ulkopuolella, muunmuassa USA:n suurissa kaupungeissa.⁷³

Suomi alkoi teollistua ja kaupungit kasvaa 1800-luvun loppupuolella, jolloin vesihuollon järjestäminen tuli välttämättömäksi. Tällöin Suomi oli yksi Euroopan maatalousvaltaisimpia valtioita, ja vielä 1920-luvun taitteessa oli maa- ja metsätalouden osuus kaikista elinkeinoista noin 70 prosenttia, minkä jälkeen sen suhteellinen osuus on laskenut jatkuvasti. Kaskiviljely loppui Suomessa vuoden 1920 tienoilla, minkä jälkeen maataloudessa ryhdyttiin käyttämään lannoitteita. Myös vesihuolto ja myöhemmin vesiensuojelu ja niiden kehitys viimeisen sadan vuoden ai-

kana on nähtävä tämän muutoksen valossa.⁷⁴

Ennen viemäriverkostojen rakentamista sadevedet virtasivat ojissa, joihin päätyi myös jätevesiä. Kaupunkilaisten oli pääosin itse huolehdittava jätteistään ja jätevesistään. Jätteet heitettiin yleensä pihan perälle tunkioon tai jopa talojen alle, nurkan taakse tai portin pieleen. Suurin ongelma olivat jätevedet, jotka valuivat tunkioilta kaivoihin, kaduille, kellareihin, ojiin, lampareisiin, maapohjaan ja lähivesistöihin. Viemärlaitos muutti kaupunkien asukkaiden vastuulla olleen hajautetun jätehuollon keskitetyksi viranomaisille. Jätevesien valtaamat kadunvarret siistiytyivät ja kaupunki raikastui. Viemärit siirsivät kuitenkin jätevesiongelmat lähimpään rantaan. Lemuavista ja törkyisistä ranta-vesistä tuli vuorostaan julkinen häpeä ja paljon keskusteltu ympäristöongelma muunmuassa Tampereella, Helsingissä ja Turussa. Osin kaupunkilaisten aiheuttama paine sai päättäjät tutkimaan keinoja haittojen vähentämiseksi. Vesien pilaantumista ryhdyttiin tutkimaan, jätevesipuhdistamoja suunnittelemaan ja joissain kaupungeissa myös rakentamaan niitä jo 1900-luvun alkupuolella.⁷⁵

Maamme ensimmäinen kaupunkien vesilaitos aloitti toimintansa Helsingissä vuonna 1876. Suunnittelun käynnistivät vuonna 1861 vahvistettu uusi palojärjestys, Kaupunkien Yleisen Paloapuyhdistyksen esitys sekä Suomen keisarillisen senaatin huoli senaatin linnan paloturvallisuudesta. Kaupunkien Yleisen Paloapuyhdistyksen esitys, jossa se esitti senaatille, että palotoimen merkintätoimintajärjestelmiä parannetaan ja samalla varmistetaan vedensaanti perustamalla

vesijohto tai vesisäiliöitä ja uusia kaivoja. Tämä ei kuitenkaan antanut palotoimikunnan mielestä aihetta toimiin, sillä palotoimen uudellenjärjestelyjä tutkittiin parhaillaan. Sen sijaan senaattiin kirjelmä kuitenkin tepsi ja senaatin kansliatoimisto lähetti 27. toukokuuta 1864 kirjelmän Uudenmaan läänin kuvernöörille ja kehotti tätä antamaan maistraatin ja kaupungin vanhinten harkittavaksi, ”oliko ja millä tavoin kaupunki varustettava laitteilla, joiden avulla voitaisiin taata ainakin useimpiin kaupunginosiin riittävä suolaton juomaveden saanti ja vastaavasti palolaitokselle tarpeellinen vesimäärä tulipalojen sammuttamiseksi”.⁷⁶

Aluksi päätettiin rakentaa höyryvoimalla käyvä vedennostolaitos pelkätään sammutusveden hankintaa varten. Säästösyistä tämä Töölönlahden rantaan suunniteltu laitos jäi pelkäksi ”palovesilaitokseksi” johtui säästösyistä. Ennen kuin suunnitelmaa ehdittiin toteuttaa, päätettiin laatia uusi suunnitelma koko kaupungille, tai ainakin sen useimpiin osiin, suolatonta vettä tarjoavasta vesilaitoksesta. Suunnitelman sai vuonna 1865 laadittavakseen norjalainen insinööri Endre Lekve, joka oli Helsingin teknillisen reaalikoulun rakennustaiteen opettaja.⁷⁷

Suunnitelmaan tarvittavia tietoja Lekve haki laajalla opintomatalla, joka suuntautui Tukholmaan, Kööpenhaminaan, Altonaan ja Hampuriin⁷⁸. Vuonna 1866 valmistui ehdotus, jonka esipuheessa tekijä totesi: ”Kysymys Helsingin kaupungin vesijohdosta on tavallaan uusi, sillä muutamia vuosia sitten pidettiin sitä ainoastaan sellaisten henkilöiden ajattelemana haaveiluna, joiden suunnitelmat ja aatteet usein ampuvat

käytännöllisyyden ja mahdollisuuden rajojen yli. Vesijohtoa ei pidetty mahdollisena eikä tarpeellisena.”⁷⁹

Tukholman vesijohdon rakentaja everstiluutnantti F.W. Leijonancker antoi lausunnon suunnitelmasta ja teki siihen joitakin muutosehdotuksia. Pietarilainen W.A. Abegg tarjoutui rakentamaan vesijohdon ja pitämään sen kunnossa. Hänen ehdotuksensa hyväksyttiin vuonna 1870, mutta jo 1872 Abegg myi oikeudet berliiniläiselle Neptun Continental-Wasserwerks-Actien-Gesellschaft yhtiölle. Työt, joita johti yhtiön sveitsiläissyntyinen insinööri Robert Huber, aloitettiin samana vuonna. Suomen kaupunkien ensimmäistä vesilaitosta alettiin siis toteuttaa yksityisenä hankkeena.⁸⁰ Vesijohto valmistui vuonna 1876, mutta sitä oli käytetty jo Kampin suurpalossa edellisen vuoden heinäkuussa.⁸¹ Myös Lekven suunnittelema Helsingin ensimmäinen vesisäiliö, niin sanottu Eläintarhan vesisäiliö, valmistui vuonna 1876. Sen seinät oli muurattu yhteen kiilatuista ja hakatuista kivistä ja sisäpinnat oli verhottu tiilillä 30 senttisiksi. Säiliön tilavuus oli miljoona kannua eli 2617 kuutiometriä. Säiliö oli aluksi yksiosainen, mutta havaitun vuodon ja huolto-ongelmien jälkeen sitä korjattiin 1880.⁸² Vain hieman myöhemmin vuonna 1882 valmistui Tampereen matalapaineinen vesijohto ja kaupungin viemäröinnin ensimmäinen vaihe.⁸³

Seuraavaksi vesijohtoa ryhdyttiin rakentamaan Viipuriin vuonna 1891 Tukholman vesilaitoksen johtajan A.O. Alrutzin suunnitelman mukaan. Jakelutässä maamme ensimmäisessä pohjavesilaitoksessa alkoi seuraavana vuonna. Pohjavettä otettiin aluksi Rosuvoin

pumppaamosta ja kulutuksen kasvettua myös Liimatan ja myöhemmin Mättäänjärven pumppaamoilta. Vuonna 1893 vesilaitoksen pienoismalli ja kartta olivat esillä Pietarissa pidetyssä terveydenhoitonäyttelyssä, jossa Viipurin kaupunki sai kunniapalkinnon.⁸⁴ Oulun ensimmäinen vesilaitos toteutettiin matalapaineisena, toisin sanoen vesi virtasi säiliöihin omalla paineellaan. Tampereella oli vuonna 1882 rakennettu gravitaatiosysteemi, ja on todennäköistä, että Tampereen ratkaisut tunnettiin hyvin Oulussa. Kaupungit seurasivat varsin tiiviisti toistensa tekemisiä vesihuoltoasioissa. Lisäksi Tampereella ja Oulussa oli myös yksi yhteinen asiantuntija, insinööri Bergbom. Oulun vesijohtoverkoston rakennettiin vähitellen kaupungin omin voimin, joten suuria lainoja ei tarvittu. Vaikka halvalla selvittiinkin, ei tulos tyydyttänyt: vedenpaine ei ollut riittävä uusille korkeille kivitaloille eikä laajennusvaraa ollut. Lisäksi laitos tuotti tappiota. Tämä lieneekin – aikaisemmat vaiheet huomioon ottaen – keskeinen syy uuden laitoksen myöhemmälle rakentamiselle.⁸⁵

Turkuun ryhdyttiin järjestämään vesilaitostoimintaa kaupungin terveydenhoitolautakunnan aloitteesta vuonna 1882. Tällöin terveyslautakunta lähetti kaupunginvaltuustolle asiaa kiirehtivän kirjelmän. Insinööri R. Huber, jota oli pyydetty selvittämään Turun vesilaitosasiaa, ehdotti vuonna 1886 pinta-vesilaitoksen perustamista: hänen tutkimustensa mukaan pohjavesivarat eivät riittäneet kaupungin tarpeisiin. Pohjavesitutkimuksia kuitenkin jatkettiin tukholmalaisen insinöörin A. Alrutzin ja helsinkiläisen insinöörin C.

Hausenin ehdotuksesta. Vuonna 1892 koeporauksia ja muita tutkimuksia tekemään pyydettiin leipzigilainen insinööri A. Thiem, jonka suunnittelemana järjestyksessään maamme toinen pohjavesilaitos rakennettiin Kaarninkoon.⁸⁶ Vesipula koetteli Turkuun 1920-luvun alussa: Aurajoen vedenpinta laski niin alhaiseksi, että kaupunki joutui jakamaan veden säännöstelykortteja kotitalouksiin, laitoksiin ja tehtaisiin. Päiväannos oli kymmenen litraa henkeä kohti, kun keskimääräinen kulutus Turun kotitalouksissa oli 1990-luvulla noin 150 litraa henkeä kohti. Rajoituksia tuli noudattaa vesijohdon sulkemisen uhalla. Rajoitukset olivat niin ankaria, että Turun lääninsairaala uhkasi sulkea sairaalan sen toiminnan vaarantuessa vesikiintiöiden takia.⁸⁷ Eivätäkään Turun vesiongelmat ole vielä ratkenneet: tästä saatiin kouriintuntuva näyttö kesällä 1999.

Vuoteen 1903 mennessä viiteen suurimpaan kaupunkiin oli perustettu vesilaitos ja vastaavasti sähkölaitos 20 kaupunkiin. Ensimmäiset sähkölaitokset perustettiin Helsinkiin vuonna 1884, Viipuriin 1887, Tampereelle 1888 ja Ouluun 1890. Nämä neljä kaupunkia ovat juuri samat, joihin tuli myös ensimmäiset vesilaitokset, vieläpä samassa järjestyksessä. Tämän jälkeen sähkölaitoksia perustettiin nopeasti ja ne yleistyivät vesilaitoksia nopeammin. Ruotsissa oli vuoteen 1900 mennessä perustettu vesilaitos jo 50 kaupunkiin.⁸⁸

Seuraavia vesilaitoksia perustettiin 1910-luvulla ennen ensimmäistä maailmansotaa. Vuoteen 1917 mennessä oli vesilaitos valmistunut jo kuuteentoista kaupunkiin. Kaikissa niissä ei välttämättä ollut virallista kaupungin

hallinnoimaa vesilaitosta, sillä erityisesti viemäreitä saatettiin hoitaa osana kadunrakennustoimintaa tai maaseudulla yleisesti käytettyjen vesiyhtymien tavoin.⁸⁹

Vesi- ja viemärlaitokset ensin suurempiin kaupunkeihin

Vesi- ja usein myös viemärlaitosten perustamista edelsi vuosia ja jopa vuosikymmeniä jatkunut julkinen keskustelu. Edellä mainittujen kaupunkien ohella esimerkiksi Mikkelissä oli valtuusto jo samana vuonna, kun Helsinkiin perustettiin vesilaitos eli 1876, pohtinut apteekkari Grenmanin ehdotusta johtaa kaupungille vettä Likolammesta.⁹⁰ Vesilaitosten käyttöönotto oli monessa mielessä juhlallinen tapahtuma, jota uutisoitiin näyttävästi. Myös Tampereella vesilaitosta juhlistettiin pariinkin otteeseen.⁹¹

Muutamaa poikkeusta lukuunottamatta vesi- ja viemärlaitokset perustettiin ensin suurimpiin ja vähitellen pienempiin kaupunkeihin. Vielä selvemmin kehityslinja näkyy verrattaessa laitosten syntyä asukastiheyden (väestö ja ettuna pinta-alalla) perusteella: asukastiheydet olivat suurimpia ensiksi perustetuilla laitoksilla.⁹² Myös palolaitokset perustettiin suurimpiin kaupunkeihin varsin samoihin aikoihin kuin vesilaitokset.⁹³

Arviointi ja johtopäätökset

Kuten aikaisemmin on todettu, vesihuolto ja sen taso eivät ole niinkään si-

doksissa aikaan ja paikkaan kuin yhteiskunnan valmiuteen ottaa vastuu yksilöä ympäröivän terveydellisen ympäristön kehittämisestä. Tämä näkyy selkeästi myös vesihuollon päävaiheissa : 1. muinaiset kulttuurit, 2. Rooman valtakunta, 3. keskiaika, 4. nykyaikaisen vesihuollon aika. Esimerkiksi vaiheiden 1. ja 2. aikana vesihuolto oli kaikin puolin paremmin järjestetty kuin vaiheessa 3.

Tehdyt päätökset ja valinnat ovat vaikuttaneet pitkälle tulevaisuuteen: ne ovat suunnanneet alan kehitystä ja osin sulkeneet muita mahdollisia kehityspolkuja ainakin osaksi pois (*path dependence*). Tällaisesta näkyvin on ehkä päätös ryhtyä käyttämään maamme kaupungeissa pintavettä itsenäisyyden jälkeen pohjaveden sijasta. Laajemmin pohjavettä ruvettiin käyttämään vasta 1950- ja 1960-luvuilla.

Vesihuollon teknisten järjestelmien peruseriaatteet ovat laajassa mielessä pysyneet varsin samanlaisina. Kehitys on lähtenyt tarpeesta. Suomessa kehityspolkua voi kuvata keskeisillä sanoilla: palo, jano, terveys ja hygienia. Aiemmin vesihuolto on palvellut enemmän eliittiä mutta jo varhaisissa kulttureissakin tavallisia kuluttajia. Siinä mielessä vesihuolto voidaan osin nähdä demokraattisen järjestelmän uranuurtajana.

Vedenhankinnassa ovat rajoittavina tekijöinä tulleet vastaan laatuongelmat. Viemäroinnissä kehitys on kulkenut yleensä ensin maankuivatuksen kautta jätevesien johtamiseen ja vasta viimeksi puhdistamiseen. Järjestetty vesihuolto on ratkaisevasti parantanut yhdyskuntien elinolosuhteita ja yleistä hygieniaa.

Teknisten järjestelmien ohella on täytynyt olla hallintojärjestelmä, joka pys-

tyy toimintoja hoitamaan, pitämään ne kunnossa ja hankkimaan niille tarvittavat varat tavalla tai toisella. Periaatteessa ainakin jo roomalaiset hallitsivat tällaisen vesilaitostoiminnan periaatteet. Jos julkista vesilaitosta ei järjestetty, syntyi yksityistä veden kuljetukseen eri tavoin perustuvaa veden myyntiä. Se on kuitenkin varsin kallis ratkaisu, sillä veden kanto ja kuljetus on aina kalliimpaa kuin veden johtaminen omalla paineellaan tai pumppaamalla putkea pitkin. Tämä järjestelmä on kuitenkin vielä kehitysmaissa laajasti käytössä.

Samalla kun ensimmäiset nykyaikaiset vesilaitokset syntyivät suurimpiin kaupunkeihin, kehittyi maaseudulla pieniä laitoksia, jotka vähitellen kasvoivat. Yleinen kehityssuunta viittaa myös siihen ainakin Suomessa, että kaikki kehitys ei ollut ylhäältä alaspäin vaan se oli monimuotoisempaa. Varsinkin pienet maaseudun järjestelmät ovat olleet itsenäisiä, yksittäisten innovaattoreiden aikaansaannoksia samalla kun edunsaajat ovat olleet mukana talkoissa.

Vedenhankinta ja viemärointi yhdesä puhtaanapidon eli jätehuollon, kanssa ovat olleet kaikissa kulttuureissa ja yhdyskunnissa keskeisiä ympäristö-tekniillisiä järjestelmiä ja siinä mielessä ekologisen kaupungin ja ympäristönsuojelun uranuurtajia, vaikka noita iskusanonoja ei silloin vielä käytettykään. Vain huolehtimalla asianmukaisesti vesi- ja jätehuollosta on mahdollista saada aikaan toimivia ja terveellisiä asuin-ympäristöjä. Tästä on saatavilla jo 10 000 vuoden näyttö, jota ei ole varaa laiminlyödä tehtäessä vesi- ja jätehuollon tulevaisuuden ratkaisuja.

¹ Hendricks 1991, s.7–11; Jansen 1994; Coffey & Reid 1976, s. 128; Erävuori 1976, s. 9; Toivonen ym. 1981, s. 38–39; Hukkinen 1985; Katko 1996, s. 23.

² Hendricks 1991, s.12; Coffey & Reid 1976, s. 128; Aho 1995, s. 9; Linde-Jensen ym. 1976, s. 8; Katko 1996, s.23.

³ Spier 1989, s. 34.

⁴ Orrje & CO 1975, s. 277.

⁵ Toivonen ym. 1981, s. 39; Antila 1986.

⁶ Hendricks 1991, s.26; Erävuori 1976, s 9; Katko 1996, s.24. Onpa esitetty epäilyksiä, että juuri lyijyjohtojen käyttö olisi ollut yksi keskeinen syy koko valtakunnan rappeutumiseen.

⁷ Juuti 1993, s.21, 37–38.

⁸ Esim. Mannila, Johanna, HeSa 6.12.1996.

⁹ Bruun 1991, s.11; Foil&co 1993; Gray 1940.

¹⁰ Orrje & CO 1975, s. 278–279.

¹¹ Bruun 1991, s.15; Gray 1940; Foil&co 1993.

¹² Juuti 1993, s.37–38.

¹³ Coffey & Reid 1976, s. 133.

¹⁴ Ekman 1947, s. 13–14.

¹⁵ Foil & co 1993.

¹⁶ Gray 1940; Katko 1996, s. 23.

¹⁷ Gray 1940.

¹⁸ Foil & co 1993; Gray 1940.

¹⁹ Gray 1940.

²⁰ Gray 1940; Foil & co 1993; Hendricks 1991, s. 20.

²¹ Gray 1940; Foil & co 1993; Hendricks 1991, s.17.

²² Gray 1940; Foil & co 1993; Hendricks 1991, s.15.

²³ Hendricks 1991, s.13; Gray 1940; Foil & co 1993.

²⁴ Foil & co 1993; Hendricks 1991, s. 41. Arkhimedeon ruveja käytetään mm. Tampereen vesilaitoksella vuosituhannen vaihteessa Lielahden jätevedenpuhdistamossa. Vesilaitos jopa pystytti yhden käytöstä poistetun ruuvien em. laitoksen pihalle juhlistamaan 100-vuotisjuhlaansa vuonna 1998. Hyvä kunniotuksen osoitus vanhalle, mutta nerokkaalle keksinnölle!

²⁵ Juuti & Katko 1998, s. 23–27.

²⁶ Hendricks 1991 4. Middle Ages Water System, s.1-2; Gray 1940; Foil & co 1993.

²⁷ Gray 1940.

²⁸ Gray 1940.

²⁹ Esim. Katko 1996, s.33.

³⁰ Gray 1940.

³¹ Gray 1940.

³² Ekman 1947, s. 13–14.

³³ Miller 1982.

³⁴ Toivonen ym. 1981, s. 42; Katko 1996, s. 26.

³⁵ Kilkki 1973, s. 14.

³⁶ Ränk 1937.

³⁷ Virtanen 1923.

³⁸ Appelgren 1901, s. 52, 61; Innaamaa 1952; Vuorela 1975, s. 300; Numminen 1955; Sinisalo 1980, s. 4; Katko 1996, s. 27.

³⁹ Turpeinen 1995, s. 63; Vuorela 1975, s. 301; Katko 1996, s. 30.

⁴⁰ Laakkonen 20. 2. 1999, HeSa; Vuorela, Timo, 23.1.1999 HeSa. Esim. Kyproksella vedenpuute vaivasi v.1999 pahoin. Kyproksen kulutuksesta 80 prosenttia on pohjavettä, jonka liika pumppaaminen on aiheuttanut monen esiintymän suoalaantumisen. Kyproksen vesipula johtuu pitkälti veden alhaisesta hinnasta: vuonna 1999 1,50 mk tuhannelta litralta. Maatalous kuluttaa 75 % kaikesta käytöstä, ja viljelijät maksavat saman hinnan kuin kotitaloudet. Vettä

ruiskutetaan pelloille jopa rannkasateessa.

⁴¹ Mannila, Johanna, HeSa 6.12.1996. Vesiongelmät eivät kuitenkaan rajoitu vain kehitysmaihin, sillä Houstonin, Los Angelesin, Varsovan, Cardiffin ja Tel Avivin asukkaat joutuvat sopeutumaan vesikatkoihin, ellei jotain tehdä. "Tulevaisuudessa eri maiden sadat liittyvät todennäköisesti vesivarojen hallintaan", YK:n kaupungistumiskokouksen johtajana toimiva Wally N'Dow varoitti v. 1996.

⁴² Enqvist 1974, Hietala 1992. Ks. Forss 1996, s. 17

⁴³ Juuti & Katko 1998, s. 57.

⁴⁴ Nousiainen 1994.

⁴⁵ Manner 1910, s. 5.

⁴⁶ Hautala 1976, s. 420; esim. Juuti 1993, s.30, 39-43.

⁴⁷ Koskimies 1966, s. 273; Katko 1996, s. 31.

⁴⁸ Katko 1996, s. 33; kirjoittajan oma havainto.

⁴⁹ Halmesvirta 1998, esim. s.139-164.

⁵⁰ Katko 1996, s. 39; Coffey & Reid 1976, s. 120; Juuti 1993, s.12-14.

⁵¹ Hendricks 1991 4.Middle Ages Water System, s.1-2; Katko 1996, s. 39.

⁵² Gray 1940; Foi l& co 1993; Ekman 1947, s. 16; Asola, s. 40; Katko 1996, s. 39.

⁵³ Armstrong 1976, s. 217-218.

⁵⁴ Katko 1996, s. 240

⁵⁵ Foil & co 1993; Gray 1940.

⁵⁶ Gray 1940; Foi l& co 1993.

⁵⁷ Erävuori 1976, s. 10; Ekman 1947, s. 17; Asola 1999, s. 41

⁵⁸ Kluge & Schramm 1988, s. 39-40.

⁵⁹ Ekman 1947, s. 17-18.

⁶⁰ Anderson 1988, s. 200.

⁶¹ Gray 1940; Foil & co 1993.

⁶² Kts. Tampereen osalta esim. Koskinen 1999.

⁶³ Gray 1940; Foil & co 1993.

⁶⁴ Hamlin 1998, s.1-4; Gray 1940; Foil & co 1993.

⁶⁵ Aziz ym. 1990, s. 1; Katko 1996, s. 39.

⁶⁶ Backman 1923, s. 4.

⁶⁷ Reid 1991, s. 39.

⁶⁸ Muoniovaara 1915, s. 1053; Reid 1991, Ch. 5, The Irrigation Fields, s. 53-70; Katko 1996, s.39.

⁶⁹ Juuti 1993, s.12-14.

⁷⁰ Haapala 1986, s.143-144.

⁷¹ Esim. Tampere viimeistään 1870-luvulla Haapala 1986, s.157-158.

⁷² Waris 1932, osa 1, s. 198.

⁷³ Nummela 1990; Ruotsalainen 1944; Katko 1996, s.40; Melosi 1998.

⁷⁴ Myllyntaus 1991, s. 8; Heikkerö 1987; Katko 1988, s.3-4; Katko 1996, s.40.

⁷⁵ Laakkonen 20. 2. 1999, HeSa.

⁷⁶ Erävuori 1976, s. 12; Juuti 1993, s. 43-45.

⁷⁷ Lillja 1938, s. 14.

⁷⁸ Hietala 1987, s. 188-220.

⁷⁹ Lillja 1938, s. 15.

⁸⁰ Lillja 1938, s. 16-19; Turpeinen 1995, s. 319; Katko 1996, s. 292.

⁸¹ Juuti 1993, s. 45.

⁸² Asola, s. 61-62. Säiliötä laajennettiin myöhemmin useaan otteeseen.

⁸³ Juuti & Katko 1998, s. 28-47.

⁸⁴ Backman 1923; Kallenautio 1984a, s. 313; Taivainen 1995; Ruuth 1908, s. 972; Katko 1996, s. 42.

⁸⁵ Hautala 1976, s. 416-421.

⁸⁶ Missonen 1986, s. 17-21; Katko 1996, s. 43.

⁸⁷ Laakkonen 20.2.1999, HeSa.

⁸⁸ Myllyntaus 1991, s. 44; Kallenautio 1984a, s. 311; Katko 1996, s. 44.

⁸⁹ Kallenautio 1984a, s. 313; Katko 1996, s. 45.

⁹⁰ Mikkelin kaupunki 1916, s. 341.

⁹¹ Katko 1996, s. 46; Juuti & Katko 1998, s. 65-66.

⁹² Katko 1992.

⁹³ Juuti 1993, s. 44-46; Katko 1996, s. 52.

LÄHTEET:

AHO, M. 1995. Käymäläkulttuuria antiikista nykyaikaan. Huussi-näyttely Turun Pikku Vihreässä 15.3.-30.10.1995. Näyttelysite.

ANDERSON, L. Water-supply. s. 195-220. Teoksessa: Ball N. R. (ed.) 1988.

APPELGREN, H. 1901. Det underjordiska Åbo. Finsk Museum. Finska Forminnesföreningen. Vsk. 18, no. 4.

ARMSTRONG, E.L. (toim.) 1976. History of Public Works in the United States. APWA.

ASOLA, I. 1999. Suomen ylävesisäiliöiden tekniikan kehitys ja ympäristökäyttö 1876-1998. Diplomityö, Tampere TTKK 1999.

AZIZ, K. M. A., Hoque B. A., Huttly S. R. A., Minnatullah K. M., Hasan Z., Potwary M. K., Rahaman M. M. & Cairncross S. 1990. Water supply, sanitation and hygiene education. Report of a health impact study in Mirzapur, Bangladesh. UNDP- World Bank. WSRS no. 1.

BACKMAN, G. A. 1892. Lavantaudista Kauhavalla 1889-1890. Duo-decim. Vsk 8, no. 11-12.

BACKMAN, W. 1923. Den älmännä hälso- och sjukvårdens utveckling i Finlands städer under åren 1874-1923. Julkaisematon käsikirjoitus. KLA.

BRUUN, C. 1991. The water supply of ancient Rome. A study of Roman imperial administration. Commentationes Humanarum Litterarum 93

CHADWICK, E. 1842. Report on the sanitary condition of the labouring population of Gt. Britain. Toim. Flinn M.W. 1965. Edinburg University Press.

COFFEY, K. & Reid G. 1976. Historical implications for developing countries of the developed countries water and wastewater technology. The University of Oklahoma.

EKMAN, K. 1947. Fornt och nytt i uppvärmning och vattenförsörjning. Historisk återblick på värme- och sanitetsteknikens utveckling i Finland.

ENQVIST, T. 1974. Yhdeksän vuosikymmentä elintarvike- ja ympäristöhygienian hyväksi. KTHY.

ERÄVUORI, J. 1976. 100 vuotta vesilaitostoimintaa Helsingissä. Helsingin kaupungin julkaisuja no. 28.

HENDRICKS, D.W. 1991. Water and Wastewater Practices And Institutions. Ancient To Modern. Notes As Developed Through: September 1991, Colorado State University

FOIL, J.L., Cerwick, J.A., White, J.E., Collection Systems Past and Present. Operations Forum, Volume 10, Number 12, December 1993.

GRAY, H.F. 1940. Sewerage in Ancient and Mediaeval Times. Sewage Works Journal.

- HAAPALA, P. 1986. Tehtaan valossa. Teollistuminen ja työväestön muodostuminen Tampereella 1820-1920. Historiallisia tutkimuksia 133. Tampere.
- HAMLIN, Christopher, Public Health and Social Justice In The Age Of Chadwick Britain, 1800-1854. Cambridge 1998.
- HALMESVIRTA, A. 1998. Vaivojensa vangit. Kansa kysyi, lääkärin vastasivat - historiallinen vuoropuhelu 1889-1916. Jyväskylä.
- HAUTALA, K. 1976. Oulun kaupungin historia IV, 1856-1918.
- HEIKKERÖ, T.E. 1987. Kehitysmaiden kehittämisen vaikeudet. Kanava. Vsk. 15, no. 5
- HIETALA, M. 1987. Services and Urbanization at the Turn of the Century - The Diffusion of Innovations. SHS, Studia Historica 23. Helsinki.
- HIETALA, M. 1992. Tietoa, taitoa, asiantuntemusta. Helsinki eurooppalaisessa kehityksessä. Innovaatioiden ja kansainvälistymisen vuosikymmenet.
- HUKKINEN, J. 1985. Vesihuollon muinaishistoriaa. Rakennustekniikka. Vsk. 41, no. 4.
- INNAMAA, K. 1952. Kaarinan pitäjän historia II. Turku.
- JANSEN, M. 1994. Mahenjo-Daro, Water splendour 4500 years ago. Frontius-Geschellschaft e.V. Aqua. Vol. 43. no. 4. news p.vii.
- JUUTI, P. 1993 Suomen palotoimen historia. Helsinki.
- JUUTI, P. & KATKO, T. 1998. Ernomanen vesitehras Tampereen vesilaitos 1835-1998. Tampere.
- KALLENAUTIO, J. 1984a. Kunnallistalous, yhdyskuntatekniikka, liikelaitokset ja joukkoliikenne 1875-1917. Teoksessa: Suomen kaupunkilaitoksen historia 2.
- KALLENAUTIO, J. 1984b. Kunnallistalous, yhdyskuntatekniikka, liikelaitokset ja joukkoliikenne. Teoksessa: Suomen kaupunkilaitoksen historia 3.
- KATKO, T. 1988. Maaseudun vesihuollon kehittyminen Suomessa: suuntaviivoja kehitykselle? Taustaselvitys. TTKK, VYI. B 35.
- KATKO, T. 1992. Julkaisematon tilastokointi. SVT. Väestötilat.
- KATKO, T. 1996. Vettä! - Suomen vesihuollon kehitys kaupungeissa ja maaseudulla.
- KILKKI, P. (toim.) 1973. Hämeen linnan historiaa.
- KOSKINEN, M. 1999. Lavantautia hanasta. Kulkutaudit, kuolema ja Tampereen vesikysymys. Teoksessa Harmaat aallot, toim. Laakkonen, Simo jne. Historiallinen arkisto 113. Helsinki.
- LAAKKONEN 20.2.1999, HeSa.
- LILLJA, J. L. W. 1938. Helsingin kaupungin vesijohtolaitos 1876-1936.
- LINDE-JENSEN, J. J., Thorkil-Jensen H., Andersen E. B., Wintgher L. & Mikkelsen I. 1976. Vandforsyningsteknik - Teknisk hygiejne. Polyteknisk Forlag. Lyngby.
- LINNAVUORI, A. 1946. 50 vuotta Suomen teollisuutta ja taloutta. Teknillinen aikakauslehti. Vsk. 36, erikoisnumero 4A.
- MIKKELIN KAUPUNKI 1916. Kunnalliskertomus.
- MANNER, V. 1910. Hämeenlinnan kaupungin vesijohto- ja viemärlaitos. Suomalainen Kirjapaino Oy.
- MANNILA, Johanna, HeSa 6.12.1996.
- MELOSI, M. 1998. Draft: Water Supply And Wastewater Systems In The United States In The 19th And 20th Centuries.
- MILLER, R. 1982. Public Health Lessons from Prehistoric Times. World Water. Vol. 5, no. 10.
- MISSONEN, A. 1986. Turun vesilaitosmuseo. Runkosuunnitelma.
- MUONIOVAARA, M. 1915. Puhtaanapito. Tietosanakirja VII osa. Ota-va.
- MYLLYNTAUS, T. 1991. Electrifying Finland. The Transfer of a New Technology into a Late Industrialising Economy. ETLA Series A
- NOUSIAINEN, L. 1994. Terveystieteistä ympäristöongelmaksi. Rauman vesi- ja viemärlaitoksen perustamiseen johtaneet tekijät 1880-1934. Rauman kaupungin vesi- ja viemärlaitos 60 v.
- NUMMELA, I. 1990. Stadtstruktur und Bodenwert. Eine Studie über die Industrialisierungsperiode in Kuopio (Finland) (1875-1914). (Kaupunkirakenne ja maan arvo. Tutkimus teollistumiskaudesta Kuopiossa 1875-1914). SHS Studia Historica 37. JY.
- NUMMINEN, J. 1955. Kansanomaisista yhteiskuntamuodoista. Vanhaa Veteliä. Kyrönmaa 9.
- ORRJE & CO - Scandiaconsult 1975. Rörbok - yttre rörledningar. Gustavsberg. Kappale: Historik.
- RÄNK, G. 1937. Eesti küla veevarustusest ja kaevutüüpidest. Eesti rahva muuseumi aastaraamatust XI (1935). Eripainos.
- REID, D. 1991. Paris Sewers and Sewermen. Realities and Representations. Harvard University Press.
- RUOTSALAINEN, A. 1944. Vesi- ja viemärlaitosten kehityksestä maasamme. Rakennustaito. Vsk. 39, no. 14.
- RUUTH, J. W. 1908. Viipurin kaupungin historia I.
- SINISALO, H. (toim.) 1980. Perinnekuvasto. Kimy-kustannus Oy.
- SPIER, P. 1989. Joonaan kirja. Karas-Sana. Alkuperäisteos: The Book of Jonah. 1985.
- TAIVAINEN, O. & HYTTE, K. 1973. Televisiolaitteisto viemäreiden, putkikaivojen ym. ahtaiden tai vaarallisten tilojen tarkastuksiin. Kunnallistekniikka. Vsk. 28, no. 6.
- TOIVONEN R., MÄKI-KUUTTI T. & BONSDORFF M. (toim.) 1981. TEK keksintöjen kirja. WSOY.
- TURPEINEN, O. 1995. Kunnallistekniikka Suomessa keskiajalta 1990-luvulle.
- VIRTANEN E.A. 1923. Eräiden itämerensuomalaisten kansain kyläpaimenista. Kalevalaseuran vuosikirja 3.
- VUORELA, T. 1975. Suomalainen kansankulttuuri. WSOY.
- VUORELA, T., 23.1.1999 HeSa.
- WARIS, H. 1932. Työläisyhteiskunnan syntyminen Helsingin Pitkän sillan pohjoispuolelle. Historiallisia tutkimuksia XVI, 1. SHS.

Petri Juuti, Tampereen yliopisto, tutkija

Tapio Katko, Vanhempi tutkija, Suomen Akatemia

Kirjoittajat kiittävät Suomen Akatemian *Ympäristö, terveys ja yhteiskunnan muutos Suomessa 1750-2000*-ohjelmaa sekä Ympäristöministeriön Ympäristöklusterin tutkimusohjelmaa.