



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - YLEMPI AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# MELALAHDEN VEDENHANKINNAN TURVAAMINEN

TEKIJÄ: Satu Miettinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Satu Miettinen	
Työn nimi Melalahden vedenhankinnan turvaaminen	
Päiväys	22.3.2019
Sivumäärä/Liitteet	88/23
Ohjaaja(t) Pasi Pajula	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Kuopion Vesi Liikelaitos / Marja Stjerna	
Tiivistelmä	
<p>Toimiva vesihuolto on yksi keskeisimmistä asioista yhteiskunnassa, mikä on turvattava joka tilanteessa. Ilman puhdasta vettä ja toimivaa sanitaatiota sairastumme, jolla voi olla vaikutuksia jopa kansalliseen toimintakykyyn asti. Vesihuollon osa-alueita ovat vedenhankinta, vedenkäsittely, vedenjakelu, jäteveden johtaminen sekä jäteveden puhdistaminen. Tähän opinnäytetyöhön on koottu keskeisiä asioita vedenhankinnasta ja vedenjakelusta Suomen olosuhteissa, ja sivuttu muiden maiden vedenhankintaa. Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella vedenhankinnan ja -jakelun suunnittelua sekä laatia Melalahden alueelle mallinnukseen perustuva yleissuunnitelma vedenhankinnasta Melalahden nykyisen vedenottamon häiriötilanteessa.</p> <p>Tämä opinnäytetyö koostuu kahdesta osasta: vedenhankinnan ja vedenjakelun kirjallisuustutkimuksesta ja vedenhankinnan yleissuunnitelmasta. Kirjallisuustutkimukseen koottiin tärkeimmät vedenhankinnan ja vedenjakelun kehitysaskeleet, nykyiset vedenhankinta menetelmät sekä vedenjakelun suunnitteluun vaikuttavat tekijät, jotka vaikuttavat vesihuollon yleis- ja toteutussuunnitteluun. Yleissuunnitelmassa lähtötietojen perusteella laadittiin vedenkulutusennusteet ja mallinnettiin alueen vesijohtoverkoston nykytila ja neljä muuta skenaariota, jotka täyttivät suunnittelun alussa asetetut vaatimukset. Mallinnuksessa tarkasteltiin rakennettuihin ja uusiin vesijohtoverkostoihin kohdistuvat painetasot, virtausnopeudet ja viipymät vesijohtoverkostossa sekä Melalahden ylavesisäiliön täyttymistä eri skenaarioissa.</p> <p>Vesivarat eivät ole jakautuneet tasaisesti eri puolilla maailmaa. Suomi on vesirikas maa, jonka vesihuollossa keskitytään toiminnan riskien tunnistamiseen ja riskien hallintaan. Muualla maailmassa esim. Kyproksella uusiutuvien vesivarojen riittävyys on jo kriittisellä tasolla, mikä voi mahdollisesti vaikuttaa jo vedenhankinnan suunnitteluunkin. Opinnäytetyössä laaditussa Melalahden vedenhankinnan turvaaminen yleissuunnitelmassa toteutusvaihtoehtoksi esitettiin vaihtoehtovertailun jälkeen vedenjohtamista Leppärannan vesihuolto-osuuskunnan, Pohjois-Tuusniemen vesiosuuskunnan ja Koillis-Savon Vesi Oy:n verkostojen kautta Könönkankaan vedenottamolta Melalahteen (VE1). Vaihtoehdossa Kuopion Vesi rakentaa uutta vesijohtolinjaa noin 2,2 kilometriä. Vaihtoehto VE1 täyttää parhaiten varavesiyhteydelle asetetut vaatimukset.</p>	
Avainsanat Vedenhankinta, vedenotto, vedenjakelu, mallintaminen, vesijohtoverkosto	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Master's Degree Programme in Environmental Engineering			
Author(s) Satu Miettinen			
Title of Thesis Securing the Water Supply of Melalahti Area			
Date	22 March 2019	Pages/Appendices	88/23
Supervisor(s) Mr Pasi Pajula, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Kuopion Vesi Liikelaitos / Mrs Marja Stjerna, Planning Manager			
<p>Abstract</p> <p>Effective water management is one of the vital functions of our modern society, which must be secured in every situation. Without clean water and functional sanitation, there can be impacts even up to the national level. Water service includes water supply, water treatment, water distribution, sewage and wastewater treatment. This thesis focused on the key issues of water supply and distribution in Finnish living circumstances and touched on water resources in other counties. The purpose of this thesis was to examine the planning of water supply and distribution and to draw a master plan for water supply in the event of a disruption in the current water intake of Melalahti</p> <p>This thesis consists of two parts: a literature study on water supply and distribution, and a water supply master plan. Literature study focused on the most important developments in water supply and distribution, current water supply methods, and the factors affecting water supply planning that affect the master plan and design of water supply. In the second part of this thesis a master plan was made in which the baseline data was used to produce water consumption forecasts and to model the current state of the area's water supply network and four other scenarios that met the requirements set at the start of the master plan. From the modeling were examined the pressure levels, flow rates and retention time in the water supply network and the filling of the Melalahti water tower in different scenarios.</p> <p>As a result of this thesis, The Melalahti Water Supply Security Master Plan was implemented as an alternative to water management via the Leppäranta vesihuolto-osuuskunta, Pohjois-Tuusniemen vesiosuuskunta, Koillis-Savon Vesi network from the Könönkangas intake to Melalahti (VE1). In the alternative, Kuopion Vesi builds a new water pipe line of about 2.2 kilometers. This option meets best the requirements for the reserve water connection.</p>			
Keywords Water resources, water supply, modelling, water distribution system,			

## ESIPUHE

Voin vain todeta, että opinnäytetyön tekeminen oli monella tapaa silmiä avaava kokemus. Opinnäytetyö muistutti minulle, miksi haluan työskennellä vesihuoltoalalla ja mikä on sen merkitys ihmiselle ja yhteiskunnalle. Vesi on sama kuin Elämä.

Kiitän perhettäni kärsivällisyydestä ja tuesta opinnäytetyön aikana. Lisäksi kiitän opinnäytetyöaiheesta ja monista neuvoista opinnäytetyön aikana työnantajaani Kuopion Vesi Liikelaytosta, suunnittelupäällikkö Marja Stjerna ja erityiskiitokset esitän työkaverilleni suunnitteluinsinööri Hanna Reijoselle.

Monien käänteiden jälkeen opinnot on suoritettu ja opinnäytetyö on vihdoin valmis. Tästä yhteisestä opintomatkasta lausun kiitokset yliopettaja Pasi Pajulalle.

Kuopiossa 22.3.2019

Satu Miettinen

## KÄSITEET JA SANASTO

Aquastat	YK:n elintarvike- ja maatalousjärjestön maailman laajuinen vesitietoa kokoava yksikkö.
Direktiivi	Euroopan unionin jäsenvaltioille tarkoitettu lainsäädäntöohje. Lainsäätäjän on toteutettava direktiivin sisältö maan lainsäädännössä.
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
EPANET	Yhdysvaltain ympäristönsuojeluministeriön julkaisema vesijohtoverkoston hydraulikan ja laadun mallintamiseen kehitetty ohjelma.
ET-alue	Kaavamerkintä, jolla osoitetaan yhdyskuntateknistä huoltoa palvelevien rakennusten ja laitosten alue.
ETRS-GK 27	Tasokoordinaatistojärjestelmä, joka on käytössä Kuopion kaupungissa. Koordinaatisto perustuu Gaus Kruger projektioon.
EU	Euroopan unioni, 28 jäsenvaltion muodostama liitto.
Eurostat	Euroopan komission alainen yksikkö, joka tuottaa tilastotietoa Euroopan unionin alueelta.
Facta	Kuntien käytössä oleva rekisteritietojen hallintaohjelmisto.
Fore	Rapal Oy:n infran kustannuslaskentaohjelmisto.
GIS	Geographic Information Systems. Paikkatietojärjestelmä.
Makea vesi	Järvi- ja jokivedet, pohjavedet sekä jäätiköt. Ei sisällä meri tai murtovesiä.
mvp	Metriä vesipatsasta.
PIMA	Pilaantuneet maa-alueet.
RIL	Suomen Rakennusinsinöörien Liitto.
ROTI	Suomen Rakennusinsinööriliiton koordinoima rakennetun omaisuuden tila –hanke.
STM	Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö.
Taavi	Kuopion kaupungin paikkatietopalveluohjelmisto.
Tekninen vesi	Puhdistettu jätevesi.
Teknosysteemi	Ihmisen luoma teknisten innovaatioiden kokonaisuus.
Veden ominaiskulutus	Vesilaitoksen vuorokautinen vedenjakelumäärä asukasta kohden. Verkostoon vuorokaudessa pumpatun tilavuus määrä jaettuna verkostoon liittyneiden ihmisten lukumäärällä.
vhok	Vesihuolto-osuuskunta.
vok	Vesiosuuskunta.
WSP	Water Safety Plan. Talousveden laadun riskienhallintajärjestelmä.
YK	Yhdistyneet kansakunnat. Järjestö, jonka tavoitteena on suojella maailmaa uusilta sodilta.

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	10
2	VESIHUOLTO YHTEISKUNNASSA .....	11
3	RAAKAVEDEN JA TALOUSVEDEN HANKINTA .....	16
3.1	Yleistä.....	16
3.2	Vedenhankinnan vaihtoehdot.....	17
3.2.1	Pohjavesi .....	17
3.2.2	Tekopohjavesi .....	19
3.2.3	Pintavesi.....	20
3.3	Varavedenhankinta.....	22
3.4	Muut vedenhankintavaihtoehdot - vesiviisas kiertotalous.....	22
3.5	Vesivarat Suomessa ja Euroopassa.....	24
3.5.1	Veden riittävyys.....	24
3.5.2	Vedenotto.....	26
3.6	Vedenjakelu.....	28
3.7	Vesijohtoverkostojen mallintaminen.....	29
3.7.1	Yleistä vesijohtoverkostojen mallintamisesta .....	29
3.7.2	Mallinnuksen vaiheet .....	30
3.7.3	Mallin rakenne.....	31
4	KESKEINEN VEDENHANKINNAN JA –JAKELUN SUUNNITTELUA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ SUOMESSA .....	32
4.1	Yleistä vedenhankintaa ja jakelua koskevasta lainsäädännöstä .....	32
4.2	Vesilaki (587/2011) .....	32
4.3	Vesihuoltolaki (9.2.2001/119, muutokset 22.8.2014/681).....	34
4.4	Terveystensuojelulaki 763/1994.....	34
4.5	Ympäristönsuojelulaki (524/2014) .....	35
4.6	Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) .....	35
4.7	Luonnonsuojelulaki (1096/1996) .....	36
4.8	Muinaismuistolaki.....	37
4.9	Laki vesienhoidon järjestämisestä .....	37
4.10	Valmiuslaki (1552/2011) .....	38
4.11	Pelastuslaki (379/2011).....	38

5	VEDENHANKINNAN JA –JAKELUN SUUNNITTELUN VAIHEET .....	39
5.1	Suunnittelutasot .....	39
5.2	Esi- ja yleissuunnitelma .....	39
5.3	Toteutussuunnitelma .....	39
6	MELALAHDEN VEDENHANKINNAN TURVAAMINEN - YLEISSUUNNITELMA .....	40
6.1	Suunnittelualan nykytilanne ja lähtötiedot .....	40
6.1.1	Suunnittelualan kuvaus .....	40
6.1.1.1	Sijainti ja yleiskuvaus .....	40
6.1.1.2	Alueella toimivat vesihuoltolaitokset .....	41
6.1.1.3	Maaperä- ja luonto-olosuhteet ja muinaisjäännökset .....	41
6.1.1.4	Maankäyttö .....	42
6.1.1.5	Kuopion vesihuollon kehittämissuunnitelma .....	43
6.1.2	Suunnittelualan vedenkäyttö .....	44
6.1.3	Suunnittelualan osa-aluejako ja käyttäjätiedot .....	45
6.1.4	Olemassa olevan vedenjakelujärjestelmän kuvaus .....	47
6.1.4.1	Suunnittelualan vedenhankinnan ja -jakelun yleiskuvaus .....	47
6.1.4.2	Alueen vedenottamot .....	47
6.1.4.2.1	Melalahti .....	47
6.1.4.2.2	Jänneniemi .....	47
6.1.4.2.3	Könönkangas .....	48
6.1.4.2.4	Muut suunnittelualan vedenottamot (Tuusjärvi, Kotasalmi, Roinila) .....	48
6.1.4.2.5	Yhteenvedo suunnittelualan vedenottamoista .....	49
6.1.4.3	Vesijohtoverkosto .....	49
6.1.4.3.1	Veden johtaminen Melalahden vedenottamolta .....	49
6.1.4.3.2	Veden johtaminen Jänneniemen vedenottamolta .....	50
6.1.4.3.3	Veden johtaminen Vehmersalmen vedenottamoilta .....	50
6.1.4.3.4	Veden johtaminen Neuronin vedenkäsittelylaitokselta .....	50
6.1.4.3.5	Veden johtaminen Jälänniemen vedenottamolta .....	50
6.1.4.3.6	Veden johtaminen Kotasalmen vok:n vedenottamolta .....	50
6.1.5	Vedenkäytön vaihtelu Melalahdessa .....	51
6.2	Ennusteet .....	52
6.2.1	Suunnittelualan väestöennuste .....	52
6.2.2	Suunnittelualan vedenkäyttöennuste .....	53

6.3	Vedenjohtamisen vaihtoehdot .....	54
6.3.1	VE1 Veden johtaminen Könönkankaan vedenottamolta .....	54
6.3.2	VE2 Veden johtaminen Jänneniemien vedenottamolta Vaittilansaaren kautta .....	56
6.3.3	VE3 Vedenjohtaminen Jänneniemien vedenottamolta Joensuuntien vartta .....	58
6.3.4	VE4 Vedenjohtaminen Jänneniemien vedenottamolta kokonaan Kuopion Veden omaa linjaa .....	59
6.3.5	Muut vaihtoehdot (VE5- VE8) .....	60
6.4	Vaihtoehtojen mitoitus ja mallinnus .....	62
6.4.1	Uusien runkojohtojen alustava mitoitus .....	62
6.4.2	Mallinnuksen tavoitteet .....	62
6.4.3	Mallinnustyön kulku ja syötteen .....	63
6.4.4	Mallin kalibrointi .....	66
6.4.5	Mallinnustulokset .....	67
	6.4.5.1 Nykytila .....	68
	6.4.5.2 Vaihtoehtojen VE1-VE4 mallinnustulokset .....	70
6.5	Kustannusarviot .....	71
6.6	Vaihtoehtojen vertailu .....	73
6.6.1	Vaihtoehtojen toimenpiteet .....	73
6.6.2	Verkostojen kapasiteetti .....	73
6.6.3	Omistussuhteet ja tarvittavat luvat .....	73
6.6.4	Kustannukset .....	74
6.6.5	Vaikutukset vesilaitoksien rakennettuihin vesijohtoverkostoihin .....	75
6.6.6	Painetasot ja vedenlaatu .....	78
6.6.7	Yhteenveto vaihtoehtojen eduista ja haasteista .....	80
6.6.8	Jatkotoimenpiteet ja aikataulu .....	82
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO .....	83
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	85



## MELALAHDEN VEDENHANKINNAN TURVAAMINEN YLEISSUUNNITELMAN LIITTEET JA PIIRUSTUKSET

## LIITTEET

LIITE 1. Suunnittelualueen kiinteistöjen käyttötarkoitukset

LIITE 2. Maastokatselmusraportti (salainen)

LIITE 3. Melalahden, Jänneimen, Jälänneimen, Könönkankaan ja Vehmersalmen vedenlaatutulokset

LIITE 4. Verkostomallin syötöt (solmut, putket, säiliöt, pumput) (salainen)

LIITE 5. Melalahden verkostomallin python- koodi ja ohjaustaulukot (salainen)

LIITE 6. Verkostomallinnus tulokset kuvina (salainen)

LIITE 7. Rakentamistoimenpiteet (salainen)

LIITE 8. Kustannusarviot (salainen)

## PIIRUSTUSLUETTELO

00	Nykytilakartta	08.02.2019 (salainen)
01	Yleiskartta	17.12.2018 (salainen)
02	Maaperäkartta	17.12.2018 (salainen)
03	Osa-aluejako ja nykytilanteen virtaussuunnat	17.12.2018 (salainen)
03_1	VE1 Osa-aluejako ja virtaussuunnat	17.12.2018 (salainen)
03_2	VE1 Osa-aluejako ja virtaussuunnat	17.12.2018 (salainen)
03_3	VE3 Osa-aluejako ja virtaussuunnat	17.12.2018 (salainen)
03_4	VE4 Osa-aluejako ja virtaussuunnat	17.12.2018 (salainen)
04	Painetasokartta nykytila	17.12.2018 (salainen)
04_1	Painetasokartta VE1	17.12.2018 (salainen)
04_2	Painetasokartta VE2	17.12.2018 (salainen)
04_3	Painetasokartta VE3	17.12.2018 (salainen)
04_4	Painetasokartta VE4	17.12.2018 (salainen)
05_01	Suunnitelmakartta VE1	08.02.2019 (salainen)
05_02	Suunnitelmakartta VE2 ja VE3	08.02.2019 (salainen)
05_03	Suunnitelmakartta VE4	08.02.2019 (salainen)

## 1 JOHDANTO

Vesilaitoksen on huolehdittava vesijohtoverkostoihinsa liitettyjen kiinteistöjen vesihuoltopalveluiden järjestämisestä myös häiriötilanteissa. (Vesihuoltolaki 2011, 15a §) Häiriötilanteisiin on varauduttava laatimalla häiriötilanteita varten suunnitelma ja vesilaitoksen on harjoitettava häiriötilanteissa toimimista. Häiriötilanne voi olla vedenottamolla tai verkostossa ilmennyt vedenlaatuvirhe tai vedenjohtamiseen liittyvä häiriö, kuten putkirikko tai sähkökatkos tms. Vesihuoltolaki velvoittaa samaan verkostoon kuuluvat vesihuoltolaitokset tekemään yhteistyötä vesihuollon järjestämiseksi kiinteistöille häiriötilanteissa.

Vesihuoltolain lisäksi terveydensuojelulaki velvoittaa vesilaitoksia ennakoimaan toimintansa häiriötilanteita sekä arvioimaan toimintansa riskit ja esittämään niiden hallintatoimet. Riskiarvioinnin perusteella terveydensuojeluviranomainen määrää mm. valvontatoimet vesilaitokselle. Riskiarviointi ja riskienhallinta voidaan tehdä eri tavoilla. Sosiaali- ja terveysministeriö on yhtenäistänyt suomalaisten vesihuoltolaitosten riskien arviointia ja hallintaa tarjoamalla vesilaitosten käyttöön WHO:n Water Safety Plan ohjeistuksen mukaisen ohjelmistotyökalun, joka auttaa vesilaitoksia talousveden turvallisuutta uhkaavien riskien tunnistamisessa, priorisoinnissa ja riskien hallinnassa. WSP on yleisesti käytössä Suomen vesilaitoksilla, myös Kuopion Vesi Liikelaitoksella. Varavesiyhteydet ovat keskeisiä vedenhankinnan ja -jakelun riskien hallintatoimia.

Tässä opinnäytetyössä on tutkittu vedenhankintaa ja vedenjakelun suunnittelua yleisesti sekä laadittu vesihuollon yleissuunnitelma turvaamaan talousveden saantia häiriötilanteessa Kuopion Melalahden alueella. Melalahden taajama-alue on Kuopion Veden toiminta-alueita ja sitä ympäröivät haja-asutusalueet vesiosuuskuntien toiminta-alueita. Melalahdessa on oma vedenottamo ja ylavesisäiliö, josta vettä jaetaan Melalahden taajamaan ja sen läheisyydessä olevalle neljälle vesiosuuskunnalle. Alueelle ei ole varavesiyhteyttä, joten jos vedenottamolle tapahtuu pitkäkestoinen (yli vuorokausi) häiriötilanne n. 780 Kuopion Veden toiminta-alueen asukasta ja vesiosuuskuntien asiakkaat jäävät ilman puhdasta vettä. Yleissuunnitelman tavoitteena on saada Melalahden alueelle teknisesti ja taloudellisesti järkevä ja nopealla aikataululla toteutettavissa oleva riittävä varavesiyhteys, mahdollisesti yhteistyössä alueella toimivien vesilaitosten kanssa.

## 2 VESIHUOLTO YHTEISKUNNASSA

Vesihuolto on ollut merkittävässä roolissa yhteiskunnan kehityshistoriassa. Vesihuolto liittyy kaupungistumiseen, kulttuuriperintöön, hygienian kehittymiseen, lakien syntyyn, kansakuntien väliseen yhteistyöhön, turvallisuusstrategioihin ja jopa ihmisoikeuksiin eli lähes kaikkeen maan ja taivaan väliltä. Voidaan todeta, että puhdasvesi on sama kuin elämä. Puhtaan veden merkityksestä kertoo myös se, että YK:n yleiskokous on julistanut vuonna 2010 puhtaan veden jokaiselle kuuluvaksi ihmisoikeudeksi (YK 2018). Vesi ja vesistöt ovat olennainen osa suomalaisuutta ja toimiva vesihuolto- ja puhtaat vesistöt meille suomalaisille itsestään selviä asioita. (RIL 2003, 22-27).

Noin 10 000 sitten ihmiset aloittivat maanviljelyn ja asettuivat aloilleen metsästäjä-kerjälijä aikakauden päättyessä. Alkoi muodostua kyliä ja kaupunkeja ja lopulta valtioita. Puhdas vesi oli edellytys onnistuneille kaupunkien ja valtioiden synnylle. Varhaisimpina vesihuollon merkkeinä maailmassa voidaan pitää Egyptin kastelujärjestelmiä ja mahdollisesti rakennettuja kaivoja. Lisäksi Mesopotamiassa oli rakennettuja sadevesikanaaleja. Pronssikaudella peräisin olevia vesihuollon muinaisjäänteitä ovat esimerkiksi Pakistanin Mohenjo-Daron kaupungista löydetty muinaiset kaivot, vesijohtot ja vesivessat. Ensimmäiset todisteet tarkoituksenmukaisista vesihuoltolaitteista, kylpyhuoneista ja kuivausjärjestelmistä on 1000-2000 eKr. Minolaisten ja Mykeneläisten kulttuureissa. (IWA 2018)

Antiikin Roomassa puhdasta vettä johdettiin kaupunkilaisten käyttöön akvedukteja (Kuva 1) pitkin kilometrien päästä vuorilta. Vesi johdettiin kaupungeissa painovoimaisesti säiliöihin ja jaettiin lyijyjohtoja pitkin asukkaiden käyttöön. Suuri osa vedestä johdettiin Rooman suihkulähteisiin, jotka toimivat vesiposteina ja, joista tavalliset kansalaiset hakivat kaiken käyttövetensä. Rikkailla oli omat vesiliittymät. Roomassa kylpyläkulttuuri kukoisti ja vedenkäyttö oli runsasta, jopa 1000 litraa asukasta kohden vuorokaudessa. Rooman vesihuolto oli korkealla tasolla, johon Euroopassa ylettiin vain muutama sata vuotta sitten. Historialliset akveduktit olivat ja ovat yhä edelleen taidokkaita insinööri- ja rakennustyönnäyteitä. Akvedukteissa käytetyt kestävät ja kauniista kaarista tuli roomalaisen arkkitehtuurin perusmuotoja. (Antiikinhistoria 2018) Ennen Rooman valtakunnan tuhoutumista akvedukteja oli rakennettu yhteensä 19 kappaletta ja niiden yhteispituus oli 600 km (Juuti 2017, 56).



Kuva 1. Akvedukti (Pixabay 2018.)

Rooman valtakunnan tuhoutumisen jälkeen vesihuolto taantui ja vasta keskiajalla luostareissa alettiin rakentaa vesijohtoverkostoja. Mahdollisesti vettä johdettiin myös paikalliselle väestölle asti (ICE 2011, 3).

Teollisen vallankumouksen aikaan 1800-luvun alussa väestöä muutti maalta kaupunkeihin paremman elämän toivossa. Puutteellinen vedenkäsittely ja vesihuolto aiheuttivat kolera- ja lavantautiepidemioita, joiden syy-yhteyttä saastuneeseen veteen ei tunnistettu tai haluttu tunnustaa. Tauteja pidettiin ilmavälitteisinä (Miasmat), ja oletettiin, että niin pitkään, kun vesi oli kirkasta, se oli puhdasta. Ensimmäisen kerran vuonna 1854 lääkäri John Snow esitti epäilynsä taudin leviämisestä veden välityksellä, kun hän havaitsi sairastuneiden potilaittensa käyttävän samaa pumppua vedenhankintaan. Pumpun kahva poistettiin ja epidemia laantui. Lääkäri Snown teoriaa ei kuitenkaan tiedepiireissä hyväksytty. Vasta 30 vuotta myöhemmin Louise Pasteurin tutkimusten myötä teoria näkymättömistä tautienaiheuttajista, bakteereista, hyväksyttiin tiedepiireissä. (ICE 2011, 3-4) Ehkäpä tämä nosti viemäroinnin merkityksen uuteen arvoon. (Rajala, Juuti ja Katko 2017, 19)

1800- ja 1900 –luvun vaihteessa vedenkäsittelymenetelmät kehittyivät voimakkaasti. Tämä kehitys ei kuitenkaan taanneet vielä veden hygieenisyyttä. Vasta v. 1903 Cambridgehiressä puhjennun koleraepidemian seurauksena kehittäjät saivat luvan kokeilla klooria juomaveden desinfiointiin, mikä on nykyvesihuollon tärkeimpiä prosesseja. (ICE, 6-7)

Suomen ensimmäinen yleinen vesilaitos perustettiin Helsinkiin vuonna 1876. Pintavesilaitosten ongelmina tuolloin oli usein veden riittävyys vuoden kuivana aikana asukasmäärien lisääntyessä ja toisaalta veden hygieenisen laadun huonontuminen puutteellisen viemäroinnin vuoksi. Veden terveydellinen laadun valvonta alkoi 1960-luvulla, kun lääkintähallitus antoi ensimmäiset vedenlaatua koskevat suositukset. Vedenlaatukriteereitä on tiukennettu vuosien mittaan. Vedenkäsittelytekniikoiden

kehittymisen myötä veden hygieenisuus ja esteettisyys ovat lisääntyneet mm. desinfiointin ja alka-loinnin myötä. (RIL 2003, 18-20)

Vuonna 1910 Suomi sai ensimmäiset jätevedenpuhdistamot. Puhdistamo rakennettiin Lahteen ja Helsinkiin. Jätevedenpuhdistamo koostui sakokaivosta ja sepelisuodattimesta. (RIL 2003, 20)

Juuti on koonnut vesihuollon aikakaudet ja järjestelmät sekä merkittävimpiä vesihuollon teknisiä saavutuksia taulukkomuotoon (Taulukko 1).

Taulukko 1. Vesihuollon aikakaudet ja järjestelmät (mukaillen Juuti 2017, 60)

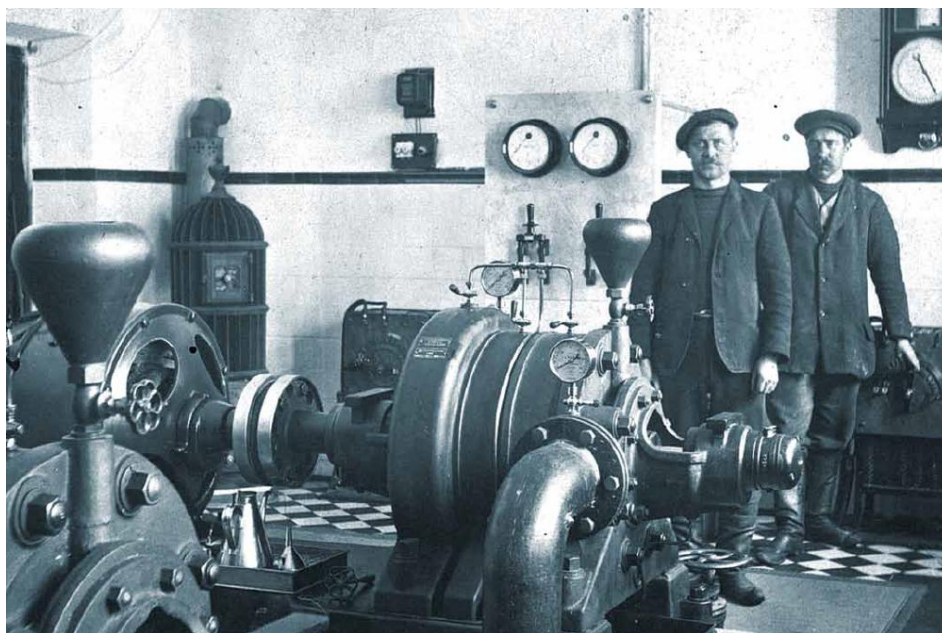
Ajoitus	Kulttuuri	Menetelmiä	Kiinnostuksen kohde	Järjestelmät
Aika ennen kaupunkia	Keräilykulttuuri	Sadevesi, lähdevesi, ämpäri	Eloonjääminen	Ämpärijärjestelmä
Varhaiset vaiheet	Babylonia, yms. Rooma	Vesijohtot, viemärit, WC Akveduktit, viemärit, palokunta Köyhät ja rikkaat eri asemassa "epädemo-kraattisuus"	Siisteys, mukavuus Nautinnot, sotilaalliset arvot Kylpylät	Modernijärjestelmä (juomavesi) & protojärjestelmä (jätevesi)
Vesihuollon pysähtyneisyyden aika	Kirkolliskulttuuri Kaupungit lakastuvat	Vanhat modernit järjestelmät hajoavat. Potta, tunkio, ämpäri Palovartiointi, sammu-tusjoukot	Hengellinen elämä Symboliset arvot	Ämpärijärjestelmä
Hitaan kehityksen aika	N.1850-l. alk. Englannista Suomessa karkeasti n.1880-1910	Putkesta sisään, toisesta ulos, "rännijärjestelmä". Kuivatus ensin, sitten ensimmäiset vesilaitokset, hidassuodatus WC, hygienian ja bakteriologian läpimurto Pakkopalokunta ja VPK	Hygienia, työkyky Terveys, turvallisuus, työkyky Tuotannolliset arvot	Protojärjestelmä
Kehittyneen kaupunki-infrastruktuurin aika n. moderni aika	Eri vaiheissa eri puolella maailmaa Esim. Suomi 1880-1900 vaihe	Vedenkäsittely, pika-suodatus, jätevesien puhdistus Mitattu kulutus, paineistettu vesijohto	Ympäristö, terveys, hygienia Köyhät ja rikkaat lähes samassa asemassa Tuotannolliset arvot	Modernijärjestelmä

Suomen maaseudulla on tukeuduttu pohjaveteen vedenhankinnassa jo satoja vuosia. Yhdyskuntien veden hankintaa varten pohdittiin 1800-1900-lukujen vaihteessa pinta- ja pohjavedenkäyttöä vaihtoehtoisina raakavesilähteinä. Viipuriin rakennettiin pohjavesilaitos 1892, mutta Helsingin ensimmäisen vesilaitoksen vedenotto perustui pintavedenottoon Vantaanjoesta (RIL 2003, 18). Vuosina 1897-1901 Vaasassa Karperöjärven läheisyydessä tehtiin koeporauksia ja koepumppauksia yhdyskunnan vedenhankintaa varten. Järvi oli muinainen merenlahti ja alueen pohjavesi oli suolaista ja rautapi-toista. Tutkimuksissa päädyttiin siihen, ettei luonnolliset pohjavesivarat riittäisi 16 000 asukkaan taa-jaman veden kulutukseen. Tekopohjaveteen perustuva vedenottamo oli suunniteltu vuonna 1901 Göteborgiin, jota mukailien Vaasan vedenottoa suunniteltiin. Vaasassa otettiin käyttöön monien vai-heiden jälkeen, monilta osin alkuperäisistä suunnitelmista poikkeavana, v. 1929 Suomen ensimmäi-nen tekopohjavesilaitos, joka sai vetensä osittain Pilvi- ja Kivilammista. Vesi imeytettiin Getinflyetin maaperään, jonka pohjavesikaivoista se pumpattiin Vaasaan. (Juuti ja Katko 2006, 197-221)

Kaupungeissa vedenhankinta perustui yksityisiin ja yleisiin kaivoihin 1800-luvulla. (Rajala, Juuti ja Katko 2017, 17) 1800- ja 1900-lukujen vaihteessa myös kuopiolaiset saivat talousvetensä yksityisistä ja yleisistä kaivoista ja näiden lisäksi järvestä tai lähteistä. Tunnetuin lähde oli Tiihottarenmäen juu-rella sijainnut Makarofin lähde. Järviveden käyttö oli yleistä. Pihoille kaadetut jätevedet ja eläinten-pito lähellä vedenottokaivoja pilasivat kaivoja ja kehittyvä teollisuus ja laivaliikenne likasivat järveä. Kun 1880-luvulla Kuopioon sijoitettiin vielä vakinainensuomalainen sotaväki, esitettiin keskitettyä vedenhankintaa ja vesijohdon rakentamista kasarmien ja kaupunkilaisten tarpeisiin. Rakentamaan päästiin vasta vuonna 1913 ja samana vuonna vesilaitoksen pumput käynnistyivät Itkonniemellä. Rakennushankkeeseen kuului Itkonniemen pumppulaitos, jossa vesi hiekkasuodatettiin, Huuhan ve-sisäiliö ja viisi kilometriä runkolinjaa. Kuva 2:ssa on Itkonniemen pumppulaitoksen konehuoneen mestarit vuoden 1914 postikortissa. (Kuopion Vesi 2017)

Muita tärkeitä virstanpylväitä Kuopion Veden vedenhankinnan ja -jakelun varhaishistoriassa ovat:

- Reposaaressa koepumppaukset v. 1910,
- veden kloorauksen aloitus,
- vaakaselkeytys laitoksen rakentaminen. (Kunnallista vettä 100 vuotta Kuopiossa)



Kuva 2. Itkonniemen konehuoneen mestarit vuodelta 1914 (Kuopion Vesi 2017.)

Kaupunkien kasvun myötä 1800-luvun alussa yksityisten kaivojen antoisuus ei riittänyt vedenkulu-  
tukseen. Lisäksi veden laatu saattoi olla huono, kuten v. 1890 Helsingissä tehty kaivotutkimus  
osoitti. Tutkimuksessa tarkastelluista 82 kaivosta vain kuuden vesi oli laadultaan juomakelpoista.  
Tämä johtui pitkälti siitä, että jätteet ja likavedet koottiin pihan perälle, joista vedet johtuivat kaivoi-  
hin. Yleisiä vedenottopaikkoja rakennettiin kaupunkiin, mutta niidenkään antoisuus ei riittänyt tuli-  
paloista kärsivien puukaupunkien sammutusveden hankintaan (Rajala, Juuti ja Katko 2017, 17-23)

Toimiva vesihuolto kuuluu nyky-yhteiskuntamme elintärkeisiin toimintoihin, jotka on turvattava joka  
tilanteessa (YTS 2010, 15). Ilman puhdasta vettä ja toimivaa sanitaatiota ihmiset sairastuvat, jolla  
voi olla laajassa mittakaavassa vaikutuksia nykyään jopa kansalliseen toimintakykyyn. Eri uhkatekijät  
kuten ilmastonmuutos tai sotatila vaikuttavat vesihuollon toimintavarmuuteen jo globaalilla tasolla.  
(YTS 2010,13)

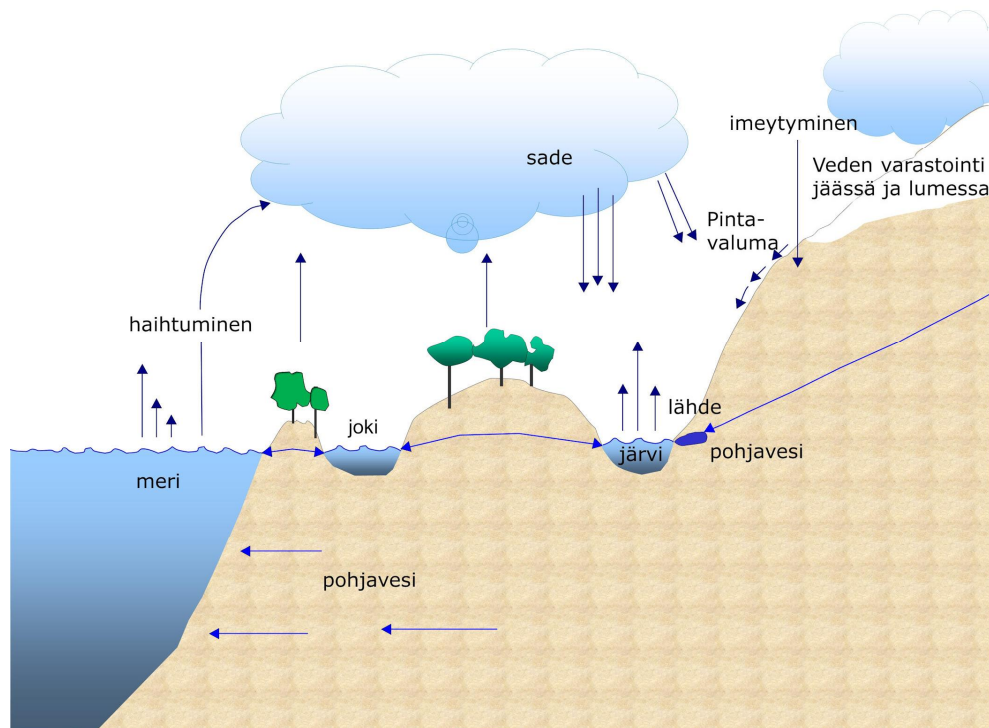
### 3 RAAKAVEDEN JA TALOUSVEDEN HANKINTA

#### 3.1 Yleistä

Vesihuolto koostuu raakaveden hankinnasta, veden käsittelystä, vedenjakelusta, jätevesien viemäroinnistä sekä jätevesien puhdistamisesta. (RIL 2003, 13-14) Vedenhankinta on vesihuollon ensimmäinen osa-alue, jonka jälkeen muut osa-alueet voidaan suunnitella ja toteuttaa nyky-yhteiskunnan toimintojen ylläpitämiseksi.

Vedenhankinta Suomessa perustuu pääasiassa pinta- ja pohjavedenottoon sekä tekopohjavedenottoon, joka on edellä mainittujen yhdistelmä. Suomessa on lähes 2000 vedenottamo, joista yhdyskuntia palvelee noin 1500 vedenottamo. Yhdyskuntia palvelevien vesihuoltolaitosten toimittamasta vedestä on 35% on pintavettä, ja pohjaveden ja tekopohjaveden osuus on 65%. Yhdyskuntien käyttöön otetaan vettä 1,1-1,2 milj.m<sup>3</sup> vuorokaudessa. Vedenotto on luvanvaraista toimintaa muuhun kuin tavanomaiseen kotitalouskäyttöön. (Rintala 2017, 12)

Hydrologisten ilmiöiden ja hydrologisen kierron selvittäminen on aivan keskeinen lähtökohta suunniteltaessa vedenhankintaa uudelle alueelle. Myös maankäyttö vedenhankinnan valuma-alueella on tärkeä selvittää. Muuttamalla maanpinnan ominaisuuksia ja ottamalla vettä vesistöistä tai pohjavettä maaperästä, ihminen vaikuttaa toiminnallaan veden kiertokulkuun ja vesitaseeseen luonnossa. Veden kiertokulku luonnossa pääpiirteittäin on esitetty Kuva 3.



Kuva 3. Veden hydrologinen kiertokulku luonnossa (Lankinen 2018.)



## 3.2 Vedenhankinnan vaihtoehdot

### 3.2.1 Pohjavesi

Suomessa pohjavettä käytetään yleisesti vesilaitosten raakavetenä, koska se on yleensä pintaveteen verrattuna laadultaan parempaa ja paremmin suojassa likaantumislta. (SYKE 2007, 20)

Pohjavettä syntyy sade- ja sulamisvesien imeytyessä maahan (Kuva 3). Vesi suotautuu alaspäin maakerrosten läpi, kunnes vesi saavuttaa pohjavedenpinnan. Pohjavedenpinnan alapuolella maahiukkasten välinen huokostila on veden kyllästämä. (RIL 2003, 102) Aluetta, jonne varastoituu merkittävä määrä vettä hyvin vettä johtavaan maa- tai kallioperään, kutsutaan akviferiksi eli pohjavesimuodostumaksi (GTK 2018).

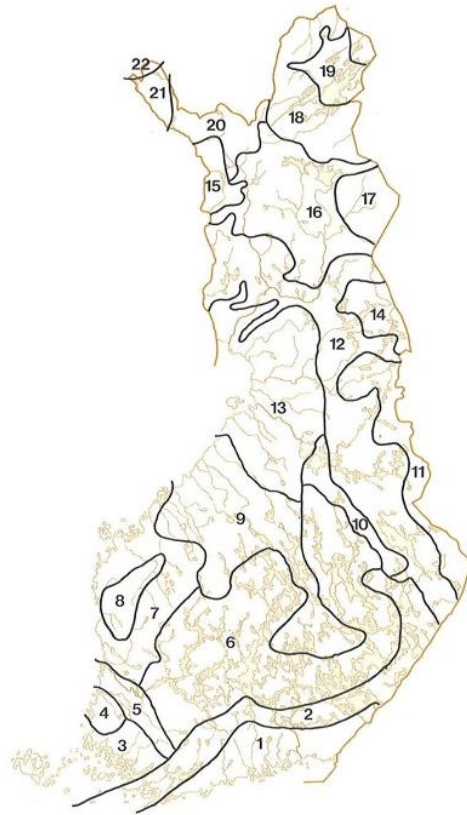
Pohjaveden laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat mm.

- sadeveden määrä, koostumus ja liuotuskyky,
- pohjaveden varastoituminen, kierto ja viipymä,
- kallioperän ja maaperän kivilajikoostumus,
- maankamaran luontainen bakteeritoiminta,
- maakerroksen laatu ja paksuus ja
- ihmisen toiminta. (Isomäki ym. 2006, 7)

Pohjavesi on jatkuvassa liikkeessä kohti purkupaikkaa. Virtausnopeuden ja suunnan määrittävät maaperäkerrostumien kaltevuus ja vedenläpäisevyys. (RIL 2003, 102) Pohjavesi on Suomessa yleensä 2-4 metrin syvyydessä, mutta harjualueella se voi olla jopa 30 m syvyydessä (Isomäki ym. 2006, 7). Pohjavesi purkautuu maanpinnalle, kun se kohtaa maanpintaan asti ulottuvan vettä läpäisemättömän esteen esim. savi- tai pohjamooreenikerroksen tai kalliopinnan. Näihin paikkoihin muodostuu lähteitä. (RIL 2003, 102). Pohjavettä purkaantuu myös vesistöihin ja suoalueille (Isomäki ym. 2006, 7)

Vedenhankinnan kannalta parhaat pohjavesivarat ovat hyvin vettä johtavissa sora- ja hiekkakerrostumissa (RIL 2003, 99) Näitä ovat mm. harjut- ja reunamuodostumat, jotka ovat syntyneet viimeisen jääkauden loppuvaiheessa (OPH 2018). Pohjavesivarasto voi ajoittain ehtyä, jos varasto on pieni ja sitä käytetään yli muodostuman antoisuuden. Pohjavettä muodostuu lähes kaikkialla, mutta eniten juuri sora- ja hiekka-alueilla. (Isomäki ym. 2006, 7)

Manner-Suomessa on 5 752 luokiteltua pohjavesialuetta, joista 2033 on luokiteltu vedenhankintaa varten tärkeäksi pohjavesialueeksi. Pohjavettä on arvioitu muodostuvan Suomessa yli 5 milj. m<sup>3</sup> päivässä, mutta pohjavesivarannot ovat jakautuneet hyvin epätasaisesti. Rannikolla pohjavesialueita on vähän ja Salpausselkävyöhykkeellä runsaasti. (Rintala 2017, 12-14) Salpausselkävyöhyke on merkitty geomorfologisten alueidenkarttaan (Kuva 4) indeksillä 2.



Kuva 4. Geomorfologinen aluejako (Uusitalo 2008.)

Pohjavedet luokitellaan kolmeen ryhmään. Luokitus ja pohjavesialueiden määrittäminen perustuvat lakiin vesienhoidon ja merienhoidon järjestämisestä (1299/2004) 1.luokkaan kuuluvat vedenhankintaa varten tärkeät pohjavesialueet, joiden vettä käytetään tai on tarkoitus käyttää talousvetenä enemmän kuin 10 m<sup>3</sup>päivässä tai yli 50 ihmisen tarpeisiin, 2.luokkaan kuuluvat muun vedenkäyttöön soveltuvat pohjavesialueet ja E-luokkaan pohjavesialueet, joista riippuvaisia ovat muun lainsäädännön suojelemat pinta- ja maaekosysteemit. (Rintala 2017, 14)

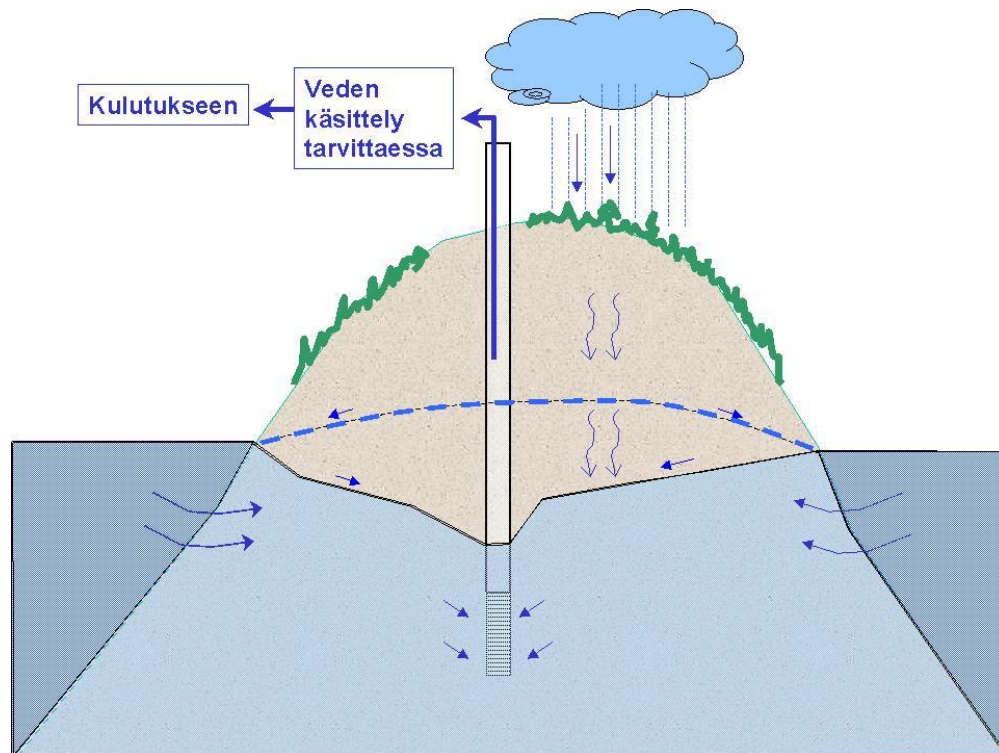
Pohjavedenottoa varten rakennetaan yksi tai useampi kaivo. Ennen varsinaisten kaivojen rakentamista selvitetään pohjavesialueen alustava teoreettinen antoisuus ja vedenlaatu. Tämän jälkeen tehdään maasto- ja maaperätutkimusten perusteella määritetystä paikasta koepumppaukset. Koepumppauksissa seurataan pumppaustehoa ja pohjaveden pinnan korkeuden ja laadun muutoksia pohjavesialueella. (RIL 2003 276-280) Tarvittava koepumppausaika vaihtelee, mutta usein se on noin 1-3kk. Tätä ennen ja myös pumppauksen jälkeen alueella on havainnoitava pohjavedenpinnan tasoa noin parin kuukauden ajan. (SVY 2005, 27-29)

Pohjavesikaivoja on pääasiassa kolmea eri tyyppiä. Nämä ovat: 1) kuilukaivo, 2) putkikaivo ja 3) kallioporakaivo. Kaivotyyppin valinta tehdään mm. maaperäolosuhteiden perusteella. (RIL 2004, 281)

### 3.2.2 Tekopohjavesi

Pohjavesiesiintymän antoisuutta voidaan lisätä keinotekoisesti imeyttämällä pohjavesialueelle pintavettä. Vettä johtavat maalajit pystyvät puhdistamaan ja muuttamaan pohjaveden kaltaiseksi suurempia vesimääriä, kuin sateena ja lumena luonnossa tulee. Olosuhteista riippuen antoisuutta voidaan nostaa 5-10-kertaiseksi luonnontilaan verrattuna. (RIL 2004, 288-289)

Rantaimeytys on vanhin tapa muodostaa tekopohjavettä. Siinä pohjavedenpinta laskee vedenoton seurauksena vesistön vedenpinnan alapuolelle ja vesistön vesi imeytyy maakerrosten kautta kaivoihin (RIL 2004, 209) (Kuva 5). Rantaimeytyksen uhkatekijöitä ovat järvivedessä esiintyvät taudinaiheuttajabakteerit ja –virukset, syanobakteerien tuottamat toksiinit ja äkilliset haitta-ainepäästöt, koska imeytymistä ei voida keskeyttää nopeasti, kuten voidaan helposti tehdä suoria imeytysmenetelmiä käytettäessä. Sinilevätoksiinit hajoavat melko nopeasti hapellisissa olosuhteissa, mutta hapettomissa olosuhteissa ne voivat säilyä pitkään. (SYKE 2007, 26)



Kuva 5. Rantaimeytyksen periaatekuva (Lankinen 2002.)

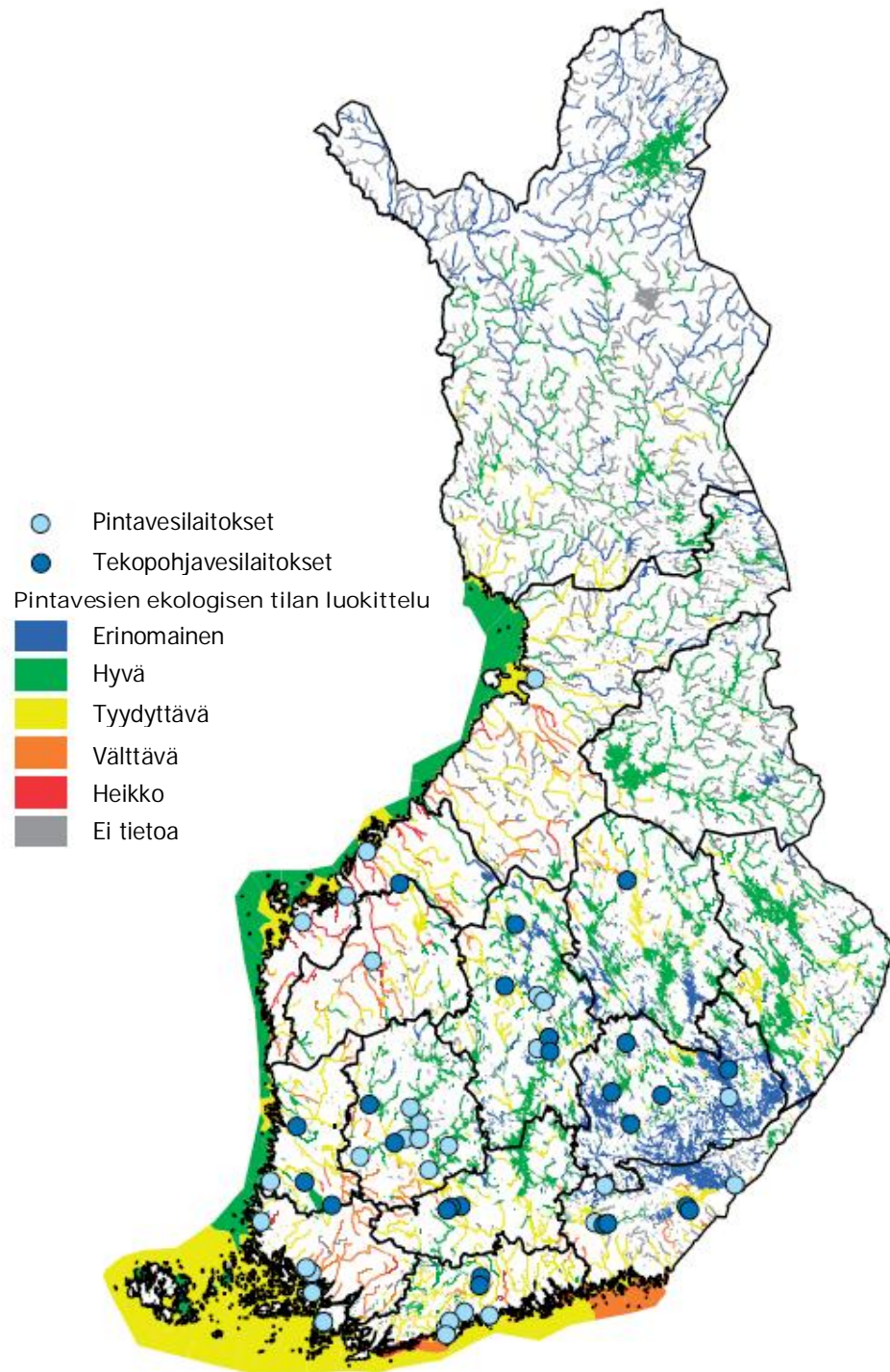
Muita menetelmiä ovat allasimeytys, sadetusimeytys ja kaivoimeytys. Allasimeytys on suositeltavin ja tavallisin imeytysmenetelmä. Imeytysaltaat kaivetaan hyvin vettä läpäisevään maaperään. Altaiden kohdalta pintamaat poistetaan puhtaaseen hiekka- ja sorakerrokseen asti ja pohjalle laitetaan suodatinhiekkakerros. Altaita rakennetaan aina vähintään kaksi. Vedenotto tapahtuu putkikaivoilla. Kaivoimeytystä voidaan käyttää silloin, jos pohjavesiesiintymän päällä on paksu vettä läpäisemätön maakerros. Menetelmä on tukkeutumisriskin vuoksi toiminnaltaan epävarmempi. (RIL 2004, 291-292) Sadetusimeytyksessä vesi johdetaan putkistoilla maastoon aluskasvillisuuden päälle. Ensimmäiset tekopohjavesilaitokset on rakennettu Suomeen 1970-luvulla. (SYKE 2007, 24) Nykyisin tekopohjavettä käyttäviä vesilaitoksia on 30. (Rintala 2017, 14)

### 3.2.3 Pintavesi

Pintaveden käyttäminen vedenhankinnassa tulee kysymykseen lähinnä vain silloin, kun pohjavesivaroja ei ole riittävästi. Pintavesilaitosten toimittamat vesimäärät ovat suuria ja laitokset sijaitsevat pääosin suurissa kaupungeissa tai rannikolla (Kuva 6). Pintavesilaitoksilla tarvitaan raakaveden laadun vuoksi enemmän vedenkäsittelyä kuin pohjavesilaitoksilla, mutta veden laatuongelmat ovat harvinaisia korkean laadunvarmistuksen ja ammattimaisen laitosten hoidon ansiosta. (SYKE 2012, 11)

Vettä voidaan johtaa pitkiäkin matkoja, jos veden kuluttajia on paljon ja veden johtaminen on siitä johtuen taloudellisesti kannattavaa. (SYKE 2012, 11-14) Esimerkiksi pääkaupunkiseudulle HSY:n toiminta-alueelle (Helsinki, Vantaa, Espoo ja Kauniainen) yli miljoonalle ihmiselle talousveden raakavesi johdetaan Päijännetunnelin välityksellä. Päijännetunneli on n. 120 km pitkä kalliotunneli, joka otettiin käyttöön vuonna 1982. (HSY 2012) Päijännetunnelista johdetaan pintavettä tekopohjaveden muodostamista varten myös pääkaupunkiseudun naapurikuntien Hyvinkään, Järvenpään, Keravan, Kirkkonummen, Sipoon, Tuusulan sekä ajoittain Porvoon tarpeisiin. (SYKE 2012, 11-14)

Suomen järvet ja jokiuomat ovat matalia, joten ne ovat herkkiä muutoksille ulkopuolisten ainevirtaamien vuoksi. Näitä vesistöjä kuormittavia ainevirtaamia ovat esimerkiksi kiintoaines, ravinteet, happea kuluttavat, happamoittavat ja myrkylliset aineet. Maatalouden, jätevesien, turvetuotannon ja kalakasvatuksen päästöt aiheuttavat ravinnekuormitusta. Likaantuneilta maa-alueilta tapahtuva pintavalunta vesistöihin heikentää pintavesien laatua. Teollisuus- ja energialaitosten jäähdytysvesistä syntyy lämpökuormitusta ja teollisuuden ja liikenteen päästöt voivat happamoittaa vesistöjä. Myös järvien säännöstely ja jokien patoaminen voi heikentää pintavesien laatua. (SYKE 2012, 10) Laki vesienhoidon järjestämisestä sisältää säännökset vesien tilan luokittelusta. Vesistöt jaetaan viiteen luokkaan ekologisen tilan perusteella. Ekologinen tila arvioidaan erilaisten biologisten ja kemiallisten muuttujien perusteella. Luokittelu voidaan esittää värikoodeilla kartoilla (Kuva 6). (Ympäristö 2018)



Kuva 6. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu vuoden 2010 tietojen perusteella. Pinta- ja tekopohjavesilaitosten sijainnit perustuen Isomäki ym. 2007 tietoihin (SYKE 2007) (mukaillen SYKE 2012, 12.)

Kuva 6 esitetään pintavesien ekologisen luokituksen lisäksi vuonna 2007 vesilaitoskyselyyn vastaneiden vesilaitosten tyyppi ja sijainti. Kuopio Vesi ei ole ollut kyselyssä mukana.

Rannikolla vaihtoehtona on vielä meriveden käsittely talousvedeksi, mikäli muita vedenhankintamuotoja ei ole käytettävissä. Suomessa merivettä hyödynnetään talousveden raakavetenä esimerkiksi Houtskarissa Varsinais-Suomessa sekä Ahvenanmaalla Föglössä. Molemmissa vettä käyttää arviolta alle 1 000 asukasta. (SYKE 2012, 11)

### 3.3 Varavedenhankinta

Varavedenhankintaa on talousveden laatuvaatimusten mukaista veden ottamista jakelualueelle normaalitilanteesta poikkeavasta vesilähteestä. Varavedenhankinta voi tapahtua samaan tapaan edellä mainituista pinta- tai pohjavesivesilähteistä kuin päävedenottamoillakin. Vesilaitos voi rakentaa myös omasta tai niin sovittaessa toisen vesilaitoksen vedenottamolta tai verkostosta varavesiyhteyksiä, jolloin häiriötilanteen aikainen vedenhankinta on käytännössä perusvedenjakelelu luonteista toimintaa.

Vesihuollon häiriötilanteet ja niihin varautuminen on nostettu esiin viime vuosina muuttuneen lainsäädännön myötä. Muuttuneet vesihuoltolaki, asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista, juomavesidirektiivi ja ympäristönsuojelulaki edellyttävät vesihuoltolaitosten riskein tunnistamista ja hallintaa. (Rapala 2016) Vesihuoltolain mukaiset vesilaitokset vastaavat verkostoihinsa liitettyjen kiinteistöjen vesihuoltopalvelujen saatavuudesta myös häiriötilanteissa (Vesihuoltolaki 2001, §15a)

Viranomaisten ohjeistus ja STM:n luoma WSP-työkalu kannustavat varavesiyhteyksien rakentamiseen. Mikäli laitoksella on varavedenottamoita, ne on pidettävä kunnossa kuten päävedenottamotkin (Valvira 2009, 13). Varavedenottamoiden ylläpito on vesihuoltolaitoksille usein resurssikysymys ja uusien pienempien vedenottamoiden rakentamista harkitaan tarkoin.

### 3.4 Muut vedenhankintavaihtoehdot - vesiviisas kiertotalous

Vesiviisaassa kiertotaloudessa teknoysteemiin otetaan vettä vesivarojen uusiutumisen sallimissa rajoissa ja vettä käytetään säästeliäästi hukkaa ja tuhlaamista välttäen. Käytön aikana veteen liuenneet arvokkaat ja hyödylliset aineet otetaan talteen ja palautetaan kiertoon sekä veden sisältämä energia tai kyky sitoa lämpöä käytetään hyödyksi. (SYKE 2017, 19)

Vedenkäytön ja vesiekosysteemien yhteys kiertotalouteen on havainnollistettu alla olevassa kuvassa (Kuva 7). Kuvan yläosassa on kuvattu vesiviisaan kiertotalouden ratkaisuja teknisen veden otton, jakelun, käytön ja käytetyn veden käsittelyn aikana sekä puhdistetun veden uudelleenkäytön mahdollisuuksia. Kuvan alaosassa on havainnollistettu vesiekosysteemeitä ja maa-vesiekosysteemeitä (pohjavesi) osana kiertotaloutta ja niihin liittyviä vesiviisaita ratkaisuja. (SYKE 2017, 19)





Kuva 7. Vesi ja vesiekosysteemit kierto-taloudessa ja vesiviisaan kierto-talouden periaatteet (SYKE 2017, 20.)

### 3.5 Vesivarat Suomessa ja Euroopassa

#### 3.5.1 Veden riittävyys

Maapalloamme kutsutaan siniseksi planeetaksi. Syystäkin, sillä noin 70% maapallon pinta-alasta on veden peittämää aluetta. Tästä vesimäärästä vain 3% on makeaa vettä, josta suurin osa on sitoutuneena jäätikköihin. On arvioitu, että vain noin 1% kaikesta makeasta vedestä olisi otettavissa käyttöön ja paljon vähemmän kuin 1% makeasta vedestä saatavissa helposti ihmisten vesihuoltokäyttöön. (AWWA 2017, 1-2)

Tähän asti suurin osa eurooppalaisista ei ole kärsinyt vesipulan aiheuttamista sosiaalisista, taloudellisista tai ympäristövaikutuksista. Ilmaston muutos ja lisääntynyt vedenkulutus voivat kuitenkin altistaa Eurooppaa vesipulan vaikutuksille. Monilla alueilla vedenkulutuksen ja saatavuuden tasapaino on saavuttanut kriittisen tason liiallisen vedenoton ja kuivien kausien myötä. (EEA report 2/2009, 5) Euroopan ympäristöviraston EEA:n johtaja Jacqueline McGlade on todennut näin:

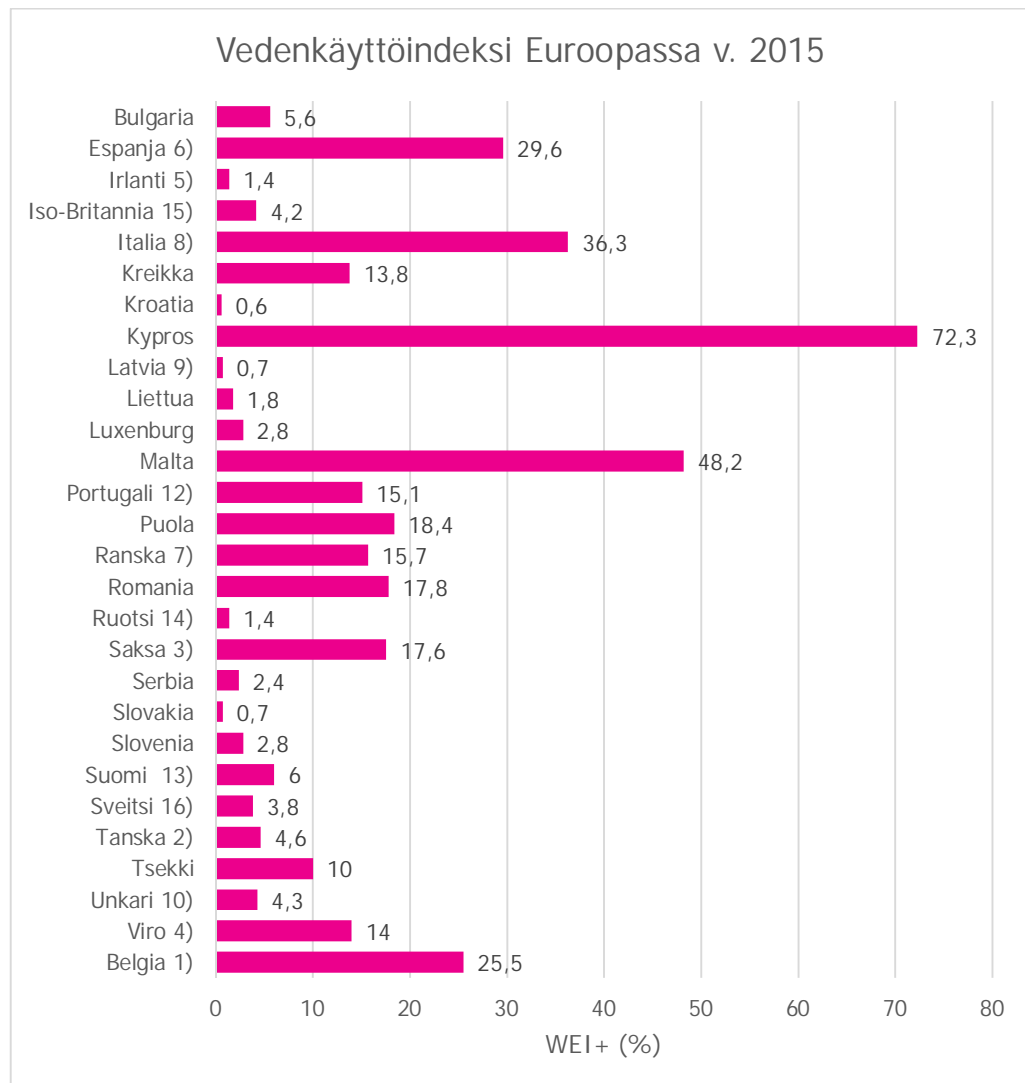
*”Eurooppalaisilla ei ole varaa tuhlatava vettä nykyiseen tapaan. Veden niukkuutta on lyhytnäköisesti pyritty ratkaisemaan ottamalla entistä suurempia vesimääriä pinta- ja pohjavesivarannoista. Nykyinen vesivarojen liikkakäyttö ei voi olla kestävä ratkaisu, koska se vaikuttaa haitallisesti jäljelle jäävän veden laatuun ja määrään sekä vesivaroista riippuvaisiin ekosysteemeihin. Sen vuoksi on vähennettävä veden kysyntää, minimoitava vedenottomäärä ja parannettava vedenkäytön tehokkuutta.”* (EEA 2009)

Vesivarojen hallitaan ja veden kysynnän vähentämiseksi on ehdotettu seuraavia käytäntöjä Euroopassa:

- Veden hinnoittelu käyttömäärän mukaan
- kattavien kuivuusriskien hallintasuunnitelmien laadinta ja riskien hallinta
- bioenergiakasvien kasvattamista alueilla, joilla se on vesitaloudellisesti katsottuna järkevää
- oikea viljelykasvien valinta ja tehokkaat kastelujärjestelmät
- tiedotusta kestävästä vedenkäytöstä ja ympäristömerkeistä (myös kouluihin)
- laittoman vedenoton estäminen paremmalla valvonnalla
- kannustimia vaihtoehtoiseen vedenhankintaan (käsittelyyn jäteveden ja kerätyn sadeveden käyttö). (EEA 2009)



Vuonna 2012 EU:ssa otettiin käyttöön vesivarojenkäytön kestävyyttä kuvaava indikaattori - vedenkäyttöindeksi WEI+ (EUR-LEX 2012). Vedenkäyttöindeksi osoittaa maan tai alueen (tai vesistöalueen) käytettävissä olevat vesivarat käytetyn veden määrään verrattuna. Yli 20 prosentin indeksi on yleensä merkki veden käytön stressitilasta ja yli 40% merkitsee uusiutuviin vesivaroihin nähden keskimätöntä vedenkäyttöä. (EEA 2/2009, 17) Euroopan maiden vedenkäyttöindeksit on koottu Eurostatin tilastoista alla olevaan kuvioon (Kuvio 1). On huomattava, että vesistöalueittain lasketut vedenkäyttöindeksit saattavat poiketa suuresti maakohtaisesta vedenkäyttöindeksistä.



Tiedot puuttuvat: Islanti, Itävalta, Makedonia, Norja, Turkki

- |                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| 1) Vuoden 2011 tiedot | 10) Vuoden 2012 tiedot |
| 2) Vuoden 2010 tiedot | 11) Vuoden 2014 tiedot |
| 3) Vuoden 2010 tiedot | 12) Vuoden 1998 tiedot |
| 4) Vuoden 2014 tiedot | 13) Vuoden 2006 tiedot |
| 5) Vuoden 2009 tiedot | 14) Vuoden 2010 tiedot |
| 6) Vuoden 2014 tiedot | 15) Vuoden 2014 tiedot |
| 7) Vuoden 2012 tiedot | 16) Vuoden 2012 tiedot |
| 8) Vuoden 2006 tiedot |                        |
| 9) Vuoden 2013 tiedot |                        |

Kuvio 1. Vedenkäyttöindeksi Euroopassa (WEI+) (Eurostat 2018.)

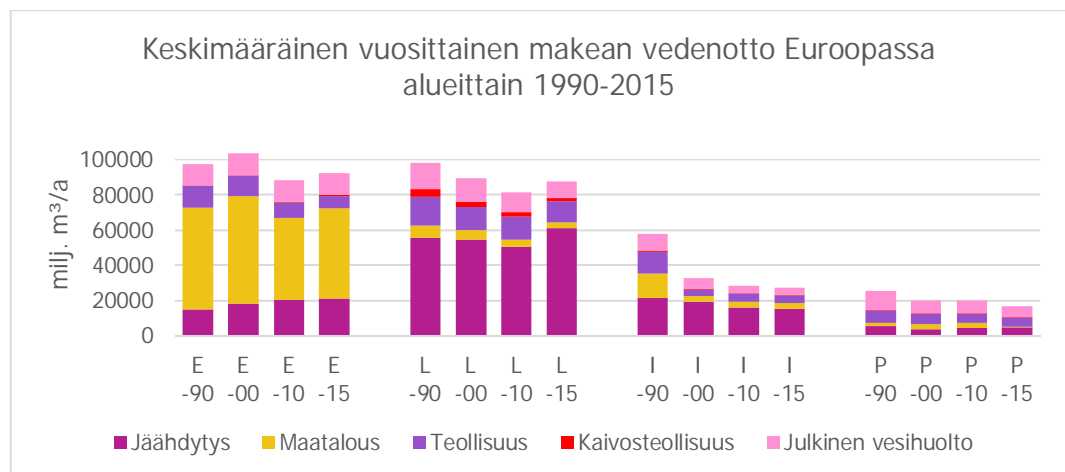
Suomea pidetään yleisesti vesirikkaana maana. Suomen uusiutuvien makean veden vesivaroiksi on arvioitu Aquastatin vuosien 2013-2017 tilastojen mukaan 110 mrd. m<sup>3</sup>/a ja vuotuinen makean veden otto on Eurostatin vuoden 2014 tilastojen mukaan ollut 6,5 mrd. m<sup>3</sup>/a. Näiden perusteella vedenkäyttöindeksi WEI+ on kansallisella tasolla noin 6%. (EEA 2018) Kuvio 1:stä havaitaan tarkastelluista Euroopan maista viiden kärsvän niin sanotusta vesistressistä tai kestäättömästä veden käytöstä. Nämä maat ovat Espanja, Italia, Kypros, Malta, ja Belgia.

Makean veden vesivarat jakautuvat epätasaisesti Euroopassa. Keskimääräiset vuotuiset vesivarat asukasta kohden ovat 3100 m<sup>3</sup>/asukas. Suurimmat vesivarat ovat Vuoksen vesistöalueella Suomessa (650 000 m<sup>3</sup>/asukas) ja alhaisimmat tiheään asutulla seudulla Kreikassa (105 m<sup>3</sup>/asukas). (EEA 2018)

Kun tiedetään alueella käytettävissä oleva vesimäärä, mistä se tulee ja kuka sitä käyttää, voidaan laatia tehokkaita paikallisia strategioita eri ilmiöiden ja uhkien aiheuttamia muutoksia varten elinympäristössämme mm. ilmastonmuutoksen osalta.

### 3.5.2 Vedenotto

Euroopan alueella vedenotto järvistä, joista ja pohjavesistä on tasolla 220-280 mrd. m<sup>3</sup> vuodessa (Kuvio 2). Euroopan uusiutuvien vesivarojen määräksi on arvioitu pitkällä aikavälillä 1800 mrd. m<sup>3</sup>/a. Makean veden otto on vähentynyt vuodesta 1990 vuoteen 2015 mennessä noin 19% (EEA 2018).

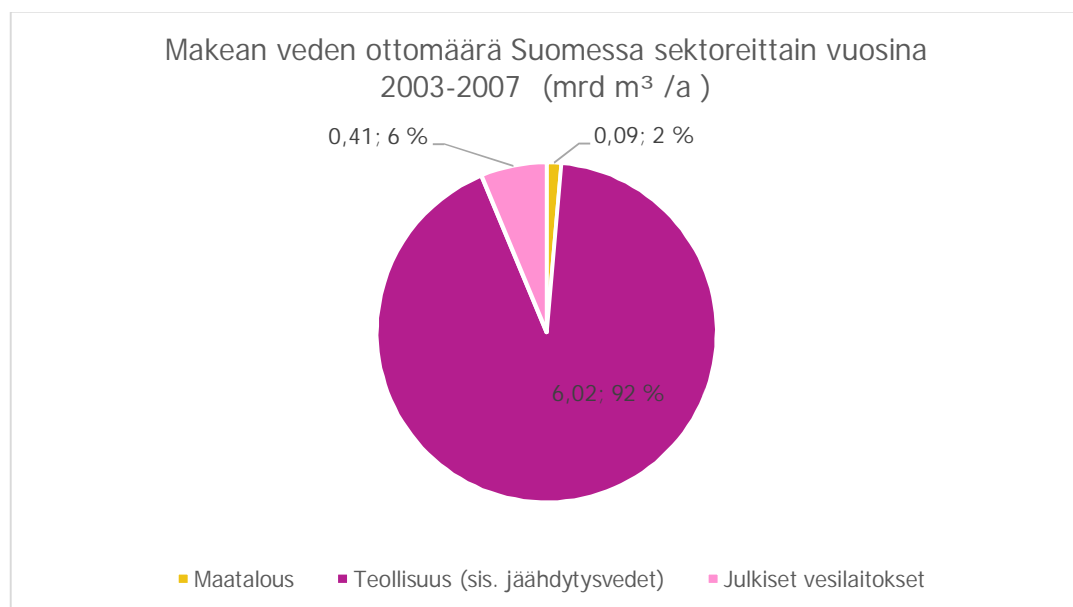


#### Alueet

- Itä (I) Bulgaria, Tsekin tasavalta, Unkari, Puola, Romania, Slovakia
- Etelä(E) Albania, Bosnia-Herzegovina, Kypros, Kreikka, Espanja, Kroatia, Italia, Montenegro, Makedonian tasavalta, Kosovo, Malta Portugal, Serbia, Slovenia
- Länsi (L) Ivalta, Belgia, Sveitsi, Saksa, Ranska, Liechtenstein, Luxemburg, Alankomaat
- Pohjoinen (P) Tanska, Viro, Suomi, Islanti, Latvia, Liettua, Norja, Ruotsi, Iso-Britannia

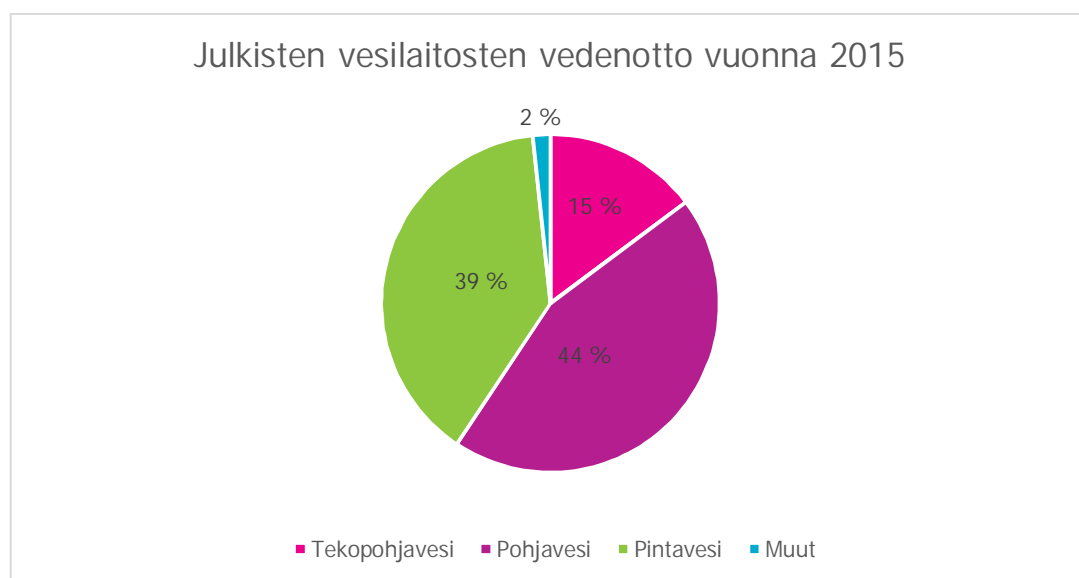
Kuvio 2. Keskimääräinen makean veden ottomäärät Euroopassa vuosina 1990-2015 (EEA 2018)

Suomen vedenottomäärästä yhdyskuntia palvelevat vesihuoltolaitokset ottavat n. 410 milj. m<sup>3</sup> vuodessa. Suurimman osan ottaa teollisuus, mikä voidaan havaita alla olevasta kuviosta (Kuvio 3).



Kuvio 3. Vuosittainen makean veden ottomäärä Suomessa sektoreittain vuosina 2003-2007 (FAO 2016.)

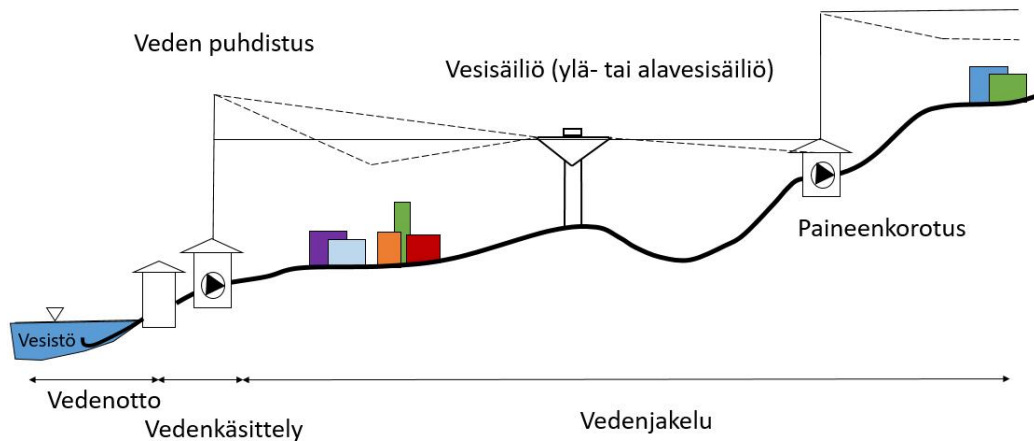
Suurin osa julkisten vesilaitosten ottamasta vedestä otetusta on pohja- ja tekopohjavettä. Näiden osuus yhdyskuntien raakaveden hankinnasta on vuonna 2015 ollut 59%. Prosenttiosuudet on esitetty alla olevassa kuviossa (Kuvio 4).



Kuvio 4. Julkisten vesilaitosten vedenotto-osuudet Suomessa vesilähteen mukaan vuonna 2015 (MMM 2018.)

### 3.6 Vedenjakelu

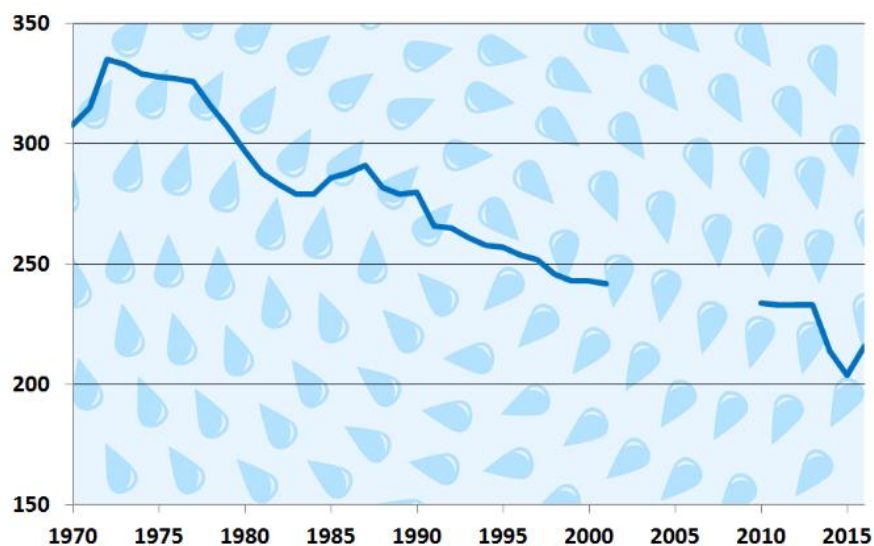
Vedenjakelujärjestelmä koostuu vesijohdoista, paineenkorotusasemista, vesisäiliöistä, venttiileistä ja laitekaivoista, joissa on erikoislaitteita (virtausmittarit, ilmanpoistiventtiilit, takaiskuventtiilit jne.). Alla olevassa kuvassa (Kuva 8) on esitetty karkealla tasolla vedenjakelujärjestelmän toimintaperiaate. (RIL 2003, 45)



Kuva 8. Vedenjakelujärjestelmän periaatekuva (mukaillen RIL 2003, 45.)

Veden painetaso nostetaan vedenkäsittelylaitoksilla ja tarvittavissa verkoston kohdissa paineenkorotusasemilla siten, että se riittää nostamaan veden jokaiseen käyttöpisteeseen myös huippukulutustilanteessa. Tarvittava painetaso yksikerroksisilla kiinteistöillä katutasossa on n. 22 mvp. Kuvassa 8 yhtenäinen horisontaalinen viiva kuvastaa yöaikaista tilannetta, kun verkostossa ei ole vedenkulutusta eikä ylävesisäiliötä täytetä. Vesi ei tällöin liiku verkostossa. Kaltevat katkoviivat kuvaavat tilanteita, joissa joko täytetään ylävesisäiliötä (ylin viiva vasemmalla) tai jossa on suuri asutuksen vedenkulutus, jolloin vesi virtaa kulutusalueelle sekä pumppaamoilta että ylävesisäiliöstä. Kulutushuippuja tasataan vesisäiliöillä. (RIL 2003, 45-46; RIL 2004, 298-299)

Vedenhankintaa ja jakeluverkon mitoitusta varten suunnitteluvaiheessa merkittävimmät tiedot ovat vedenkäytön määrät ja niiden vaihtelut. Vesihuolto on pitkän aikavälin toimintaa ja toiminnot mitoitetaan nykyhetkestä n. 20 - 40 vuoden tilannetta palvelevaksi. Alueen väestöennusteen mukaisten asukasmäärän ja ominaiskäytön ennusteen perusteella määritetään keskimääräinen vuorokausikulutus. Veden ominaiskäyttö on vesilaitoksen vuorokaudessa verkostoon pumppaama talousvesimäärä verkostoon liittynyttä asukasta kohden. Ominaiskulutus maaseudulla on 150...250 l/as/d ja kaupungeissa 250... 360 l/as/d. (RIL 2004, 236-243) Veden ominaiskäyttö on laskenut 1970-luvulta tähän päivään voimakkaasti, johtuen mm. lainsäädännön ohjauksesta ja tekniikan kehitymisestä (SYKE 2015). Keskimääräisen veden ominaiskulutuksen kehitys vuosina 1970-2016 on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 9).



Kuva 9. Veden ominaiskäytön kehitys Suomessa vuosina 1970-2016 (MMM 2018.)

Vesijohtoverkostot mitoitetaan pääsääntöisesti huipputuntikulutuksen mukaan, jossa vedenkäytön vaihtelut otetaan huomioon käyttökertoimilla  $k_d$  (vuorokausikäyttökerroin) ja  $k_h$  (tuntikäyttökerroin) tai pienten vesilaitosten osalta nomogrammeja käyttäen. (RIL 2004, 236-243) Vesijohtoverkostojen suunnittelussa käytetään nykyisin apuna myös mallinnusta, josta on kerrottu enemmän seuraavassa luvussa 3.7.

Suurin osa vesihuoltolaitoksien rakennuskustannuksista muodostuu johtoverkkojen rakentamisesta. (RIL 2004, 294) Suomessa on noin 107 000 km vesijohtoa, josta suurin osa on rakennettu 1960 - 1980-luvuilla. Vesijohtoverkostojen tila on heikkenemässä ja on arvioitu, että n. 6 000 km Suomen vesijohtoverkostosta on erittäin huonossa kunnossa. (ROTI 2017, 33)

### 3.7 Vesijohtoverkostojen mallintaminen

#### 3.7.1 Yleistä vesijohtoverkostojen mallintamisesta

Kaupunkien vesijohtoverkostojen laajenemisen myötä mallintamisesta on tullut verkostojärjestelmien suunnittelun ja ylläpidon työkalu. Mallintaminen on yleistynyt myös tietotekniikan huiman kehityksen vuoksi, mikä mahdollistaa nykyisin tuhansien putkien muodostamien verkostojen mallinnuslaskennat sekunneissa. Malli on yksinkertaistettu matemaattinen kuvaus järjestelmästä tai prosessista, jota käytetään laskelmien ja ennusteiden laatimisessa. Mallinnuksessa on ensi arvoisen tärkeää huomioida lähtötietojen oikeellisuus, jotta mallinnus antaa luotettavia tuloksia. (ICE 2011, 145-146)

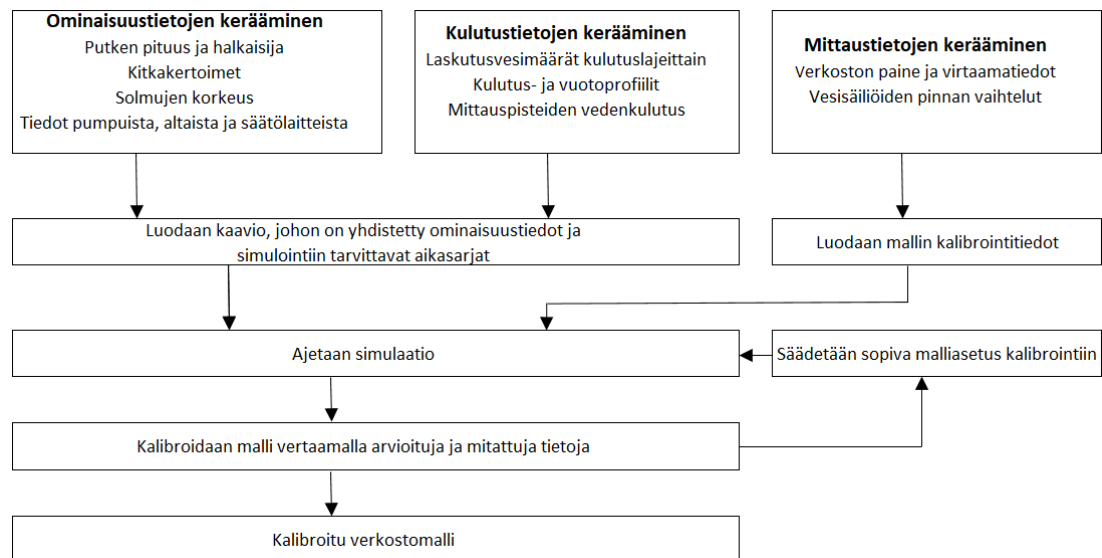
Vesijohtoverkostojen mallinnusta käytetään eri tarkoituksiin. Näitä ovat mm. vesijohtoverkostojen yleissuunnittelu, energiankäytön hallinta, vedenlaadun arviointi (esim. viipymä tai klooripitoisuus verkostossa), vuotoanalyysit ja paineiskutarkastelut jne. (AWWA 2012, 158-159)

Epanet on käytetyin vesijohtoverkoston simulointimalli. Kaupallisia sovelluksia ovat mm. WaterCAD ja Mike Urban. Epanet-sovellusta käytetään myös edellä mainituissa kaupallisissa verkostomallinnus-sovelluksissa simulointiin ja vedenlaatuanalyysiin, kuten monissa muissakin kaupallisissa ohjelmissa. (Sunela 2010, 39) Myös Kuopion Veden käytössä olevassa FCG:n kehittämässä FCGnet-ohjelmistossa käytetään Epanet-simulaattoria.

Vesijohtoverkoston mallinnustapa valitaan mallinuskohteen tarkasteltavan ominaisuuden perusteella. Staattinen malli (Steady-state modelling) mallintaa verkoston toimintaa tietyllä ajanhetkellä, jolloin olosuhteet verkostossa ovat vakiot. Tämä mallinnustapa on ensimmäisiä mallinnustapoja ja soveltuu verkoston hetkellisten olosuhteiden tarkasteluun mm. putkikoon mitoittamiseen. Dynaaminen malli (EPS malli) koostuu sarjasta staattisia malleja, mikä huomioi vedenjakelujärjestelmässä tapahtuvat muutokset mm. vesilähteiden pinnan vaihtelut, pumppujen tilan ja säätöventtiilien toiminnan. Verkostossa tapahtuvia äkillisten muutosten aiheuttamia paineiskuja tarkastellaan transientti-analyysillä. Paineiskuja aiheutuu mm. nopeasta venttiilin avaamisesta tai sulkemisesta tai pumppujen pysähtymisestä. (ICE 2011, 147-150)

### 3.7.2 Mallinnuksen vaiheet

Vesijohtoverkoston mallinnus aloitetaan määrittämällä verkostomallinnuksen käyttötarkoitus. Käyttötarkoitus vaikuttaa mm. mallin tarkkuustasoon. (ICE 2011, 158) Tämän vaiheen jälkeen on mallin lähtötietojen kerääminen, verkoston kaavion rakentaminen ja mallin kalibrointi. Verkostomallin luomisen vaiheet on esitetty kuvassa 10.

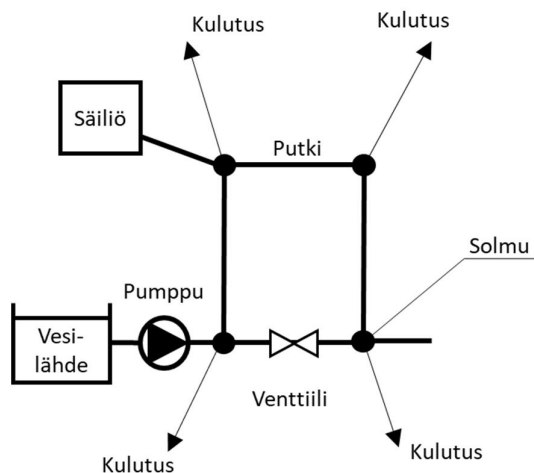


Kuva 10. Verkostomallin rakentamisen vaiheet (mukaillen ICE 2011, 150.)

Kalibroidulla mallilla voidaan tuottaa luotettavia tulevaisuus skenaarioita, joita verrataan nykytilanteeseen.

## 3.7.3 Mallin rakenne

Vedenjakelujärjestelmän malli koostuu niin sanotuista linkeistä ja nodeista. Näillä elementeillä kuvaan vedenjakelujärjestelmän osat ja niiden välinen yhteys. Nodet eli solmut ovat pisteitä, jotka kuvaavat liitoskohtia, säiliöitä ja vesilähteitä, ja linkit kuvaavat solmujen välisiä putkia sekä mallinnusohjelmasta riippuen myös pumppuja ja venttiilejä. (AWWA 2012, 30-31) Vedenjakelujärjestelmästä poistuvat virtaukset (demand) ovat kulutus pisteitä (Sunela 2010, 13). Yksinkertainen vedenjakelujärjestelmän malli on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Yksinkertainen vedenjakelujärjestelmän malli (Mukaillen EPANET 2000, 14; Sunela 2010, 13.)

## 4 KESKEINEN VEDENHANKINNAN JA –JAKELUN SUUNNITTELUA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ SUOMESSA

### 4.1 Yleistä vedenhankintaa ja jakelua koskevasta lainsäädännöstä

Vedenhankintaa ja -jakelua koskevat merkittävimmät lait ovat vesilaki ja vesihuoltolaki. Molemmat lait on uudistettu hiljattain. Em. laeissa viitataan myös muihin vesitaloushankkeita ja erityistilanteita koskeviin noudatettaviin lakeihin, joita ovat:

- terveydensuojelulaki,
- ympäristönsuojelulaki,
- maankäyttö- ja rakennuslaki,
- luonnonsuojelulaki,
- muinaismuistolaki,
- vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annettu laki,
- valmiuslaki ja
- pelastuslaki.

Seuraavissa kappaleissa on tarkastelu em. lainsäädäntöä niiden asioiden osalta, joilla on vaikutuksia vedenhankinnan ja –jakelun suunnitteluun. Lainsäädännön lisäksi vesien tilaan vaikutetaan kansainvälisillä sopimuksilla kuten Itämeren suojelusopimus, Euroopan talouskomission rajavesistö sopimus ja kahdenväliset rajavesistö sopimukset. Myös kansainvälisillä vesi- ja terveystöytäkirjoilla pyritään ennakoimaan ja varautumaan sopimusosapuolten alueilla mahdollisiin vesivälitteisiin sairauksiin. Lisäksi on suuri joukko asetuksia, joilla tarkennetaan vedenhankintaan ja vedenjohtamiseen vaikuttavien yllä mainittujen lakien sisältöä ja toimeenpannaan EU-direktiivejä kuten juomavesi- ja pohjavesidirektiivit. Edellä mainitut asetukset, sopimukset ja pöytäkirjat jätetään pois tästä katsauksesta.

### 4.2 Vesilaki (587/2011)

Vesilaki on laaja vesien käyttöä koskeva laki, jolla ohjataan kaikkea vesialueisiin ja pohjavesiin kohdistuvaa toimintaa, lukuun ottamatta ympäristön pilaantumista aiheuttavaa toimintaa, mitä säätelee ympäristönsuojelulaki. Uusi vesilaki astui voimaan 1.1.2012 ja korvasi tuolloin n. 50 vuotta voimassa olleen vesilain (264/1961). (YM 2012, 3)

Vesilaissa säädetään edellytyksistä pintaveden, pohjaveden ja tekopohjaveden ottamiseen. Laissa on säännökset veden ottamisesta omalta tai toisen alueelta, veden ottamistarpeiden yhteensovittamisesta, vesijohdon ja laitteistojen sijoittamisesta sekä vedenottamon suoja-alueesta. Vesilaissa on myös ojitusta koskevia säännöksiä. Lupajärjestelmä on oleellinen osa vesilakia. (HE 277/2009) Vesilain lupajärjestelmä perustuu luvanvaraisuuden yleiseen sääntelyyn ja luvanvaraisten vesitaloushankkeiden luetteloon. Vesilain mukainen lupaviranomainen on aluehallintovirasto (YM 2012, 12).



Vesilain mukainen lupa on haettava toiminnoille, jotka saattavat muuttaa vesistöä, vesiympäristöä tai pohjavettä siten, että muutoksesta aiheutuu haittoja yleisille tai yksityisille eduille. Vesilupa tarvitaan uuden lain mukaan aina mm. veden ottamiseen vesihuoltolaitoksen tai sille vettä toimittavan tarpeisiin tai siirrettäväksi muualla käytettäväksi. Pohjaveden ottamiselle tai pohjaveteen vaikuttavalle toimenpiteelle tarvitaan käyttötarkoituksesta riippumatta vesilain mukainen lupa, kun ottomäärä tai pohjavesiesiintymästä poistuva määrä on ylittää 250 m<sup>3</sup>/d. Lupapäätöksessä annetaan lupamääräykset mm. vesistön ja pohjavesiesiintymän tilan säilyttämistä varten tarpeellisista toimenpiteistä ja laitteista. Tarvittaessa annetaan luvanhaltijalle tarkkailumääräys hankkeen toteutumisesta ja vaikutuksista. Päätökseen kirjataan veden ottamisen tarkoitus, ottamispaikka ja veden ottamisen enimmäismäärä sekä määräykset veden johtamiseksi tarpeellisten rakenteiden tai ottamon sijoituspaikasta, vedenottomäärien seuraamisesta ja vesihuollon turvaamisesta vedenhankinnan erityistilanteissa. (HE 218/2013)

Veden ottaminen pinta- ja pohjavesiesiintymästä vesihuoltolaitoksen tarpeisiin on uuden lain myötä Suomessa aina luvanvaraista. Vesilupapäätöksessä tarvittaessa yhteensovitetaan vedenottamistarpeita kilpailevien vedenottohankkeiden kesken ja määritetään niille etusijajärjestys. Ensisijaisesti turvataan tavanomainen kiinteistökohtainen kohtuullinen vedenkäyttö ottamispaikan lähistöltä. Seuraavalla sijalla on yhdyskunnan vesihuollon vedenotto paikkakunnalla. Kolmannella sijalla on muu vedenkäyttö (esim. teollisuuden veden tarpeet) paikkakunnalla ja yhdyskuntien vesihuolto paikkakunnan ulkopuolella. Mikäli edellä mainitut tarpeet on saatu täytettyä, voidaan vettä ottaa paikkakunnan ulkopuolelle tarkoituksesta riippumatta. Vesilupaa ratkaistaessa lupaviranomainen ottaa lupaharkinnassaan huomioon myös mitä vesihuoltolaissa säädetään sekä valtioneuvoston päätökseen juomaveden valmistamiseen tarkoitettun pintaveden laatuvaatimuksista ja tarkkailusta (366/1994). (YM 2012, 33-40)

Vesilaki antaa mahdollisuuden aluehallintovirastolle vedenkäytön rajoittamiseen kiinteistön tai vesilaitoksen pyynnöstä, jos veden saanti on merkittävästi vähentynyt vedenottoalueella mm. pitkäaikaisen kuivuuden tai siihen verrattavan syyn takia. Rajoituksista on oikeus hakea korvausta rajoituksen pyytäjältä. (YM 2012, 38)

Vesihuollon kannalta on merkityksellistä, että vesialueen omistaja ei voi estää muita ottamasta pintavettä eikä maa-alueen omistaja voi estää muita ottamasta pohjavettä alueeltaan. Omistajalla on oikeus korvauksiin ottamisen aiheuttamasta vahingosta, haitasta ja muusta edunmenetyksestä, mutta otetusta vedestä ei suoriteta korvausta. (HE 218/2013)

Vedenjakelujohtojen, viemäreiden ja kaapeleiden rakentaminen yleisen kulku- tai valtavyölyän ali on vesiluvan mukaista toimintaa ja vaatii vesiluvan. Vedenottoluvan yhteydessä voidaan hakea sijoituslupaa vesi- ja viemärijohdoille vesilakiin perustuen. Lisäksi vesihuoltoverkostojen vesistöön rakentamishankkeissa voi tulla ruoppaustarpeita. Vesilupa tarvitaan yli 500 m<sup>3</sup> ruoppauksille. Vesihuoltoverkostojen rakentamisessa on huomioitava purouoman luonnontilan säilyttäminen. Sen vaarantuessa on hankkeelle haettava vesilupa. (YM 2012, 22-38)

Vesilain soveltamisessa ja toimeen panossa noudatetaan myös luonnonsuojelulain, muinaismuistolain ja maankäyttö- ja rakennuslain määräyksiä (Vesilaki 2011, 2§).

#### 4.3 Vesihuoltolaki (9.2.2001/119, muutokset 22.8.2014/681)

Vesihuoltolain tavoitteena on varmistaa turvallisten ja kohtuuhintaisten vesihuoltopalvelujen saataavuus (HE 218/2013). Vesihuoltolaitoksen on toimitettava terveydensuojelulain laatuvaatimukset täyttävää talousvettä (Vesihuoltolaki 2001, 14 §). Vesihuoltolaitosten on myös varauduttava häiriötilanteisiin, koska ne ovat vastuussa vesihuollon järjestämisestä myös häiriötilanteissa (Vesihuoltolaki 2001, 15a§). Lakia sovelletaan asutuksen ja siihen rinnastuvan elinkeino- ja vapaa-ajantoiminnan vesihuoltoon. (HE 218/2013)

Vesihuoltolaissa määritetään, että vesihuoltolaitoksilla tulee olla toiminta-alueet. Toiminta-alueella kiinteistöillä on liittymisvelvollisuus, lukuun ottamatta haja-asutusalueiden jo rakennettuja asianmukaisesti vesi- ja viemärlaitteistoilla varustettuja kiinteistöjä, joilla on riittävästi talousvettä saatavilla. Liittymisvelvollisuutta koskee siirtymäsäännös 31.12.2018 asti, jonka jälkeen noudatetaan 22.8.2014 voimaan tullutta säännöstä. (Vesihuoltolaki 2001, 10 §)

Vesihuoltolaki velvoittaa vesihuoltolaitoksia valvomaan toimintaansa selvilläolo- ja tarkkailuvelvollisuuden mukaan:

*”Vesihuoltolaitoksen on oltava selvillä käyttämänsä raakaveden määrään tai laatuun kohdistuvista riskeistä sekä laitteistonsa kunnosta. Tässä tarkoituksessa vesihuoltolaitoksen on tarkkailtava käyttämänsä raakaveden määrää ja laatua, laitteistonsa kuntoa sekä vuotovesien määrää laitoksen vesi- ja viemäriverkostoissa. Tiedot verkostojen sijainnista on saatettava sähköiseen muotoon.”* (Vesihuoltolaki 2001, 15 §).

#### 4.4 Terveydensuojelulaki 763/1994

Talousvetenä käytettävän veden on oltava terveydelle haitatonta ja muutoinkin suunniteltuun käyttöön soveltuvaa. Vedenottamo ja vesilaitos on suunniteltava, sijoitettava ja rakennettava sekä huollettava siten, että talousvesi täyttää terveydelliset laatuvaatimukset. (HE 277/2009)

Terveydensuojelulain valvontaviranomainen on kunnan terveydensuojeluviranomainen. Se valvoo vesilaitoksen toimittaman veden laatua ja sillä on oikeus antaa talousveden käsittelystä ja käytöstä määräyksiä mm. terveyshaittaa epäiltäessä. (HE 277/2009) Vesilaitoksen vedenlaadun valvonnan on perustuttava veden terveydelliseen laatuun vaikuttavien riskien arviointiin ja hallintaan (Terveydensuojelulaki 2016, 20§) STM on luonut tähän tarkoitukseen selainpohjaisen WSP-työkalun.

#### 4.5 Ympäristönsuojelulaki (524/2014)

Ympäristönsuojelulaissa on säännökset ympäristön pilaantumisen torjunnasta ja vesien suojelusta (HE 277/2009). Vedenhankinnan kannalta katsottuna säädökset suojelevat vedenhankinta-alueiden valuma-alueita, pohjavedenottoalueita ja vedenottovesistöjä ja niissä virtaavan raakaveden laatua.

#### 4.6 Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL) säädetään alueiden suunnittelusta (kaavojen laadintatyö), rakentamisesta ja käytöstä. Lain soveltamisala ulottuu sekä maa- että vesialueisiin. Myös vesialueilla on noudatettava lain rakentamista koskevia säännöksiä.

Alueiden käytön suunnittelussa vesialueita voidaan käsitellä siinä laajuudessa kuin se on tarpeen alueidenkäytön suunnittelun tavoitteiden tai kaavojen sisältövaatimusten kannalta. Kaavoitukselliset vaikutukset vesialueisiin rajoittuvat pääsääntöisesti kuitenkin tilanteisiin, joissa vesialueella tehtävät toimet vaikuttavat maa-alueiden käyttöön, maisemaan tai luonnonarvoihin. Kaavat luovat pohjan eri toimintojen sijoituspaikoille ja sopivat vesioikeudellisen lupaharkinnan pohjaksi, mutta eri toimintojen vaikutuksia tai sijoittumista ei kaavoissa voida ennakoita tai sitovasti ratkaista, mikä on otettava huomioon vesilain lupajärjestelmässä. (HE 277/2009)

Vesilain mukaisessa lupaharkinnassa on otettava huomioon asema-, yleis- ja maakuntakaavojen oikeusvaikutukset. Lupaa ei saa myöntää esimerkiksi asemakaavassa vesialueeksi osoitetun alueen kuivattamiseen tai täyttämiseen tai asemakaavassa loma-asutukseen osoitetun alueen muuttamista käyttökelvottomaksi esimerkiksi rantaviivan siirtymisen seurauksena. Luvan myöntäminen ei myöskään saisi vaikeuttaa valmisteilla olevan kaavan laatimista, jonka laatimisesta on tehty päätös. (HE 277/2009)

Kaavoituksessa ja rakentamisessa tulee ottaa vesihuollon järjestäminen huomioon, sillä vesihuollon tarpeet vaikuttavat lain mukaiseen suunnittelutarpeeseen ja vesihuoltolaitosten rakennukset sekä rakennelmat tarvitsevat yleensä maankäyttö- ja rakennuslain mukaisen rakennusluvan. Vesihuollon järjestämisen huomioiminen alueiden käytön suunnittelussa säädetään yleis- ja asemakaavan sisältövaatimuksissa sekä ranta-alueiden kaavoituksen erityissäännöksissä. Myös kunnan rakennusjärjestyksen määräyksissä voi olla kohtia vesihuollon järjestämiseen. Vesihuollon järjestämisen edellytykset on huomioitava uusien rakennuslupien myönnettäessä. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakennusluvan myöntämisen yksi peruste on, että vedensaanti ja jätevedet voidaan hoitaa tyydyttävästi ja ilman haittaa ympäristölle. Laissa on lisäksi säännöksiä yhdyskuntateknisten laitteiden sijoittamisesta, joita sovelletaan myös vesihuoltolaitoksen vesijohtoihin ja viemäreihin. (HE 218/2013)

Vesihuoltolaitoksen johdot pyritään sijoittamaan katualueille (RIL 2003, 60-61). Maankäyttö- ja rakennuslain 161 § velvoittaa kiinteistön omistajan sallimaan yhdyskuntaa tai kiinteistöä palvelevien johtojen sijoittamisen yksityiselle kiinteistölle, jos asiaa ei muutoin voida järjestää. Yksityisten omistamille maille johtoja- ja laitteita sijoitettaessa kiinteistölle perustetaan maankäyttö- ja rakennuslain mukainen rasite, joka merkitään kiinteistörekisteriin (Kuopio 2018).

#### 4.7 Luonnonsuojelulaki (1096/1996)

Luonnonsuojelulain tavoitteena on luonnon monimuotoisuuden ylläpitäminen, luonnon kauneuden ja maisema-arvojen vaaliminen sekä luonnonvarojen ja luontoympäristön kestävä käytön tukeminen. Laki perustuu neuvoston direktiiviin 79/409/ETY luonnonvaraisten lintujen suojelusta ja neuvoston direktiiviin 92/43/ETY luontotyyppien ja luonnonvaraisen eläimistön ja kasviston suojelusta.

Luonnonsuojelulain säännökset kohdistuvat myös vesialueille ja vesialueiden ulkopuolisiin vesitalous-hankkeisiin. Luonnonsuojelulakia ja siihen perustuvaa suojelua on noudatettava vesilain mukaista lupa-asiaa ratkaistaessa ja muuta viranomaispäätöstä tehtäessä, johon on viitattu vesilain 1 luvun 2 §:ssä. On kuitenkin huomattava, että luonnonsuojelulain säännökset koskevat myös sellaisia vesitaloushankkeita, jotka eivät ole luvanvaraisia vesilain mukaan. (HE 277/2009)

Vesilain mukaisessa päätöksenteossa on huomioitava:

- luonnonsuojelulain nojalla perustetut luonnonsuojelualueet, eli luonnonpuistot, kansallispuistot ja muut luonnonsuojelualueet. Jos luonnonsuojelualueeseen on sisällytetty vesialueita tai vesilain soveltamisalaan kuuluva toimenpide muutoin toteutetaan luonnonsuojelualueella, vesilain mukaista lupaa ei voida myöntää hankkeelle vastoin luonnonsuojelualueen rauhoitussäännöksiä tai -määräyksiä.
- luontotyyppien ja lajien esiintymispaikkojen suojelusäännökset. Luontotyyppien suojelun voimaantulo edellyttää ELY-keskuksen päätöstä. Sama koskee erityisesti suojeltavien lajien esiintymispaikkoja. Suoraan suojeltuja ovat luontodirektiivin liitteessä IV (a) lueteltujen lajien selvästi havaittavat lisääntymis- ja levähdyspaikat. Monet erityisesti suojeltavat lajit ja luontodirektiivin liitteessä IV (a) luetellut lajit elävät vesiluonnossa ja vesilain soveltamisalaan kuuluvat toimenpiteet saattavat vaikuttaa niiden esiintymispaikkoihin.
- Luonnonsuojelulain luvussa 10 on säädökset Natura-2000-alueista. Säännöksiä sovelletaan itsenäisesti kaikkeen toimintaan, joka toteutetaan Natura 2000 -alueilla tai joiden vaikutukset voivat tällaiselle alueelle ulottua. Toimintojen vaikutukset on arvioitava asianmukaisesti ja mikäli toiminnot heikentävät luonnonarvoja, joita varten alue on Natura 2000 -verkostoon sisällytetty, viranomaisen ei saa myöntää hankkeelle lupaa, ilman valtioneuvoston poikkeuslupaa luonnonsuojelulain 66 §:n nojalla. (HE 277/2009)

Edellä mainituilla huomioilla on vaikutuksia vedenhankinnan ja vedenjakelun suunnitteluun ilman vesilain mukaista lupaharkintaakin mm. vesihuoltolinjojen suunnittelussa maa-alueilla. Luonnonsuojelulain huomioiminen on mahdollista, kun vedenhankinta ja -jakeluhankkeiden luontoarvot on riittävästi kartoitettu suunnittelun yhteydessä.

#### 4.8 Muinaismuistolaki

Muinaismuistolain mukaan kiinteitä muinaisjäänöksiä ei saa hävittää. Niiden kaivaminen, peittäminen, muuttaminen, poistaminen ja niihin kajoaminen on kielletty. Kiinteitä muinaisjäänöksiä ovat mm.

- ihmisten muinoin tekemät maa- ja kivikummut,
- pakanuuden aikaiset haudat ja kalmistot,
- kivet ja kalliopinnat, joissa on muinaisia kirjoituksia tai kuvia,
- uhri- ja kärkejäpaikat,
- muinaiset asuinpaikat,
- muinaiset linnojen, kirkkojen ja luostarien rauniot ja hautapaikat,
- muinaiset muistokivet, -patsaat ja -ristit
- muinaiset huomattavien kulkuteiden laitteiden jäännökset
- kiinteät luonnonesineet, joihin liittyy huomattavia historiallisia muistoja. (Muinaisjäänöslaki 1963, 2-3§)

Yleistä etua palvelevissa hankkeissa, jotka voivat vaikuttaa kiinteisiin muinaisjäänöksiin, on tehtävä muinaisjäänösten tutkimuksia, joiden kustannuksista vastaa hankkeen toteuttaja. Merkittävissä hankkeissa ELY-keskus voi myöntää luvan muinaisjäänökseen kajoamiseen Museovirastoa kuultuaan. (Muinaisjäänöslaki 1963, 11-14 §)

#### 4.9 Laki vesienhoidon järjestämisestä

Vesipuidedirektiivi (VPD) on kansallisesti pantu täytäntöön vesienhoidon järjestämisestä annetulla lailla (1299/2004). Lain tavoitteena on suojella, parantaa ja ennallistaa pinta- ja pohjavesiä niin, ettei niiden tila heikkene ja että niiden tila on vähintään hyvä.

Laki vesienhoidon järjestämisestä sisältää säännökset vesien tilan luokittelusta, vesienhoidon suunnittelujärjestelmästä ja siihen liittyvistä viranomaisjärjestelyistä sekä vesienhoidon suunnittelussa asetettavista ympäristötavoitteista. Vesienhoidon suunnittelujärjestelmää täydentävät valtioneuvoston asetus vesienhoidon järjestämisestä (1040/2006), valtioneuvoston asetus vesiympäristölle haitallisista aineista (1022/2006) ja valtioneuvoston asetus vesienhoitoalueista (1303/2004). Jokaiselle vesienhoitoalueelle vaaditaan vesienhoitosuunnitelma, johon liittyvä toimenpideohjelma pannaan täytäntöön muun ympäristölainsäädännön keinoin. Nykyisen vesilain mukaisen lupaharkinnan osalta tulee ottaa huomioon vesienhoitosuunnitelmassa esitetyt asiat vesilain mukaisessa intressivertailussa hyötyä määritettäessä. (HE 277/2009)

#### 4.10 Valmiuslaki (1552/2011)

Valmiuslaissa säädetään viranomaisten varautumisesta ja toimivallasta poikkeusolojen aikana. Poikkeusolo on esimerkiksi erityisen vakavaa suuronnettomuus ja sen välitön jälkitila. Valmiuslain mukaan kuntien ja kuntayhtymien tulee varautua poikkeusoloihin. Niiden tulee laatia valmiussuunnitelmat ja harjoitella poikkeustilanteissa toimimista.

Valmiuslaissa säädetään erikseen vedenhankinnan turvaamisesta poikkeusoloissa. Maa- ja metsätalousministeriö voi yhdyskuntien vesihuollon turvaamiseksi velvoittaa päätöksellään vesihuoltolaitoksen toimittamaan tai luovuttamaan vettä oman toiminta-alueensa ulkopuolelle sekä muuttaa vesihuoltolaitoksen vedenotto-oikeutta. Päätös voidaan tehdä, jos se on välttämätön kunnan tai suurehkon kuluttajajoukon vedensaannin turvaamiseksi tai muutoin yleiseltä kannalta merkittävän vesihuoltolaitoksen toiminnan turvaamiseksi. (HE 218/2013)

#### 4.11 Pelastuslaki (379/2011)

Pelastuslaissa on määräykset mm. onnettomuuksien ehkäisemisestä ja niihin varautumisesta. Laki velvoittaa kunnat huolehtimaan alueellaan sammutusveden hankinnasta ja vesihuoltolaitoksen toimittamaan sammutusvettä pelastuslaitoksen tarpeisiin. Pelastustoimen tehtäviä hoitaa pelastuslaitos ja kunnat vastaavat pelastustoimesta yhteistoiminnassa pelastustoimen alueilla. (HE 218/2013)

Pelastuslaitoksen tulee tehdä sammutusvesisuunnitelma sammutusveden hankinnasta ja toimittamisesta yhteistyössä pelastustoimen alueeseen kuuluvien kuntien ja kunnan alueen vesihuoltolaitosten sekä näille vettä toimittavien vesilaitosten kanssa. Sammutusvesisuunnitelma laaditaan huomioiden sammutusveden hankinnan ja toimittamisen vastaavuus laissa tarkoitettussa palvelutasopäätöksessä määritellyjä onnettomuusuhkia. (HE 218/2013)

Kunta huolehtii sammutusveden hankinnasta pelastuslaitoksen tarpeisiin sammutusvesisuunnitelmassa määritellyllä tavalla. Kunnan tulee huomioida sammutusveden hankinta vesihuoltolaissa tarkoitettussa vesihuollon kehittämissuunnitelmassa sekä hyväksyessään vesihuoltolaitokselle toiminta-alueen. Kunta huolehtii pelastuslain mukaan sammutusvesisuunnitelmassa määriteltävistä luonnonvesiasemista. Kunnat voivat sopia pelastustoimen kanssa, että sammutusveden hankinnasta huolehtii niiden sijaan alueen pelastustoimi. (HE 218/2013)

## 5 VEDENHANKINNAN JA –JAKELUN SUUNNITTELUN VAIHEET

### 5.1 Suunnittelutasot

Vedenhankintaa ja jakelua ja myös muuta vesihuoltoa koskien laaditaan eri tasoisia teknisiä suunnitelmia. Ensi vaiheessa laaditaan alustavat suunnitelmat (ns. yleistarkastelu tai esisuunnitelmat), joiden perusteella voidaan laatia tarkemmat yleissuunnitelmat ja rakentamista varten laaditaan tarkat vesihuollon toteutussuunnitelmat. Vesihuoltosuunnittelu on osa kaavatyötä kaikilla kaavatasoilla ja vesihuoltosuunnitelmien taso tarkentuu kaavan tarkentuessa. (RIL 2004, 601-603)

### 5.2 Esi- ja yleissuunnitelma

Esi- ja yleissuunnitelmatasoisia vesihuoltosuunnitelmia laaditaan toteutussuunnitelmien perustaksi, vesihuollon kehittämissuunnitelmia sekä maankäytön suunnittelua eli kaavoitusta varten (RIL 237-2 2010, 119). Aina ei laadita esisuunnitelmaa, vaan asiat voidaan esittää suoraan yleissuunnitelmassa. Tällöin yleissuunnitelmaan sisällytetään:

- Kuvaus suunnitteluhankkeesta
- kuvaus vesihuollon nykytilasta
- vedenkulutusennusteet
- vedenhankinta- ja johtamiskapasiteetit
- luonnokset vaihtoehdoista ja niiden vertailu kustannusarvioineen.

Yleissuunnitelmaan kootaan suunnitelmaselostus, kartat ja piirustukset sekä muut selvitykset. Yleissuunnitelman yhteydessä tehdään maasto- ym. tutkimuksia, joiden perusteella voidaan luotettavasti arvioida suunnitelman toteutettavuus ja ympäristö- ja terveystieteiden huomioon ottaminen. (RIL 237-1 2010, 72)

### 5.3 Toteutussuunnitelma

Vesihuollon toteutussuunnitelmat ovat yksityiskohtaisia suunnitelmia, joilla suunnittelukohteen rakentaminen voidaan kilpailuttaa, laatia rakennuttamisasiakirjat ja rakentaminen toteuttaa. Suunnittelun vaiheita ovat:

- Lähtötietojen hankkiminen ja analysointi
- sijoitussuunnittelu ja maastokatselmukset
- maastomittaukset ja pohjatutkimukset
- mitoituksen ja toiminnallisen suunnittelun tarkistus
- rakennussuunnitelman tekeminen (työselostus ja piirustukset). (RIL 237-2 2010, 123-127)

Vesihuoltolaitteet pyritään sijoittamaan kaavaan merkityille ET-alueille ja katualueille.

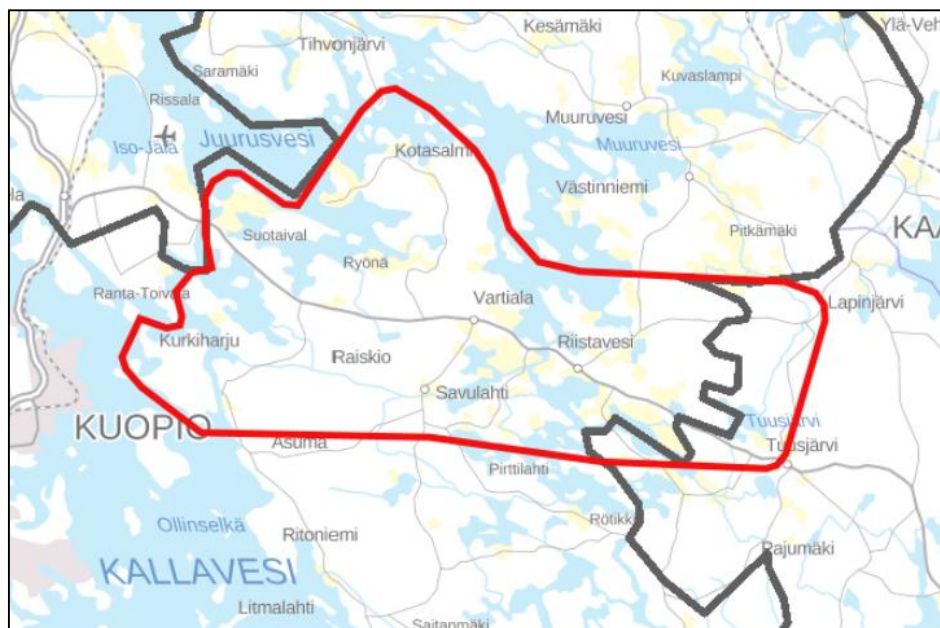
## 6 MELALAHDEN VEDENHANKINNAN TURVAAMINEN - YLEISSUUNNITELMA

### 6.1 Suunnittelualueen nykytilanne ja lähtötiedot

#### 6.1.1 Suunnittelualueen kuvaus

##### 6.1.1.1 Sijainti ja yleiskuvaus

Suunnittelualueen keskus – Melalahti (ts. Riistavesi) - sijaitsee n. 37 km Kuopion keskustasta itään. Melalahden alue tunnetaan myös nimellä Riistavesi, joka oli aikaisemmin itsenäinen kunta ja vuonna 1973 se on liitetty Kuopioon. Suunnitelma-alue kattaa valtatie 9:n (Joensuuntie) varressa Melalahden ja sen lähialueet. Alue ulottuu itä-länsisuunnassa Tuusjärveltä Jännevirran sillalle ja pohjois-eteläsuunnassa Kotasalimesta Savulahden eteläpuolelle. Suunnittelualue sijaitsee Kuopion kaupungin ja Tuusniemen kunnan alueella. Suunnittelualue on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 12).



Kuva 12. Suunnittelualueen sijainti (Pohjakartta Taavi 2018)

Suunnittelualueella on yksi taajama - Melalahti, mutta muutoin alue on haja-asutusaluetta. Alueella ei juurikaan ole teollisuutta ja toiminnassa olevia maatilojakin (navetat, sikalat, kanalat) on Sydän-Savon maaseutupalvelun mukaan vain parikymmentä. Taajamassa on peruspalvelut - kauppaja, terveysasema, pari koulua ja päiväkotia. Melalahden taajamaan ja sen lähialueille on rakennettu vesihuoltoverkostoja Kuopion Vesi Liikelaitoksen ja vesiosuuskuntien toimesta.



### 6.1.1.2 Alueella toimivat vesihuoltolaitokset

Suunnittelualueella toimii kahdeksan vesihuoltolaitosta, joilla on hyväksytty vesijohdon toiminta-alue. Vesihuoltolaitosten Kuopion kaupungin alueella sijaitsevat vesijohdon toiminta-alueet on esitetty yleiskartassa 01. Lisäksi alueella on kolme vettä toimittavaa laitosta, joilla ei ole kunnan vahvistamaa toiminta-aluetta. Näitä ovat tukkuvesilaitos Koillis-Savon Vesi Oy, Suomen aivotutkimus- ja kuntoutussäätiö Neuron ja Melaniemen vesiosuuskunta.

Suunnittelualueella toimivat vesihuoltolain mukaiset vesihuoltolaitokset ovat:

- Kuopion Vesi Liikelaitos
- Pohjois-Tuusniemen vesiosuuskunta
- Leppärannan vesihuolto-osuuskunta
- Kotasalmen vesiosuuskunta
- Riistaveden kylän vesihuolto-osuuskunta
- Ryönän vesihuolto-osuuskunta
- Karttulan vesiosuuskunta
- Jännevirran vesiosuuskunta

Edellä mainituista vesihuoltolaitoksista neljällä on toiminta-alue myös jätevesiverkoston osalta (Kuopion Vesi Liikelaitos, Pohjois-Tuusniemen vesiosuuskunta, Riistaveden kylän vesihuolto-osuuskunta ja Karttulan vesiosuuskunta).

Kuopion Vesi Liikelaitos toimittaa vettä tällä hetkellä Melalahden vedenottamolta neljälle osuuskunnalle, jotka ovat Leppärannan, Riistaveden kylän ja Ryönän vesihuolto-osuuskunnat sekä Melaniemen vesiosuuskunta. Neuvottelut vedenjohtamisesta Jännevirran ja Karttulan vesiosuuskunnan verkostoihin ovat olleet käynnissä. Näiden viimeksi mainittujen osalta neuvottelujen lähtökohtana on ollut vedentoimittaminen Jänneniemen vedenottamolta.

### 6.1.1.3 Maaperä- ja luonto-olosuhteet ja muinaisjännökset

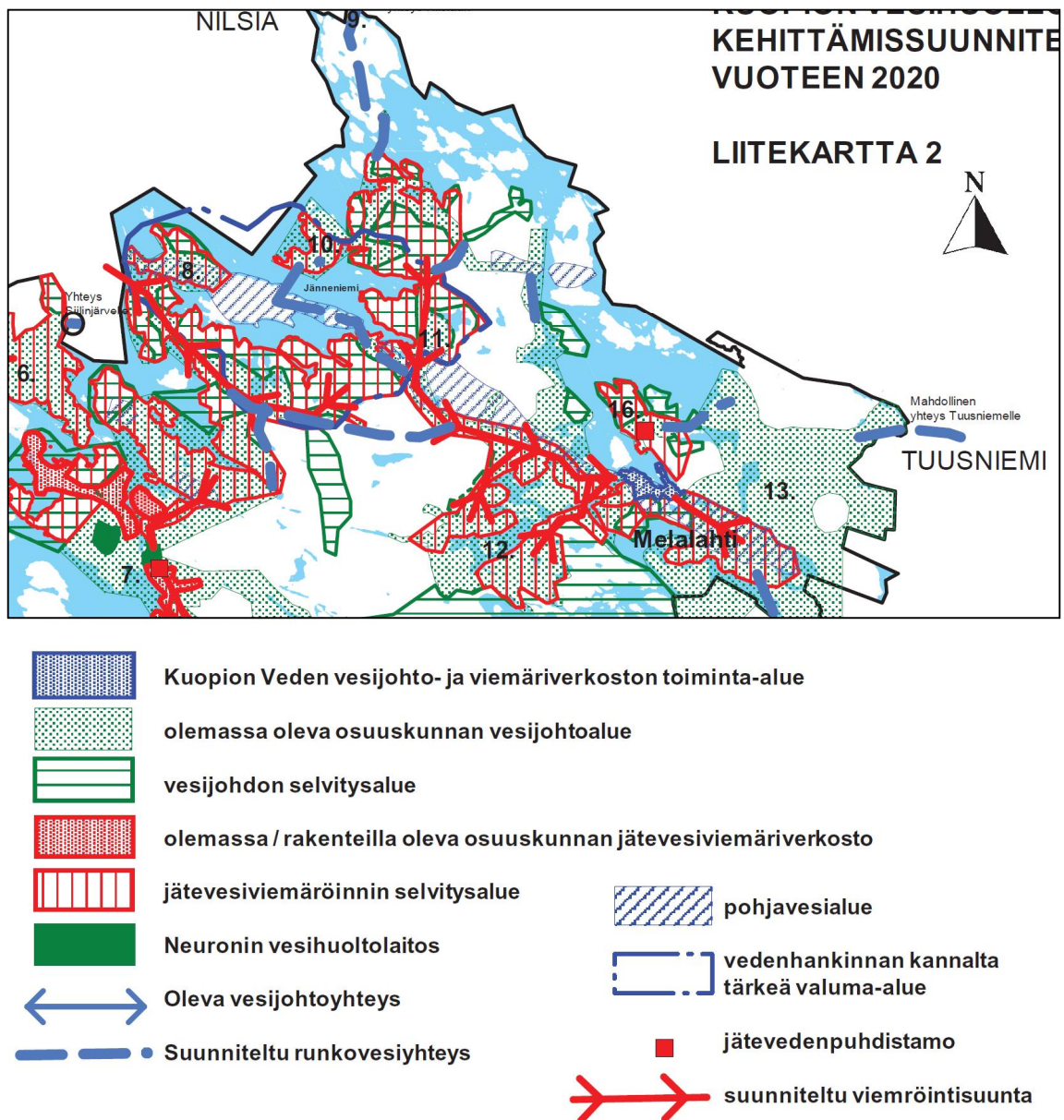
Suunnittelualueen maasto on korkeus- ja maaperäolosuhteiden suhteen vaihtelevaa. Suunnittelualueen keskiosassa sijaitsee luode-kaakko-suuntainen pitkittäisharjujakso, jossa maaperä on hyvin vettä läpäisevää soraa ja hiekkaa.

Suunnittelualueella on useita pohjavesialueita, luonnonsuojelualueita ja muinaisjännöksiä. Suojeltavista kohteista on yleiskartta alla olevassa kuvassa (Kuva 13). Kuvassa on lisäksi esitetty pilaantuneet maa-alueet (pima-kohteet), jotka on huomioitava suojeltavien kohteiden lisäksi uuden vesihuoltolinjan sijoittamisessa. Erytysalueet ja –kohteet kuvataan tarkemmin eri vaihtoehtojen yhteydessä. Yleissuunnitelman jatkosuunnitteluun valitulta linjaukselta pyydetään lausunto Museovirastolta, ELY-keskukselta ja kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta. Rakennettavien vesihuoltolinjojen osalta laaditaan luonto- ja maisemaselvitys.



## 6.1.1.5 Kuopion vesihuollon kehittämissuunnitelma

Kuopion vesihuollon kehittämissuunnitelma vuoteen 2020 on laadittu vuonna 2013. Sen mukaan ko. suunnittelualueella on useita, laajoja vesihuollon selvitys- ja kehittämiskohteita. Alueelle on merkitty myös yhdysvesijohtojen linjaluonnoksia suunnittelualan vesiosuuskunnille ja yhdysvesijohtoja useasta suunnasta Melalahden taajamaa kohti. Ote suunnittelualuetta koskevasta vesihuollon kehittämissuunnitelman liitekartasta on alla olevassa kuvassa (Kuva 14).



Kuva 14. Ote Kuopion kaupungin voimassa olevasta vesihuollon kehittämissuunnitelmasta

Kehittämissuunnitelman mukaisista kehittämiskohteista suunnittelualan osalta on toteutettu Savu-  
lahden alueelle jätevesiviemärintihanke Riistaveden kylän vesihuolto-osuuskunnan toimesta (em.  
kuvassa nron 12 seutu) ja vuonna 2019 Jännevirralla on käynnissä Karttulan vesiosuuskunnan jäte-  
vesiviemärihanke sekä yhdysvesijohdon rakentaminen Kurkiharjusta Suotaipaleeseen Jänneniemen  
jakelujohtoa kohti.

### 6.1.2 Suunnittelualan vedenkäyttö

Melalahden vedenottamolta johdetaan vettä taajaman lisäksi ympäröiville vesiosuuskunnille, joita  
ovat Riistaveden kylän, Ryönän, Leppärannan vesihuolto-osuuskunnat ja Melaniemen vesiosuus-  
kunta. Melalahden taajaman ja sitä ympäröivien osuuskuntien vuorokautinen vedenkäyttö on yh-  
teensä keskimäärin noin 413 m<sup>3</sup>/d, josta 263m<sup>3</sup> johdetaan tällä hetkellä Melalahden vedenotta-  
molta. Vuotovesimäärä sisältyy vedenkulutustietoihin.

Jänneniemen vedenottamolta varaudutaan johtamaan lähitulevaisuudessa vettä Jännevirralla, Karttu-  
lan ja Kotasalmen vesiosuuskunnalle, Siilinjärven kunnalle (Vuorelan alue) ja Vehmersalmen taaja-  
maan. Vehmersalmen taajaman keskimääräinen vuorokausikulutus on 100 m<sup>3</sup>. Vuorelan veden tarve  
on 1000 m<sup>3</sup>/d. Lisäksi Jännevirralla vesiosuuskunnan Siilinjärven kunnan puoleiselle toiminta-alueelle  
voi tulla tarve johtaa vettä.

Suunnittelualan vedenkäytöt on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 2).

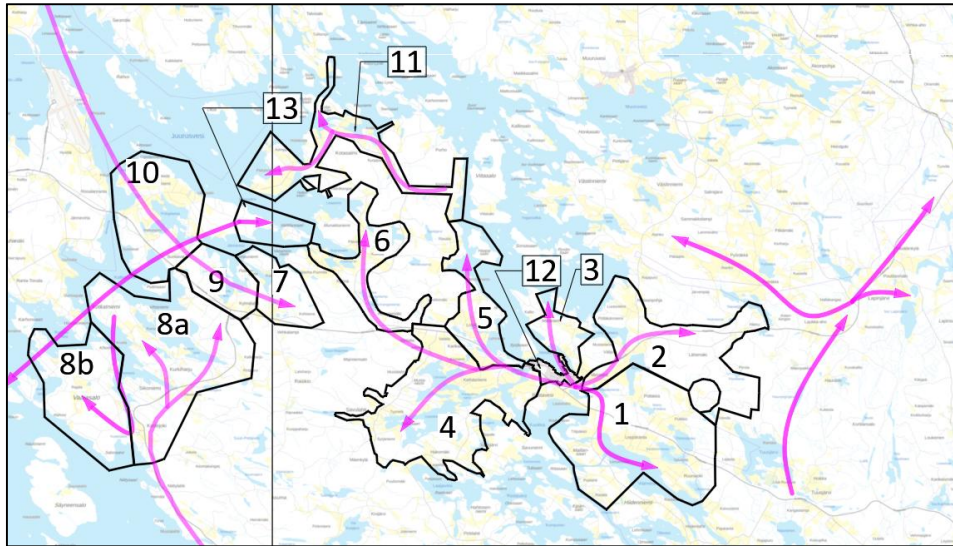
Taulukko 2. Suunnittelualan vedenkulutus vesilaitoksittain vuonna 2017

Alue	Keskimääräinen veden- käyttö nykyinen m <sup>3</sup> /d	Sopimuksen mukainen vesimäärä (m <sup>3</sup> /vrk)
Melalahden taajama	104	-
Riistaveden kylän vhok	116	170
Ryönän vhok	16	60
Leppärannan vhok	23	60
Melaniemen vok	4	10
Jännevirralla vok*)	40*	-
Karttulan vok*)	50*	-
Neuron*)	30*	-
Kotasalmen vok *)	30*	-
Yhteensä	413	

\*) Ei vielä yhteyttä Kuopion Veden verkostoihin. Arvioitu vedenkäyttö.

### 6.1.3 Suunnittelualueen osa-aluejako ja käyttäjätiedot

Suunnittelualue on jaettu mitoitustarkastelua varten vedenkulutusalueiksi, jotka noudattavat vettä toimittavien laitosten toiminta-alueita ja alueita, joille on rakennettu vesijohtoverkosta. Osa-alueet on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 15) ja kartassa 03.



Kuva 15. Suunnittelualueen osa-aluejako ja nykyiset vedenjohtumissuunnat

Osa-alueilla toimivat vesihuoltolaitokset ovat:

Alue	Vesihuoltolaitos
1	Leppärannan vhok
2	Leppärannan vhok
3	Melaniemen vok
4	Riistaveden kylän vhok
5	Riistaveden kylän vhok
6	Ryönän vhok
7	Jännevirran vok
8	Karttulan vok + Neuron
9	Jännevirran vok
10	Jännevirran vok
11	Kotasalmen vesiosuuskunta
12	Kuopion Vesi
13	mantereen puolella Kuopion Veden verkostoa (ei ole toiminta-alueita)

Yllä olevassa kuvassa on huomioitava, että Roinilan vedenottamolta ei johdeta vettä alueelle 8a, vaan vain yhdelle kiinteistölle (kuntoutuskeskus Neuron) ja alueen itäpuolella sijaitsevaan Vaajasalon saareen alueelle 8b. Alueella 13 ei ole vesilaitoksen toiminta-alueita. Jännevirran vok:lla on toiminta-alue myös Jännevirran länsipuolella, joka on Siilinjärven kunnan puolta. Suunnittelualueen itäosassa toimivat Pohjois-Tuusniemen vok:n ja Koillis-Savon Vesi Oy.

Osa-alueiden vedenkulutus on pääasiassa asumisen vedenkäyttöä. Suunnittelualueella on muutamia kouluja, päiväkotia ja hoitolaitoksia sekä 17 maatilaa, joiden vedenkulutus poikkeaa asumisen vedenkäytöstä.

Osa-alueilla 7-10 on vireillä Jännevuiran viemärintihanke, jonka vuoksi myös vesijohdon toiminta-alueisiin voi tulla lähiaikoina muutoksia. Vaittilansaaren alueelle (alueen 13 itäosa) ei ole rakennettu vesijohtoverkostoa, mutta mantereen puolella on yksittäisiä Kuopion Veden vesijohtoverkoston liittyneitä kiinteistöjä. Vaittilansaassa on ollut kiinnostusta vesijohtoyhteydelle. Nämä asiat on huomioitu kulutusalueita määritettäessä.

Osa-alueiden väestö- ja kiinteistömäärä sekä kiinteistöjen käyttötarkoitus on koottu Facta-kuntarekisteristä heinäkuussa 2018 ja vesijohtoverkoston liittyneiden määrä on haettu Taavista. Kiinteistö, vedenkulutus- ja ennustetiedot on koottu alla olevaan taulukkoon (Taulukko 3). Lisäksi eri kiinteistötyyppien määrät osa-alueilla on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 3. Osa-alueiden nykyinen vedenkulutus ja vedenkulutusennuste

Alue	1	2	3	4	5	6	7*	8a*	8b	9	10	11**	12***	13*	Yht.
Asukasmäärä	92	91	67	361	87	145	40	309	73	65	157	115	776	4	2382
Kiinteistöt	96	91	42	271	89	100	84	263	142	49	144	119	280	51	1821
Vesijohtoverkoston liittyneet kiinteistöt	77	49	34	181	59	57	11	155	77	32	68	68	280	5	1153
Liittymisaste (%)	80 %	54 %	81 %	67 %	66 %	57 %	13 %	59 %	54 %	65 %	47 %	57 %	100 %	10 %	-
Nykyinen vedenkulutus (2017) m <sup>3</sup> /d	13	10	4	87	29	16	8	60	10	13	27	30	104	2	413
Vedenkulutus 100% liittymisasteella	16	15	5	117	38	23	14	85	15	17	42	43	104	20	552
Kaavavaraukset (0,4m <sup>3</sup> /d/kiint) m <sup>3</sup> /d	14	8	7	15	16	4	15	10	24	9	8	13	12	0	152
Sopimuksen mukainen vesimäärä (m <sup>3</sup> /d)	60		10	170		60	0	0	0	0	0	0	0	0	300
Kulutusennuste (m <sup>3</sup> /d)	33	27	12	131	54	60	29	94	38	26	50	56	116	20	746

\* Vedenkulutus on laskennallinen arvio

\*\* Vedenkulutus on Kuopion kaupungin vesihuollon kehittämissuunnitelmasta (2013)

\*\*\* Huomioitu Syrjäsaaren ja Melalahteen 30 rakennuspaikkaa

Veden maksimikulutusennusteeksi 1) on valittu joko alueen vedenkulutus 100% liittymisasteella, johon on lisätty yleiskaavaan merkittyjen uusien rakennuspaikkojen arvioitu vedenkulutus tai alueen vesiosuuskunnan sopimuksen mukainen vesimäärä riippuen siitä kumpi arvio on suurempi. Mallinnuksessa on tarkasteltu alueen verkostoa myös nykyisen vedenkulutuksen tilanteessa 2) . Vaihtoehtojen keskimääräiset vesimäärät on esitetty vaihtoehtokuvausten yhteydessä kappaleessa 6.3. Lisäksi vaihtoehtoissa VE3 ja VE4 varaudutaan johtamaan vettä suunnittelualueen ulkopuolelle Jänneniemen jakeluvesijohdosta (315M) Siilinjärven kunnalle ja Vehmersalmen taajamaan sekä Karttulan vesiosuuskunnalle suunnittelualueen ulkopuolelle yhteensä 1300 m<sup>3</sup>/d.

#### 6.1.4 Olemassa olevan vedenjakelujärjestelmän kuvaus

##### 6.1.4.1 Suunnittelualueen vedenhankinnan ja -jakelun yleiskuvaus

Suunnittelualueelle johdetaan vettä Melalahden, Jänneniemen, Kotasalmen, Roinilan ja Vehmersalmen vedenottamoilta sekä Siilinjärveltä (Jälänniemi). Vedenottamojen sijainti ja veden johtamissuunnat on esitetty piirustuksessa 03. Suunnittelualueelle johdetaan vettä myös Vehmersalmen ja Jälänniemen vedenottamoilta. Näitä vedenottoja näissä kuvauksissa on esitelty, muutoin kuin vedenlaatutietojen osalta, em. vedenottamoilta ei ole tarkoitus johtaa vettä Melalahteen mm. rajallisen vesijohtoverkoston kapasiteetin vuoksi.

##### 6.1.4.2 Alueen vedenottamot

###### 6.1.4.2.1 *Melalahti*

Melalahden nykyisin käytössä oleva päävedenottamo sijaitsee Melalahden taajaman läheisyydessä Laatanlammen pohjoispuolella Laatanlammen pohjavesialueella (0829701). Kuopion Vesi Liikelaitoksen omistama vedenottamo on otettu käyttöön 1990 -luvun alussa ja vedenottamo on saneerattu vuonna 2000. Vedenottamona toimii kaksi siiviläputkikaivoa, joiden vesi käsitellään kalkkikivisuodatuksella ja UV-desinfioidaan ennen verkostoon johtamista. Ottamalla on lisäksi kloorinsyöttömahdollisuus. Siiviläputkikaivoista vain toinen on käytössä, sillä toisen kaivon veden rauta- ja mangaanipitoisuudet ovat korkeat (Fe 1 mg/l ja Mn 0,1 mg/l).

Vedenkäsittelylaitoksen vieressä sijaitsee vanha vedenottamo (kuilukaivo, betonirengas), joka on aikaisemmin toiminut varavedenottamona, mutta ei enää ole otettavissa käyttöön.

Melalahden vedenottamon toiminnalla on vesioikeuden myöntämä ottolupa. Päävedenottamon vedenottoluvan mukainen enimmäisottomäärä on 500 m<sup>3</sup>/d.

Melalahden vedenottamolta verkostoon johdettavan vedenlaatu on esitetty liitteessä 3.

###### 6.1.4.2.2 *Jänneniemi*

Jänneniemen vedenottamo sijaitsee n. 13 km etäisyydellä Melalahden taajamasta luoteeseen. Vedenottamo sijaitsee Jänneniemen pohjavesialueella (0829705). Vedenottamo on valmistunut vuoden 2007 lopussa ja se on tällä hetkellä toinen Kuopion päävedenottamoista. Jänneniemen vedenottamo on rantaimetykseen perustuva pohjavesilaitos, jonka vedenottamona on viisi siiviläputkikaivoa. Vedenkäsittely on biologinen pikahiekkasuodatus, jossa raakavesi käsitellään suodattamalla ja ilmastamalla raudan ja mangaanin poistamiseksi raakavedestä. Jänneniemen vedenottamon vesi pumpataan Itkonniemelle, jossa se sekoitetaan Hietasalon pohjaveteen ja kloorataan ennen verkostoon johtamista. Jänneniemen vedenottamon vedenottolupa on 20 000 m<sup>3</sup>/d, josta käytössä on noin puolet. Jänneniemen vedenottamolla on kiinteästi asennettu varavoimakone.



Jänneniemien ottamolta rakennetun 630 PEH -syöttövesijohdon rinnalle on rakennettu 315 PEH -jakeluvesijohto, jonka kautta on mahdollista johtaa vettä mm. ympäröiville alueille. Jakelujohtoon pumpattava vesi lisäksi UV-desinfioidaan. Jakeluvesijohto ei ole ollut toistaiseksi käytössä. Jänneniemien vedenottamon veden kovuus on korkeampi kuin muiden Kuopion Vesi Liikelaitoksen vedenottamoiden. Ottamolta kulutukseen johdettava vesi täyttää talousveden laatuvaatimukset. Jänneniemien vedenottamolta verkostoon johdettavan vedenlaatu on esitetty liitteessä 3.

#### 6.1.4.2.3 *Könönkangas*

Koillis-Savon Vesi Oy:n omistama Könönkankaan vedenottamo ja vedenkäsittelylaitos sijaitsee Tuusniemellä Susihaudanrinteen pohjavesialueella (0817451). Laitoksella käsitellään oman vedenottamon raakaveden lisäksi Tuusjärven, Palokankaan ja Ihalankankaan vedenottamoiden raakavedet. Könönkankaan vedenottamolla on paljon käyttämätöntä kapasiteettia. Vedenottamoiden, joiden raakavesi johdetaan Könönkankaalle käsittelyyn, ottolupa on yhteensä 2320 m<sup>3</sup>/d ja Könönkankaan vedenottamo on mitoitettu käsittelemään ja johtamaan verkostoon talousvettä 3000 m<sup>3</sup>/d. Tämän hetkinen keskimääräinen Könönkankaan vuorokausikulutus on n. 1050 m<sup>3</sup>/d. (Pirinen 2018) Könönkankaan vedenottamolta verkostoon johdettavan vedenlaatu on esitetty liitteessä 3.

Könönkankaan laitoksella raakavesi alkaloidaan kalkkikivisuodatuksella ja UV-desinfioidaan ennen verkostoon johtamista. Laitos on saneerattu vuonna 2014, jonka yhteydessä laitokselle on lisätty varavoima- ja desinfiointivalmius. (Pirinen 2018)

#### 6.1.4.2.4 *Muut suunnittelualueen vedenottamot (Tuusjärvi, Kotasalmi, Roinila)*

##### Tuusjärven vedenottamo

Tuusjärven vedenottamo sijaitsee Tuusjärven pohjavesialueella (0885705). Vedenottamolta raakavesi pumpataan Könönkankaan vedenottamolle käsiteltäväksi. Vedenottamon omistaa Koillis-Savon Vesi Oy.

##### Kotasalmen vedenottamo

Kotasalmen vesiosuuskunnan omistama Kettukankaan vedenottamo ja vedenkäsittelylaitos sijaitsee Kotasalmessa Kettukankaan pohjavesialueella (0829707). Raakavesi kalkkikivialkaloidaan ja UV-desinfioidaan ennen verkostoon johtamista (Saukkonen 2018). Kettukankaan pohjavesialueen arvioitu antoisuus on n. 715m<sup>3</sup>/d. (Oiva-palvelu 2018)

##### Roinilan vedenottamo

Roinilan vedenottamo sijaitsee Kotkatniemen pohjavesialueella (0829708). Vedenottamolta vedet johdetaan käsiteltäväksi Neuronin eteläpuolella n. 4,5 km päässä sijaitsevalle vedenkäsittelylaitokselle. Sieltä vesi pumpataan käyttöön Neuronin kuntoutuskeskukselle ja Vaajasalonsaareen ylävesisäiliöön, josta vettä jaetaan Vaajasalon saaren asukkaille (Karttulan vesiosuuskunnan toiminta-alueetta).



Pohjavesiesiintymän antoisuus on Kuopion kaupungin vesihuollon kehittämissuunnitelman mukaan n. 123m<sup>3</sup>/d. Vedenottamolta pumpataan n. 40m<sup>3</sup>/d, josta Karttulan vesiosuuskunnalle n. 10 m<sup>3</sup>/d (Vaajasalon saari) ja loput kuntoutuskeskus Neuronin käyttöön (Vilpponen Auvo 2018).

#### 6.1.4.2.5 *Yhteenveto suunnittelualueen vedenottamoista*

Suunnittelualueella sijaitsevien vedenottamoiden sijainti, ja vesimäärät on koottu taulukkoon 4.

Taulukko 4. Suunnittelualueen vedenottamoiden yhteenveto (Oiva-palvelu 2018, Pirinen 2018)

Vedenot- tamo	Pohjavesialue	Ottomäärä /Vedenottamon kapa- siteetti / Ottolupa [m <sup>3</sup> /d]	Pohjavesialueen an- toisuus [m <sup>3</sup> /d]
Melalahti	Laatanlampi	260/600/500	4231
Jänneniemi	Jänneniemi	12 000/ 13 000* / 20 000	3129
Könönkangas	Susihaudanrinne	1050/3 000/2320	5781
	Ihalankangas		
	Tuusjärvi		
Kotasalmi	Palokangas	33/250/-	751
Roinila	Kotkatniemi	40/?/-	123

\* Rantaimeytys. Kapasiteetti v. 2018.

#### 6.1.4.3 Vesijohtoverkosto

##### 6.1.4.3.1 *Veden johtaminen Melalahden vedenottamolta*

Melalahden taajaman vesijohtoverkoston pituus on yhteensä n. 12,7 km. Taajaman päävesijohdot ovat 200 SG- ja 160 PEH/PVC -vesijohtoa. Melalahden taajamassa sijaitsee tilavuudeltaan 300 m<sup>3</sup> oleva ylävesisäiliö, jonka täyttöä ohjataan raakaveden pumppauksella ylävesisäiliön vedenpinnan mukaan. Taajaman painetaso on ~ +130 m.

Melalahden taajamasta on rakennettu vesijohtoyhteyksiä haja-asutusalueelle. Taajamasta länteen päin johdetaan vettä Riistaveden kylän vesihuolto-osuuskunnalle ja Ryönän vesihuolto-osuuskunnalle. Riistaveden kylän vohok:n suuntaan kulkeva päävesijohto on 160 PEH -vesijohtoa. Osuuskunnan alueella sijaitsee paineenkorotusasema, joka korottaa painetasoon +159 m. Riistaveden kylän vohok:n verkoston kautta johdetaan vettä edelleen Ryönän vesiosuuskunnalle 110 PEH -vesijohtoa pitkin. Ryönän osuuskunnan verkostossa sijaitsee myös paineenkorotusasema, joka korottaa painetasoon +194 m.

Melalahden taajamasta koilliseen ja kaakkoon päin kulkevien 110 PEH - vesijohtoyhteyksien kautta johdetaan vettä Leppärannan vesihuolto-osuuskunnalle. Osuuskunnan alueella sijaitsee kaksi paineenkorotusasemaa, joista koilliseen päin kulkevaan linjaan painetta korotetaan painetasoon +170

mvp ja kaakkoon päin kulkevaan linjaan painetasoon +161 m. Leppärannan vohok:n itäpuolella sijaitsee Pohjois-Tuusniemen vok:n vesijohtoverkostoja ja Koillis-Savon Vesi Oy:n Tuusjärven vedenotto ja raakavesijohdot.

#### 6.1.4.3.2 *Veden johtaminen Jänneniemen vedenottamolta*

Jänneniemen vedenottamon pääsyöttövesijohdon rinnalle on rakennettu 315 PEH -jakelupesijohto, jonka kautta on mahdollista johtaa vettä mm. ympäröiville alueille. Jakelupesijohto ei ole ollut toistaiseksi käytössä.

#### 6.1.4.3.3 *Veden johtaminen Vehmersalmen vedenottamolta*

Suunnittelualueen lounaisosaan johdetaan vettä Vehmersalmen Tuirankankaan ja Purnukan pohjavedenottamolta (alue 8a). Vehmersalmella ei ole vesisäiliötä, vaan verkosto on vedenottamoiden tuoton varassa. Vehmersalmen taajaman itäpuolella painetta korotetaan tasoon +158m Kauhapellon paineenkorotusasemalla. Runkovesijohto vaihtuu Kirnumäellä Karttulan vok:n verkostoksi. Runkovesijohdon koko Vehmersalmen taajaman ja nykyisen Karttulan vok:n verkoston latvan välillä on 75-110mm (75M: 3500m, 90M: 8700m, 110M 18 300m).

#### 6.1.4.3.4 *Veden johtaminen Neuronin vedenkäsittelylaitokselta*

Neuronin kuntoutuskeskuksen vedenkäsittelylaitokselta vesi pumpataan kuntoutuskeskukselle ja Vaajasalon saaren ylävesisäiliöön, josta vettä jaetaan Vaajasalon saaren asukkaille (Alue 8b+ kuntoutuskeskus). Ylävesisäiliön pohjantaso n. +140m, joka on arvioitu vesijohtoverkoston painetasoksi. Alueen runkovesijohdojen koko on 110mm.

#### 6.1.4.3.5 *Veden johtaminen Jälänniemen vedenottamolta*

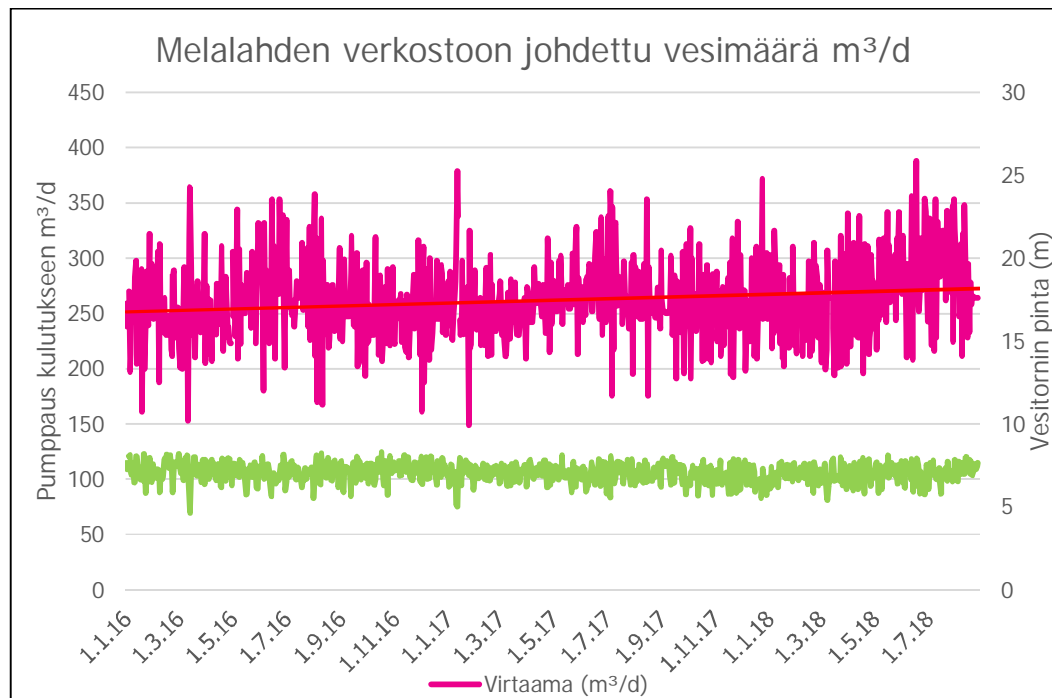
Jännevirran vesiosuuskunta johtaa vettä Siilinjärven kunnan Jälänniemen vedenottamolta alueille 7,9 ja 10. Verkostossa ei ole paineenkorotusasemia eikä vesisäiliötä. Runkojohdon koko on 110 mm ja painetaso verkostossa on noin +155m. Jälänniemen vedenottamolta lähtevän vedenlaatu tulokset on esitetty liitteessä 3.

#### 6.1.4.3.6 *Veden johtaminen Kotasalmen vok:n vedenottamolta*

Kotalalmen vedenottamolta pumpataan kulutukseen n. 30m<sup>3</sup>/d. Osuuskunnan alueen läpi kulkevan runkovesijohdon koko on 110 mm ja painetasoksi on arvioitu +165m. Alueella ei ole vesisäiliötä eikä paineenkorotusasemia.

### 6.1.5 Vedenkäytön vaihtelu Melalahdessa

Melalahden alueella verkostoon pumpattava vesimäärä ajanjaksolla 1.1.2016-26.8.2018 on ollut keskimäärin 260 m<sup>3</sup>/d (10,8 m<sup>3</sup>/h). Kokonaisvesimäärässä on mukana joka toinen viikko tehtävä vedenottamon kalkkikivisuodattimien pesu, johon tarvittava vesimäärä on n. 40-60 m<sup>3</sup>. Kuviossa 5 on esitetty Melalahden vedenottamolta kulutukseen pumpattu vesimäärä ja ylävesisäiliön pinnan vaihtelu.



Kuvio 5. Melalahden vesijohtoverkostoon pumpattu vesimäärä ja vesitornin pinnan vaihtelu

Melalahden vesitorni on 6m halkaisijaltaan ja n. 10m korkea. Tornin vesipintaa säädetään manuaalisesti raakaveden pumppauksella vedenkäsittelylaitokselle. Vesitornin pinta vaihtelee 4-9m välillä. Tornin tilavuus on n. 300m<sup>3</sup> ja vesitornissa on vettä nykyisen alimman säätörajan aikana n. 110m<sup>3</sup>. Melalahden ja sen ympäröivien alueen asutuksen vähimmäisvedentarpeeksi (20 l/hlö/d) on määritetty Kuopion Veden valmissuunnitelmassa n. 43m<sup>3</sup>.

Pelastusviranomaisen ei ole määrittänyt sammutusvesimäärän tarvetta Melalahdessa. Melalahden taajamassa on hyvät mahdollisuudet ottaa suuri määrä sammutusvettä laivarannan luonnonvesilähteestä, jota pelastuslaitos käyttää tarvittaessa. (Itkonen 2019-02-21)

Huipputuntikulutuskerrointa varten tarkasteltiin noin kahden vuoden jaksolta (1.1.2016-2.10.2018) Melalahden tuntikulutuksia, niiltä päiviltä, joita ei ollut kalkkikivisuodattimien pesua. Kulutuskertoimet määritettiin vuosittaisten tuntikulutusmediaanien keskiarvona, johon lisättiin 15% arvioitu vuotovesimäärä. Tuntikäyttökerroimet on esitetty mallinnus kappaleessa 6.4.

## 6.2 Ennusteet

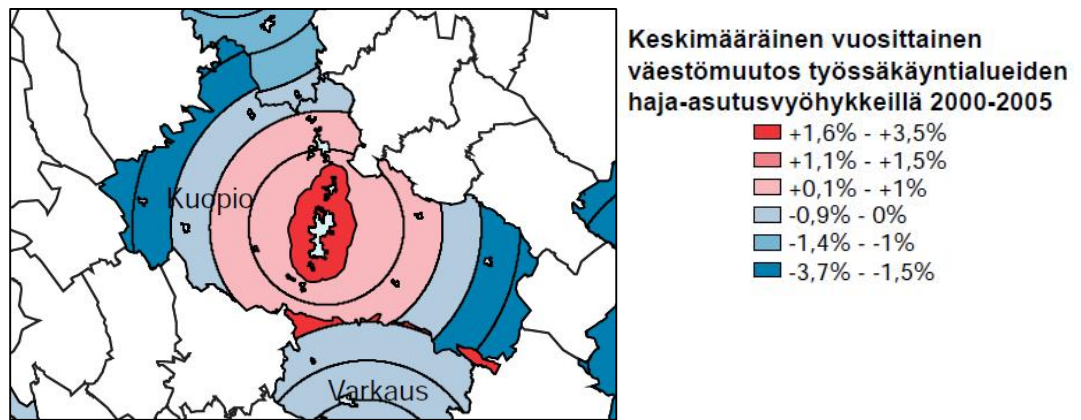
## 6.2.1 Suunnittelalueen väestöennuste

Kuopion väestöennusteissa 2016-2030 ko. suunnittelalueen väestönmuutokset on arvioitu välille -0,2%... +1,01% (Kuopion kaupungin suunnittelalueet 386,387,388,483,484,501). Väestömäärät ja väestöennuste on koottu alla olevaan taulukkoon (Taulukko 5) vuonna 2018 haettujen väestörekisterikeskuksen väestömäärätietoihin perustuen (FACTA). Taulukkoon on arvioitu samalla muutosprosentilla väestömäärän muutos vuoteen 2050 saakka:

Taulukko 5. Suunnittelalueen väestöennuste (Mukaillen Kuopion kaupunki 2015, Liite 3.)

Alue	2018	2020	2030	2040	2050	Vuotuinen muutosprosentti
Alue 1	92	93	97	102	106	0,45%
Alue 2	91	92	96	100	105	0,45%
Alue 3	67	68	71	74	77	0,45%
Alue 4	361	362	368	373	379	0,15%
Alue 5	87	87	89	90	91	0,15%
Alue 6	145	145	148	150	152	0,15%
Alue 7	40	41	45	50	55	1,01%
Alue 8a	309	308	302	296	290	-0,20%
Alue 8b	73	73	71	70	68	-0,20%
Alue 9	65	66	73	81	90	1,01%
Alue 10	157	160	177	196	217	1,01%
Alue 11	115	115	117	119	121	0,15%
Alue 12	776	785	829	876	925	0,55%
Alue 13	4	4	4	4	4	0,15%
Yhteensä	2382	2399	2486	2580	2680	

Vuosina 2000-2005 toteutunut väestönmuutos suunnittelalueella on ollut +1%... -0,9%. Väestömuutos on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 16).



Kuva 16. Väestönmuutos suunnittelualueella vuosina 2000-2005 (SYKE 2007, 16.)

### 6.2.2 Suunnittelualueen vedenkäyttöennuste

Alueen väestö ei ennusteiden mukaan juurikaan kasva vuoteen 2030 mennessä. Veden kulutusennusteessa huomioidaan kuitenkin tilanne, jossa kaikki alueen kiinteistöt liittyvät vesijohtoverkoston ja yleiskaavassa esitetyt varaukset toteutetaan. Mitoitusvesimäärä on määritetty nykyisen liittymäasteen korottamisella 100%:iin, johon on lisätty yleiskaavassa esitettyjen rakennuspaikkojen vedenkulutus (400 l/omakotitalokiinteistö/d). Alueella on myös paljon loma-asutusta, joka on huomioitu mitoituksessa.

Mallinnuksessa tarkasteltiin eri vaihtoehdoille kaksi skenaariota vedenjohtamiseksi Melalahden taajamaan. Skenaarioiden vedenkulutustilanteet ovat:

1. Mitoitustilanne 100% liittymisaste+ yleis- ja ranta-asemakaavojen uudet rakennuspaikat
2. Nykytilanne

### 6.3 Vedenjohtamisen vaihtoehdot

Vedenjohtamisvaihtoehtoja on tarkasteltu aluksi laajakatseisesti ja karsittu vaihtoehtoja sitä mukaa, kun alustavassa tarkastelussa ne ovat osoittautuneet toteutusaikataulun, kapasiteetin tai teknis-taloudellisen tarkastelun perusteella riittämättömäksi tai kannattamattomaksi. Vaihtoehtojen vertailuperusteita ovat pääasiassa seuraavat seikat:

- *Kapasiteetti.* Mikäli uutta verkostoa joudutaan rakentamaan kilometrejä on verkoston ja vedenottamon kapasiteetti oltava vedenkulutusennustetilanteen huippukulutusta vastaava eli yhteyden on sovelluttava muuhunkin kuin kriisiveden johtamiseen. Vedenottamon antoisuuden suuri hetkellinen käyttö voi aiheuttaa vedenlaatuhäiriöitä. Vedenlaatuhäiriöitä voi syntyä myös ahtaita vesijohtoverkostoja käytettäessä vedenjohtamiseen. Putkista voi lähteä liikkeelle sakkaa veden nopeuden kasvaessa. Lisäksi paineiskujen riski kasvaa ja suurten painehäviöiden myötä myös pumppauskustannukset nousevat.
- *Veden laatu.* Mikäli rakennetaan uusi vedenottamo tai uutta vesijohtoverkosta kilometrejä veden on oltava laadultaan hyvää vesilähteessä. Suunnittelualueella on vedenottamo, jonka vedet johdetaan toiselle vedenottamolle käsiteltäväksi, jonka vuoksi vedenottamo ei ole varteenotettava varavesilähde (Tuusjärven vedenottamo). Nykyisen Melalahden vedenottamon pohjavesiesiintymän vedenlaadussa on vaihteluja, jonka vuoksi uuden vedenottamon rakentaminen alueelle on epävarmalla pohjalla johtuen veden laatutekijöistä.
- *Uusien linjojen huollettavuus.* Uusien vesijohtolinjojen tulee olla kohtuullisen helposti huollettavissa, jolloin uusien vesijohtolinjojen on sijaittava teiden varsien läheisyydessä tai raskaalla kalustollakin helppokulkuisessa maastossa.
- *Aikataulu.* Varavesiyhteys on saatava Melalahteen mahdollisimman pian. Vaihtoehtoa ei tarkastella tarkemmin mikäli vaihtoehdon tarkentaviin tutkimuksiin, lupaprosesseihin ja laitteiden sekä verkostojen rakentamiseen arvioidaan kuluvan useita vuosia. Mm. uuden vedenottamon tutkimukset ja alueella yleisesti tiedossa oleva pohjaveden suuri rautapitoisuus luovat suuren epävarmuustekijän uuden vesilähteen ripeälle käyttöönotolle.
- *Kokonaistaloudellisuus,* huomioiden myös ympäristötekijät.

Vaihtoehtojen uusien linjojen rakentamisen osalta on tehty maastokatselmus heinäkuussa 2018.

Maastokatselmuksen raportti on tämän suunnitelman liitteenä 2.

#### 6.3.1 VE1 Veden johtaminen Könönkankaan vedenottamolta

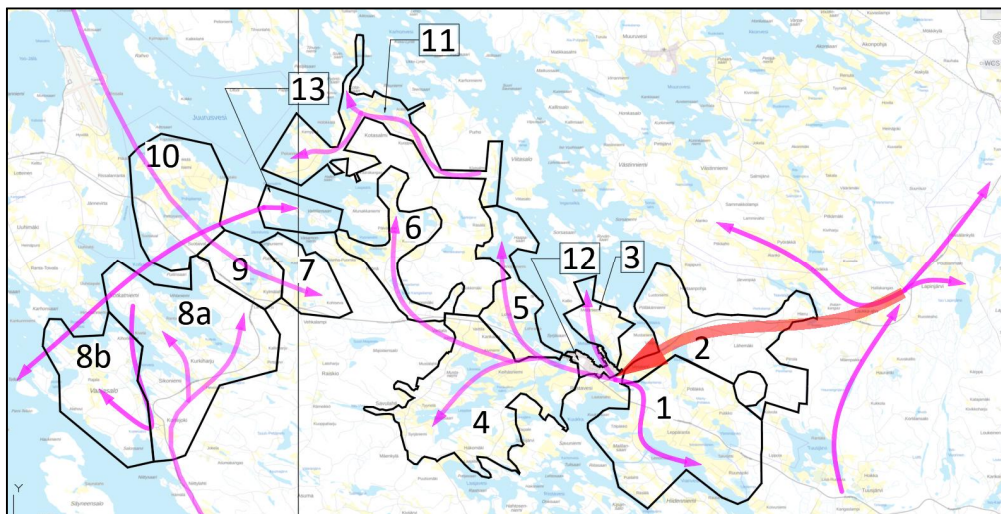
Vettä on mahdollista johtaa Könönkankaan vedenottamolta Koillis-Savon Vesi Oy:n, Pohjois-Tuusniemen vesiosuuskunnan ja Leppärannan vesihuolto-osuuskunnan rakennettujen verkostojen kautta

Melalahden taajaman ylävesisäiliölle. Vaihtoehdon linjaus on esitetty suunnitelmakartassa 05\_1. Könönkangas-Melalahti linjalla vesiosuuskuntien putket ovat 110/90 PEH putkea ja Koillis-Savon Vesi Oy:n runkojohto 140-10 PEH putkea.

VE1:n keskimääräinen kokonaisvedenkulutus liitospisteessä eri skenaarioissa on:

- 1) Vedenkulutusennuste 489 m<sup>3</sup>/d
- 2) Nykyinen vedenkulutus 293 m<sup>3</sup>/d

VE 1 virtaamaa määrittäessä huomioidaan alueet 1,2,3,4,5,6 ja 12. Myös alue 11 on huomioitu skenaarioissa, vaikka tällä hetkellä alueelle ei ole yhteyttä nykyiseen Melalahden vesijohtoverkoston. Vedenjohtamissuunnat VE1 vaihtoehdossa on esitetty kuvassa 17.



Kuva 17. Vedenjohtamissuunnat VE1, Könönkangas-Melalahti

Tässä vaihtoehdossa veden johtamiseksi Melalahden taajamaan on rakennettava 2,2 km uutta vesijohtolinjaa, yksi paineenkorotusasema ja yksi paineenalennusasema, jossa on ylävesisäiliön pinnan mukaan toimiva säätöventtiili sekä Leppärannan vesihuolto-osuuskunnan paineenkorotusaseman ohitus. Paineenkorotus ja -alennusasemat on rakennettava Leppärannan vesihuolto-osuuskunnan verkostoon. Em. asemat rakennetaan kaukokäyttöisinä ja vettä voidaan johtaa Melalahden tai Könönkankaan suuntaan oikeilla venttiilisäädöillä painetasot huomioiden. Liitoskohta Pohjois-Tuusniemen vok:n verkostoon varustetaan possutuskaivolla, huuhtelupostilla ja laitekaivolla, jossa on virtausmittaus, painemittarit ja kloorinsyöttöyhteet. Mittauskaivo asennetaan myös Melalahden taajaman läheisyyteen Leppärannan vhok:n verkostoon. Koillis-Savon Vesi Oy:n /Pohjois-Tuusniemen vesiosuuskunnan vesijohdossa uuden alueen liittäminen aiheuttaa 1,5-2 bar paineenalenneman ennustevedenkulutustilanteessa. Lähtötietojen perusteella Könönkankaan vedenottamalla voidaan nostaa painetta 0,9bar (ympäröivä maasto ja vedenottamalla olevat pumput), jolloin nykyisen vedenkulutustilanteen mukaan tarvitaan vain yksi uusi paineenkorotusasema. Mikäli em. paineenalennema on liian suuri Pohjois-Tuusniemen verkostossa on linjaan rakennettava mitoituslaitannetta varten toinen paineenkorotusasema, jolla korotetaan Melalahteen johtavan verkoston sekä Pohjois-Tuusniemen verkoston painetta.

Linjavaihtoehdon VE1 mallinnuksessa ja kustannuslaskennassa on tarkasteltu lisäksi vaihtoehtoa, jossa Leppärannan vhok:n PEH 90 vesijohto korvataan 2,2 km matkalla 160mm vesijohdolla. Kaikkien vaihtoehtojen rakentamistoimenpidetaulukko on esitetty liitteessä 7.

Uusi vesijohtolinja rakennetaan Kaavintien varteen tiealueelle mahdollisuuksien mukaan. Linjan sijoittamisesta tiealueelle on neuvoteltava ELY-keskuksen kanssa. Linjalla on vesistöналitus ja maasto on kallioista. Uusi vesijohto liitetään Laukka-Ahossa Pohjois-Tuusniemen vesiosuuskunnan verkostoon ja Lähemäen itäpuolella Leppärannan vesihuolto-osuuskunnan verkostoon. Mikäli vesijohtoliitos ei ole mahdollista Pohjois-Tuusniemen vesiosuuskunnan verkostoon voidaan linjaa jatkaa Laukka-Ahossa Koillis-Savon Vesi Oy:n vesijohtoon asti (Holkantien risteyksen läheisyydessä). Tuolloin uutta vesijohtolinjaa olisi rakennettava yhteensä 3,7 km. Rakennettavilla linjaosuuksilla ei ole liittyjiä verkostoon.

Maasto nousee huomattavasti Melalahdesta Könönkankaan suuntaan, joka vaikuttaa vesijohtoverkoston paineolosuhteisiin. Lisäksi vedenvaihtuvuus putkiosuudella on varmistettava johtamalla Melalahden suuntaan vuorokausittain n.25 kuutiota vettä, jolloin veden viipymä runkojohdossa välillä Laukka-Aho-Melalahti on n. 3 vrk. Vaihtoehdon 1 myötä Leppärannan vhok:n koillisen alueen (alue 2) vedensyöttö muuttuu vakituisesti Könönkankaalta tulevaksi.

Rakennettavalla linjaosuudella ei ole tiedossa olevia muinaisjäännöksiä tai pima-kohteita. Linja ei sijaitse luonnonsuojelu tai pohjavesialueella.

Johtolinjan sijoittamisesta maa-alueelle on neuvoteltava 11 yksityisen maanomistajan kanssa ja vesialueelle sijoittamisesta kahden osakaskunnan kanssa. Lisäksi johtolinjalla on yksi yleisen tien alitus. Johdon sijoittamiselle tiealueelle on pyydettävä lupa ELY-keskukselta.

### 6.3.2 VE2 Veden johtaminen Jänneiemien vedenottamolta Vaittilansaaren kautta

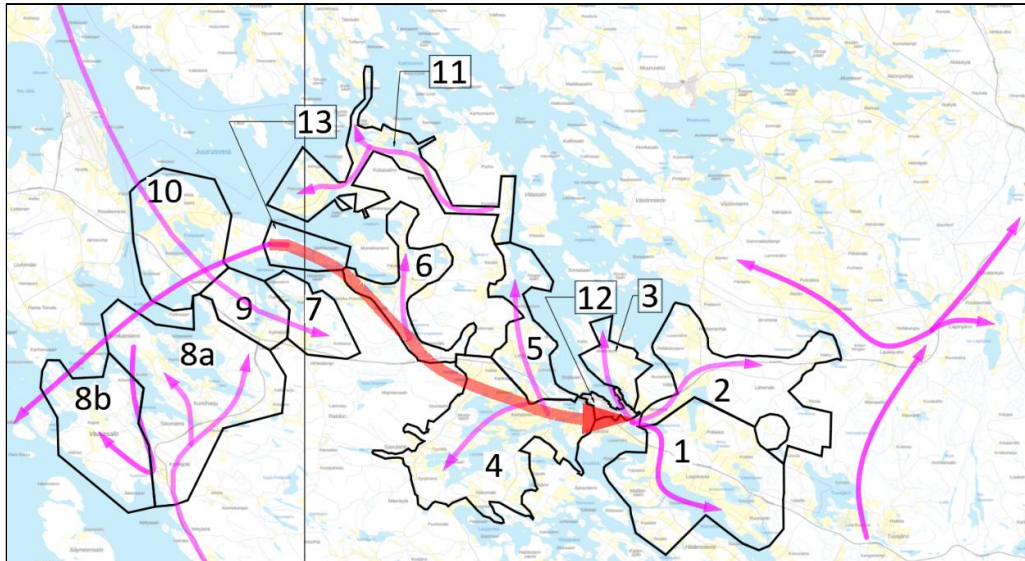
Jänneiemien vedenottamolta on rakennettu vesijohtoverkosta Jänneiemien kärkeen saakka. Vettä voidaan johtaa Jänneiemestä Melalahden taajamaa kohti rakentamalla johtoverkosta Vaittilansaaren läpi ja Ryönänsalmen alitse ja liittämällä uusi vesijohto Ryönän vesihuolto-osuuskunnan vesijohtoverkostoon Pelonniementien varressa olevaan runkovesilinjaan. Ryönäntien varressa on jo rakennettua vesijohtoverkosta, mutta putkikoko ei ole riittävä (Vj 63/75). Pelonniementien varressa sijaitseva runkovesijohto, johon uusi vesijohtolinja liitetään, on 90-10 PE. Ryönän vhok:n vesijohtoverkoston kautta vesi johdetaan Riistaveden kylän vesihuolto-osuuskunnan verkostoon ja sieltä edelleen Kuopion Veden vesijohtoverkostoon Melalahden taajamaan.

VE2:n keskimääräinen kokonaisvedenkulutus Jänneiemien vedenottamolla eri skenaarioissa on:

- 1) Vedenkulutusennuste 509 m<sup>3</sup>/d
- 2) Nykyinen vedenkulutus 295 m<sup>3</sup>/d

VE 2 virtaamaa määritettäessä huomioidaan alueet 1,2,3,4,5,6,11,12 ja 13. Vedenjohtamissuunnat VE2 vaihtoehdossa on esitetty kuvassa 18.





Kuva 18. Vedenjohtamissuunnat VE2, Jänneniemi-Melalahti Vaittilansaaren kautta

Tässä vaihtoehdossa veden johtamiseksi Melalahden taajamaan on rakennettava 3,8 km uutta vesijohtolinjaa ja ennustevedenkulutus tilannetta varten kolme paineenkorotusasemaa ja yksi paineenalennusasema. Kaksi paineenkorotusasemista rakennetaan Ryönän vesihuolto-osuuskunnan verkostoon ja yksi Kuopion Veden vesijohtoverkostoon. Ryönän vhok:n vesijohtoverkostoon rakennettavat paineenkorotusasemat ovat kaukokäyttöisiä ja vettä voidaan johtaa molempiin suuntiin oikeilla venttiilisäädöillä, painetasot huomioiden. Linjaan rakennetuille paineenkorotusasemille rakennetaan ohitukset ja osuuskuntien toiminta-alueiden rajalle sekä Melalahden taajamaan rakennetaan virtausmittauskaivot. Vaihtohtolinjaus on esitetty suunnitelmakartassa 05\_2. Kaikkien vaihtoehtojen rakentamistoimenpidetaulukko on esitetty liitteessä 7.

Uusi vesijohtolinja rakennetaan yksityisteiden varteen ja linjauksessa hyödynnetään rakennettuja sähkölinjoja. Linjalla on yksi vesistöналitus, mutta linjaus ei mene laivaväylän ali. Maasto on helppoa rakentaa. Uusi vesijohto liitetään Heimosen puutarhan läheisyydessä Ryönän vesihuolto-osuuskunnan verkostoon. Heimosen puutarhan alueella on pima-kohde, joka on huomioitava suunnittelussa.

Vaittilansaaren ja Ryönän alueesta on järkevintä tehdä oma vedenjakelualue ja johtaa jatkossa talousvesi Jänneniemestä em. alueelle normaalitilanteessakin. Lisäksi varavesijohtoon on mahdollista saada liittyjiä Vaittilansaaresta, jolloin varavesijohtoon saadaan lisää veden vaihtuvuutta. Lisäksi vedenvaihtuvuus putkiosuudella on varmistettava johtamalla Melalahden suuntaan vuorokausittain n.20 kuutiota vettä, jolloin veden viipymä runkojohdossa välillä Jänneniemi-Hussonmäki on n. 3 vrk.

Linjan profiilissa on Jänneniemi-Melalahti linjalla merkittävä kohouma ja virtausnopeus 90mm putkissa kasvaa suureksi (yli 1,7 m/s), jolloin linjalle on tehtävä tarkempi hydraulinen tarkastelu, mikäli linja valitaan toteutusvaihtoehdoksi. Suurten painehäviöiden vuoksi linjaa ei ole järkevää käyttää ennustevedenkulutustilanteessa. Mikäli 90mm johto-osuudet korvattaisiin suuremmalla putkella (n.3km) voisi veden johtaminen Vaittilansaaren kautta olla varteenotettava vaihtoehto.

Rakennettavan linjaosuuden läheisyydestä on löydetty muinaisjäännöksiä Jänneniemen vedenottamon suunnittelun aikana. Löydökset viittasivat kivikautiseen asumiseen Heteharjussa. Lisäksi linjauksella on yksi pima-kohde Heimosen puutarhan läheisyydessä. Uusi vesijohtolinja sijaitsee Jänneniemen ja Ryönänkankaan pohjavesialueilla. Linjan läheisyydessä ei ole luonnonsuojelualueita.

Johtolinjan sijoittamisesta maa-alueelle on neuvoteltava 17 yksityisen maanomistajan kanssa ja vesialueelle sijoittamisesta kolmen osakaskunnan kanssa

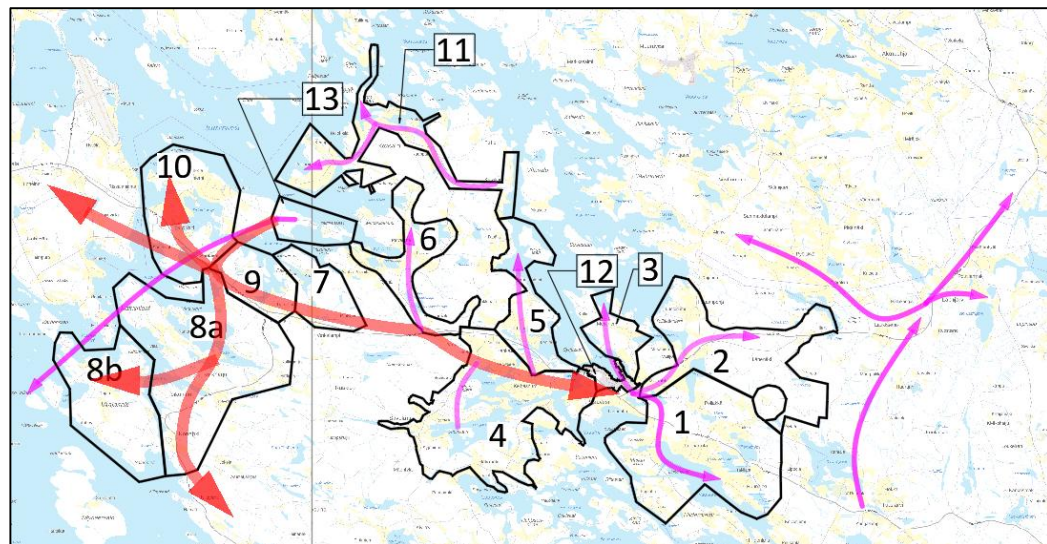
### 6.3.3 VE3 Vedenjohtaminen Jänneniemen vedenottamolta Joensuuntien vartta

Puitinsaaren itäpuolelle on rakennettu Jänneniemen vedenottamolta jakelujohto Joensuuntien varteen. Jakelujohto (315 PEH) on rakennettu syöttövesijohdon viereen vuonna 2007 palvelemaan lähi-alueiden vedenjakelua. Jakelujohto ei vielä ole ollut käytössä.

VE3:n keskimääräinen kokonaisvedenkulutus vedenottamolla eri skenaarioissa on seuraava:

- 1) 746 m<sup>3</sup>/d (+1300 m<sup>3</sup>/d)
- 2) 411 m<sup>3</sup>/d

VE 3 mitoitusvirtaamaa määritettäessä huomioidaan alueet 1-13, joiden lisäksi ennustevedenkulutuksessa on 1300 m<sup>3</sup>/d varaus veden johtamisesta Siilinjärven kunnalle 1000 m<sup>3</sup>/d tasaisella virtaamalla (vesisäiliöön) ja Vehmersalmen suuntaan 300 m<sup>3</sup>/d huippukulutuksen mukaisesti. Vedenjohtamissuunnat VE3 vaihtoehdossa on esitetty kuvassa 19.



Kuva 19. Veden johtaminen Jänneniemi-Melalahti Joensuuntien vartta

Liittämällä Jännevirran vesiosuuskunnan runkovesijohto Jännenimestä tulevaan jakelujohtoon ja rakentamalla uutta vesijohtolinjaa 5,0 km Joensuuntien varteen voidaan vettä johtaa Jännevirran vesiosuuskunnan, Ryönän vesihuolto-osuuskunnan ja Riistaveden kylän vesihuolto-osuuskunnan vesijohtoverkoston kautta Melalahden taajamaan. Ennustevedenkulutustilanteessa painetta korotetaan

kahdessa pisteessä ja alennetaan ennen Melalahden taajamaa. Vaihtoehdon linjaus on esitetty suunnitelmakartassa 05\_2.

Vesijohto liitetään Melalahden suunnalla Ryönän vesihuolto-osuuskunnan 110 PEH -vesijohtoon paineenkorotusaseman imupuolelle. Samaan kohtaan rakennetaan mittaus- ja venttiilikaivo. Jännevirran vok:n verkostoon sekä uuteen Kuopion Veden vesijohtolinjaan sijoitetaan paineenkorotusasema, jolla turvataan riittävä painetaso verkostoon. Lisäksi Riistaveden kylän vhok:n verkostoon rakennetaan paineenkorotusasemalle ohitus ja paineenalennus.

Jännevirran vesiosuuskunnan verkosto on 110 PEH -putkea, minkä kautta voi johtaa enimmillään n. 8 l/s, mikä tekee vuorokauden aikana n. 700 m<sup>3</sup>/d. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että yöaikaan täytetään Melalahden vesisäiliötä ja kulutushuippujen aikaan säiliöstä johdetaan vettä verkostoon.

Linjaus saadaan todennäköisesti sijoitettua pääasiassa ELY-keskuksen hallinnoiman valtatiealueelle. Tämä edellyttää luvan hakemista ELY-keskukselta. Lisäksi johtolinjan sijoittamisesta on neuvoteltava noin 10 yksityisen maanomistajan kanssa.

Linjauksen läheisyydessä Kohisevantiellä on arvokas luonnontilainen uoma. Uoman osalta on pyydyttävä lausunto ELY-keskukselta vesihuoltolinjan sijoittamiselle tien varteen. Rakennettavalla linjaosuudella ei ole tiedossa olevia muinaisjäännöksiä tai pima-kohteita. Linja ei sijaitse luonnonsuojelu tai pohjavesialueella.

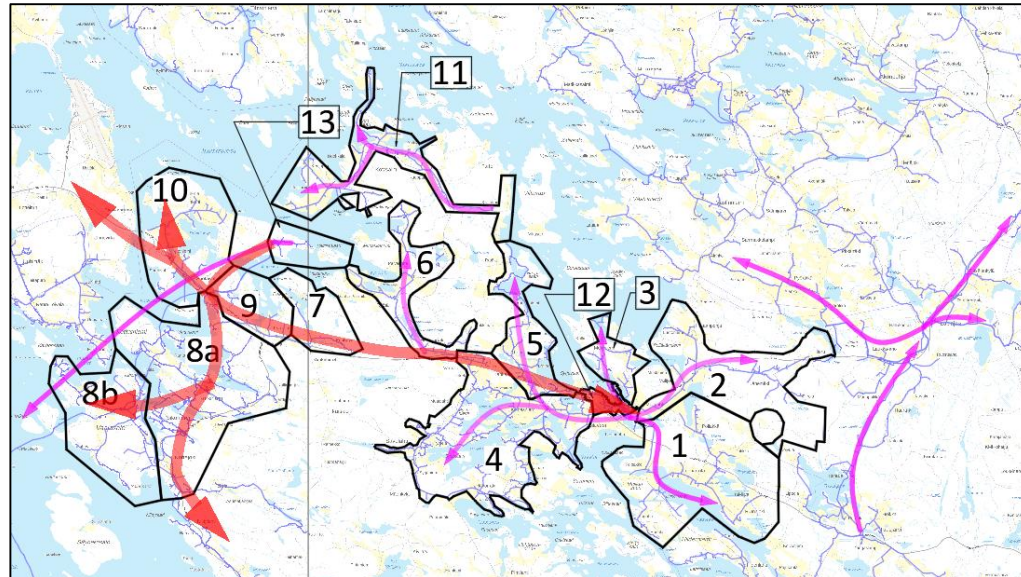
#### 6.3.4 VE4 Vedenjohtaminen Jänneniemien vedenottamolta kokonaan Kuopion Veden omaa linjaa

Tässä vaihtoehdossa uusi vesijohtolinja liitetään Puitinsaaren itäpuolella rakennettuun jakelujohtoon (315 PEH). Linjaus noudattaa Jänneniemien vesiosuuskunnan runkojohdon linjausta Joensuuntien varressa Kohisevantielle asti, jonka jälkeen linjaus on sama kuin vaihtoehdossa VE3 Ryönän vesihuolto-osuuskunnan paineenkorotusasemalle saakka. Rakennettun paineenkorotusaseman jälkeen linjaus noudattaa hautausmaan ja kevyenliikenteenväylän reunaa Vartialan Seolle saakka, jonka jälkeen uusi vesijohtolinja sijoitetaan pääosin Vt 9:n tiealueelle Sormulaanvaarun luonnonsuojelualueen reunaan asti. Tämän jälkeen linjaus erkanelee valtatiealueen eteläpuolelle. Tomperinniemiessä linjalla on vesistöalitus (laivaväylä) ja linja rantautuu alituksen jälkeen Kotalahteen, josta on 1,5km:n matka nykyiseen Melalahden taajaman vesiverkostoon, johon rakennettava vesijohto liitetään. Uutta verkostoa rakennetaan 15,4km. Verkostoon liitetään kaksi mittauskaivoa, venttiilikaivo ja paineenkorotus- ja paineenalennusasemat. Linjaus on esitetty suunnitelmakartassa 05\_3.

VE4:n keskimääräinen kokonaisvedenkulutus vedenottamolla eri skenaarioissa on seuraava:

- 1) 746 m<sup>3</sup>/d (+ 1300 m<sup>3</sup>/d)
- 2) 411 m<sup>3</sup>/d

VE 4 mitoitusvirtaamaa määritettäessä huomioidaan alueet 1-13, joiden lisäksi ennustevedenkuluksessa on 1300 m<sup>3</sup>/d varaus veden johtamisesta Siilinjärven kunnalle 1000 m<sup>3</sup>/d tasaisella virtaamalla ja Vehmersalmen suuntaan 300 m<sup>3</sup>/d huippukulutuksen mukaisesti. Vedenjohtamissuunnat VE4 vaihtoehdossa on esitetty kuvassa 20.



Kuva 20. Veden johtaminen Jänneniemi-Melalahti Kuopion Veden oma linja

Veden vaihtuvuuden varmistamiseksi Ryönän alueelle vesi johdetaan jatkossa koko ajan Jänneniemestä. Lisäksi Melalahden johdetaan vettä n. 30 m<sup>3</sup>/d, jolloin Ryönän vohk:n ja Melalahden välinen runkovesijohdon vesi vaihtuu kolmen vuorokauden välein.

Nykyisellä kulutuksella 160mm vesijohto riittää korvaamaan ylävesisäiliön tasaavan vaikutuksen huipputuntikulustilanteessa, kun Kohisevantien varteen (n. paalu 8500) rakennetaan paineenkorotusasema. 1) skenaarion mukaisen kulutuksen mukaan varavesijohdon tulisi olla 250mm ja paineenkorotuksia tarvitaan useampia.

Vaihtoehto 4 linjauksen läheisyydessä on useita muinaisjäännöksiä. Linjauksesta on pyydetty lausunto Museovirastolta.

Linjaus saadaan todennäköisesti sijoitettua pääasiassa ELY-keskuksen hallinnoimalle teialueelle. Tämä edellyttää lupahakemusta ELY-keskukselta. Lisäksi johtolinjan sijoittamisesta on neuvoteltava noin 28 yksityisen maanomistajan kanssa.

### 6.3.5 Muut vaihtoehdot (VE5- VE8)

VE5 Veden johtaminen Kotasalmen kautta

Kotalalmen runkovesijohto on 110 PEH putkea. Runkojohto jouduttaisiin liittämään Riistaveden kylän vesihuoltolaitoksen PE 75 vesijohtoon, jonka veden johtokyky on 5,1 l/s ( $v=1,5\text{m/s}$ ). Vesimäärä

olisi nykytilanteessa riittävä, mutta putkivastukset nousevat suuriksi (32m/km) ja paineiskujen vaara on profiililtaan vaihtelevassa maastossa olemassa.

Uutta johtolinjaa joutuisi rakentamaan n. 3 km ja johdon kautta on järkevä johtaa vain kriisivesimäärä. Lisäksi vedenjohtaminen Kotasalmen kautta Melalahteen vaikuttaa Kotasalmen vesiosuuskunnan verkoston painetasoon ja virtaussuunnan muutokset saattavat aiheuttaa sakan irtoamista putkista.

#### VE6 Veden johtaminen Tuusjärveltä

Tuusjärven vedenottamon raakavesi käsitellään Könönkankaalla, joten Tuusjärven suunnasta on saatavissa vain käsittelemätöntä raakavettä. Alueella on rakennettua vesijohtoverkostoa, mutta uutta johtolinjaa Joensuuntien vartta jouduttaisiin rakentamaan pienten putkikokojen vuoksi n. 8 km matkalla.

#### VE 7 Veden johtaminen Vehmersalmen suunnasta

Suunnittelualueen etelä puolella on Vehmersalmen taajama, jonne johdetaan vettä Purnukan ja Tuirankankaan vedenottamoilta. Vehmersalmelta lähes Joensuuntien varteen on vesijohtoyhteys, jossa putkikoot ovat 75/90/110. Vettä ei voida Vehmersalmelta päin johtaa putkikoon ja vedenottamoiden kapasiteetin vuoksi. Vehmersalmella ei ole tasaavaa säiliökapasiteettia, jota voitaisiin hyödyntää vedenjohtamisessa.

#### VE 8 uusi vedenottamo Melalahden lähialueelle

Uuden vedenottamon rakentaminen vaatii tutkimuksia ja kuukausien koepumppaukset sekä vedenottoluvan hakemisen, jolloin tämä vaihtoehto ei aikataulujenkaan suhteen ole vartenotettava vaihtoehto. Vedenottamon, jonka kapasiteetti on n. 700 m<sup>3</sup>/d ja siihen liittyvän uuden vesijohtoverkoston, investointikustannukset ovat n. 500 000 – 1 300 000€ veden käsittelytarpeesta riippuen, [RIL 2004, 632-633, Fore]

Melalahden vedenottamolla on rauta- ja mangaaniongelmaa toisessa vedenottokaivoista, joka on vain 20 m päässä käytössä olevasta vedenottokaivosta. Lähialueella vesi on todettu monin paikoin rautapitoiseksi, joten uuden vedenottamokaivojen rakentaminen voi osoittautua turhaksi. Vedenottamo sijaitsisi myös samalla pohjavesialueella kuin nykyinen vedenottamo, jolloin vedenhankinnan varmuus ei merkittävästi paranisi. Lisäksi uusia pieniä vedenottamoita ei ole taloudellisesti järkevää ottaa vesilaitoksen hoidettavaksi.



## 6.4 Vaihtoehtojen mitoitus ja mallinnus

### 6.4.1 Uusien runkojohtojen alustava mitoitus

Ennustetilanteessa suunnittelualueen keskimääräinen vedenkäyttö on yhteensä 746 m<sup>3</sup>/d. Uuden rakennettavan vesijohdon mitoituksessa huomioidaan Melalahden ylävesisäiliön tasaava vaikutus ja eri vaihtoehtojen runkolinjan keskimääräinen vedenkulutus uudella linjaosuudella rakennettavan syöttöpisteen-Melalahden välillä, joka on keskimäärin eri vaihtoehtoisissa 500 m<sup>3</sup>/d.

Mitoitusvirtaama uusille rakennettaville vesijohtoyhteyksille on arvioitu seuraavalla kaavalla ja nomogrammien kertoimilla (RIL 2010, 23-25):

$$Q_{mit} = \frac{Q_{kesk} \cdot C_{hmax} \cdot C_{dmax}}{3600 \cdot 24}, \text{ jossa} \quad (1)$$

$Q_{mit}$  = mitoitusvirtaama (l/s)

$Q_{kesk}$  = keskimääräinen vedenkulutus (l/s)

$C_{hmax}$  = huipputuntikerroin

- Vuorokausikäyttökertoimet,  $C_{dmax} = 1,8$
- Tuntikäyttökertoimet,  $C_{hmax} = 2,2$
- Vedenkäyttö asuntoalueilla 24 h/d
- Vedenkäyttötiedot perustuvat alueelta mitattuihin vedenkäyttötietoihin.
- Ennustetilanteessa huomioitu suunnittelualueen 100% liittymisaste ja kaavojen osoittamat rakennuspaikat.

Mitoitusvirtaaman alustava arvio suunnittelualueen mallinnusta varten uusille vesijohtoyhteyksille on

$$Q_{mit} = \frac{Q_{kesk} \cdot C_{hmax} \cdot C_{dmax}}{3600 \cdot 24} = \frac{500 \cdot 000 \cdot 1,8 \cdot 2,2}{3600 \cdot 24} = 22,9 \frac{l}{s}$$

Melalahden ylävesisäiliön tilavuutta (300 m<sup>3</sup>) hyödyntämällä on mahdollista tasata virtaamaa, jolloin painehäviöt runkovesijohdossa on suunnittelunormien mukaiset.

Tarkastelun perusteella mitoitetaan uusi siirtolinja alustavasti 160 PEH –putkeksi.

### 6.4.2 Mallinnuksen tavoitteet

Suunnittelualueen vaihtoehtojen mitoitustarkastelut tehtiin mallintamalla. Vesijohtoverkostomallinnuksen tavoitteena on selvittää alueella käytettävissä olevien eri vesilähteiden ja vedenjakeluverkostojen kapasiteetti eri vaihtoehtotilanteessa, jossa

- 1) alueen kaikki kiinteistöt ovat liitettyjä vesijohtoverkoston (liittymisaste 100%+kaavoitusvaraukset) sekä
- 2) nykytilaa vastaavassa tilanteessa.

Mallinnusohjelmana käytettiin Kuopion Vesi Liikelaitoksella käytössä olevaa FCGnet-ohjelmistoa, joka perustuu avoimen lähdekoodin Epanet-sovellukseen.

Mallinnukseen valitut mallinnusskenaariot ovat:

VE1\_1\_alkper90: Vedenjohtaminen Könönkankaalta, ennusteen mukainen vedenkulutus

VE1\_1: Vedenjohtaminen Könönkankaalta, ennusteen mukainen vedenkulutus, jossa 90- vesijohto on korvattu 160 vesijohdolla

VE1\_2: Vedenjohtaminen Könönkankaalta, nykyinen vedenkulutus

VE2\_1: Vedenjohtaminen Jänneniemestä Vaittilansaaren kautta, ennusteen mukainen vedenkulutus

VE2\_2: Vedenjohtaminen Jänneniemestä Vaittilansaaren kautta, nykyinen vedenkulutus

VE3\_1: Vedenjohtaminen Jänneniemestä Joensuuntien vartta, ennusteen mukainen vedenkulutus

VE3\_2: Vedenjohtaminen Jänneniemestä Joensuuntien vartta, nykyinen vedenkulutus

VE4\_1: Vedenjohtaminen Jänneniemestä Joensuuntien vartta (oma linja), ennusteen mukainen vedenkulutus

VE4\_2: Vedenjohtaminen Jänneniemestä Joensuuntien vartta (oma linja), nykyinen vedenkulutus

#### 6.4.3 Mallinnustyön kulku ja syötteen

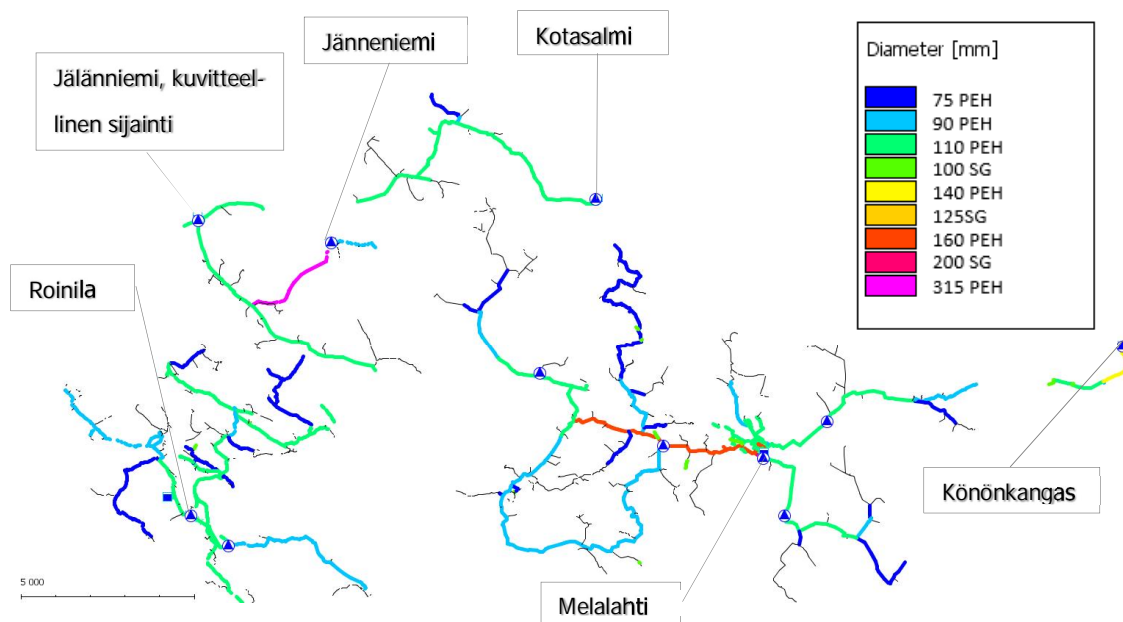
Mallinnustyö aloitettiin rakentamalla nykytilamalli, joka on perustana tuleville vaihtoehdoille. Nykytilamallilla voidaan todentaa ja kalibroida mittausdataan perustuen mallin oikeellisuus. Lisäksi voidaan vertailla, kuinka verkoston hydrauliset ominaisuudet kuten esim. paine- tai virtausnopeus muuttuvat nykytilanteesta siirryttäessä eri vaihtoehtoihin.

Mallin painehäviölaskentamenetelmäksi määritettiin Hazen-Williams-yhtälö, joka on yleisesti käytössä turbulentsissa virtauslaskennoissa. Laskennan kestoksi hydraulisille simuloinneille valittiin seitsemän päivää, jolloin mallin toiminta stabiloituu ja on nähtävissä mm. vesisäiliöiden riittävä täyttyminen. Laskennan aika-askeleena käytettiin 15 minuuttia. Melalahden ylävesisäiliön pinta-asetettiin puoleen väliin simuloinnin aloitustilanteessa. Veden viipymän laskennassa käytettiin 2kk simulointijaksoa ja laskennan aika-askeleena 1 h.

Nykytilan verkostomalli tuotiin (import) TRIMBLE-verkkotietojärjestelmästä mallinnusohjelmaan niin sanotuksi Base-skenaarioksi. Verkkotietojärjestelmästä siirtyvät suoraan oikeat putkipituudet ja putkiominaisuudet mallinnusohjelmaan (materiaalit ja kitkakertoimet). Verkkostomalli asetettiin Kuopion koordinaatistoon (ETRS-GK27) ja solmupisteisiin kohdistettiin mallinnusohjelman GIS-työkalulla Kuopion maastomallista maanpinnankorot.

Mallia yksinkertaistettiin karsimalla solmupisteitä (alle 10m putket yhdistettiin yhdeksi putkeksi ja verkoston latvoilta karsittiin talojohtoja) ja muuttamalla kauempana sijaitsevien vesilähteiden sijainti lähemmäksi pumppaamoja tai kulutuspaikkaa. Näillä toimilla ei ole merkitystä mallinnustarkkuuteen, mutta malli saadaan paremmin toimivaksi. Verkkostomalliin lisättiin vedenottamot/vesilähteet (reservoirs), vesisäiliöt (tanks) ja paineenkorotusasemat (pumps/pump batteries) ominaisuustietoineen.

Suunnittelualueella olevat nykyiset vedenottamot, säiliöt ja verkoston jakelujohtojen verkostomalli on esitetty alla olevassa mallinnusohjelman kuvakaappauksessa (Kuva 21) ja kooste mallin jakojohdotiedoista on Taulukko 6. Edeltävissä kappaleissa on todettu vesilähteiden riittävyys, joiden osalta malliin ei syötetty niistä muuta tietoa kuin vedenpinnan tasot. Nykytilamalliin syötetyt tiedot tasavista säiliöistä ja käytetyistä pumpuista on taulukoitu liitteeseen 4. Solmujen ja putkien yksityiskohdaisia tietoja ei ole liitetty raporttiin (yli 600 A4-sivua putki- ja solmutietoja). Mallissa käytetyt ohjaustaulukot ja python-koodit on esitetty liitteessä 5. Kaikki pohjakarttaan sidotut mallinnuksen perusteella tuotetut simulaatioiden mallinnuskuvat sekä profiilit on esitetty liitteessä 6.



Kuva 21. Suunnittelualueen vedenjakelujärjestelmä ja putkikoot mallinnusohjelmassa. Kuvassa mustat ohuet viivat ovat alle 75mm vesijohtoja. Jänneniemen länsipuolella oleva pumppaamo on kuvitteellinen Jälänniemen vedenottamon pumppaamo



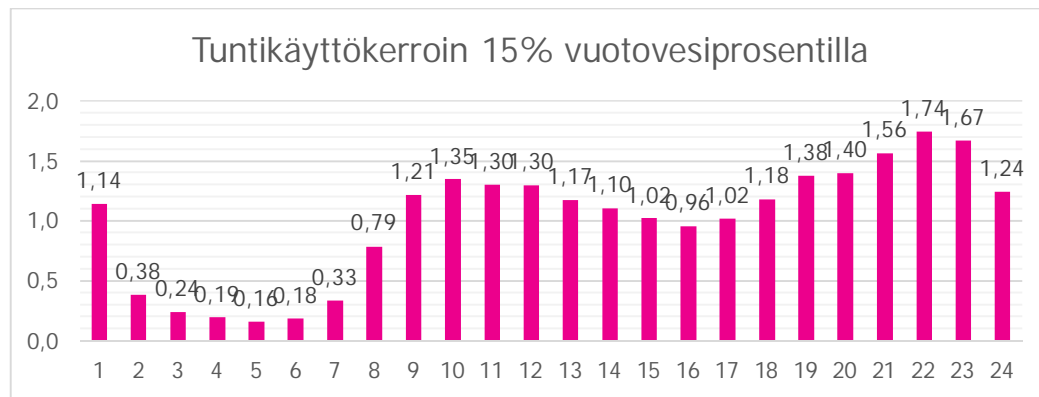
Taulukko 6. Suunnittelualan jakelujohtojen ominaisuuksien yhteenvetotaulukko

Halkaisija (mm)	Putkimateriaali	Pituus (m)	Hazen-Williams kitkakerroin
75	Polyeteeni	30909	140
90	Polyeteeni	35072	140
110	Polyeteeni	64780	140
100	Valurauta	1635	130
125	Valurauta	2	130
140	Polyeteeni	1488	140
160	Polyeteeni /PVC	7803	140
200	Valurauta	283	100
315	Polyeteeni	3275	140
Yht.		145247	

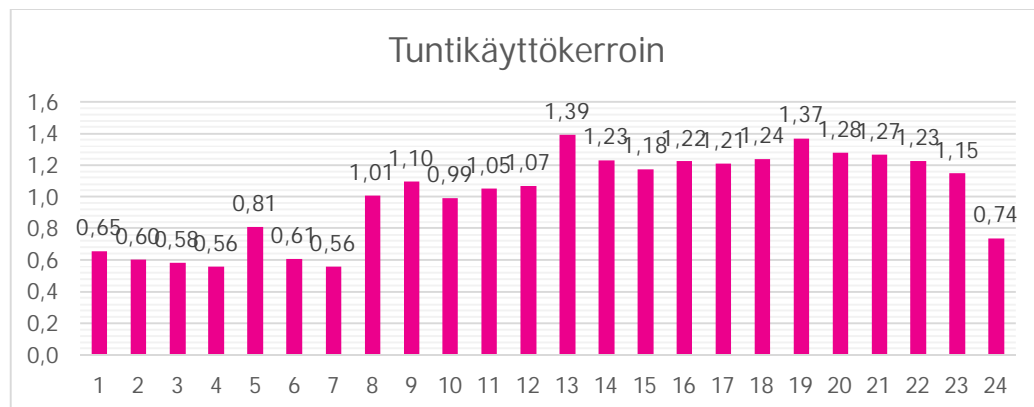
Verkostomalliin lisättiin jakaluverkostotietojen jälkeen kulutuspiisteet excel-tiedostoina ja kohdistettiin ne kulutuspiistettä lähinnä olevaan solmuun (geocoded demand).

Todellista kulutustietoa oli käytettävissä Kuopion Veden toiminta-alueelta Melalahden taajaman alueelta (alue 12), mutta muilla alueilla kiinteistöjen kulutus on laskennallinen ominaiskulutus vuorokaudessa (yksikkö l/s), joka perustui vesiosuuskuntien vuosilaskutustietoihin ja kiinteistömäärään alueella. Veden ominaiskulutuksessa on huomioitu suuret veden käyttäjät, joiden osalta kulutustiedot arvioitiin yksikkökulutuksen mukaan. Näitä kohteita maaseutualueilla olivat mm. lypsytilat ja koulut. Kulutuspiisteet tuotiin jokaisen vaihtoehdon ennuste- ja nykytilanteeseen (tilanteet 1 ja 2). Skenaarioiden kiinteistöjen sijaintitiedot (=kulutuspiisteet) on haettu Facta- ja Taavi-sovelluksista heinäkuussa 2018. Ennustilanteessa (tilanne 1) on huomioitu kaavoitusvaraukset rakennettujen kiinteistöjen ominaiskulutuksissa.

Kulutuspiisteille määritettiin excel-tiedostojen tuonnin yhteydessä tuntikäyttökerroinmalli (pattern) alueen veden käyttöhistorian mukaan. Melalahden alueella käytettiin kahden vuoden aikasarjan tuntimediaaniarvoja, joista poistettiin vedenottamon kalkkikivisuodattimen pesuun käytettävä vesimäärä. Melalahden tuntikäyttökertoimiin on lisätty arvioitu vuotovesiprosentti (15%). Melalahden tuntikäyttökertoimia on käytetty muihin kulutuspiisteisiin paitsi Könönkankaalta pumpatun veden kulutuspiisteisiin. Könönkankaan vedenottamon osalta oli käytettävissä tuntikäyttödataa heinäkuulta 2018. Käytetyt tuntikäyttökertoimet on esitetty alla olevissa kuvioissa (Kuvio 6 ja Kuvio 7).



Kuvio 6. Melalahden alueen tuntikäyttökerroinkuvaaja 1/2016...10/2018 (Fluidit 2018.)



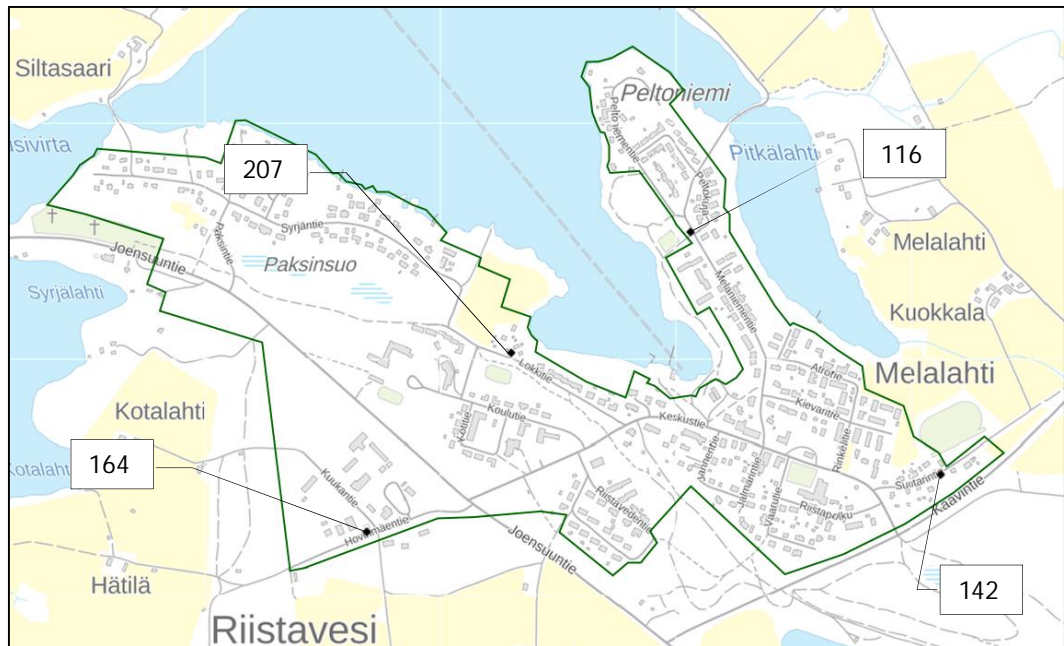
Kuvio 7. Könönkankaan vedenottamon Tuusjärven linjan tuntikäyttökerroinkuvaaja 7/2018

Melalahden taajamassa ja Roinilassa on käytössä huippukulutusta tasaavat ylävesisäiliöt. Pumpujen ja säätölaiteiden toimintaan vesisäiliön pinnan mukaan tarvitaan mallinnusohjelmaan python-koodi ja ohjaustaulukko. Melalahden alueelle käytettiin Fluidit Oy:n laatimaa python-koodia ja ohjaustaulukkoa. Nykytilan ohjaustaulukot on esitetty suunnitelman liitteenä. Vaihtoehtotilanteisiin python-koodia muokattiin lisäämällä station-moduulin paineensäätöventtiilin määrittäimet, jotka kohdistettiin mallissa nimettyihin solmuihin (Lahemäki, Laajalahti) .

Kun nykytila-skenaario todettiin simuloinnilla toimivaksi, siitä kopioitiin vaihtoehtotilanteet ns. lapsi-skenaariona, jolloin nykytilamalliin tehdyt muutokset periytyvät vaihtoehtomalleihin.

#### 6.4.4 Mallin kalibrointi

Mallin kalibrointi varten tarkasteltiin alueella mitattuja virtaama- ja painetietoja. Melalahden taajamassa on neljä paineenmittauspistettä. Verkostopaine mitataan niistä muutaman vuoden välein. Viimeisin paineenmittaus on vuodelta 2011. Kohteessa tallentava dataloggeri kerää painemittaustuloksia viikon ajan. Mittaustuloksista määritetään alueen minimipainetaso. Alla olevassa kuvassa (Kuva 22) on esitetty painemittauspaikkojen sijainti ja alla olevassa taulukossa (Taulukko 7) vuonna 2011 tehdyt mittaukset ja nykytilamallista ulos kirjoitetut minimipainetiedot. Mittaustulosten perusteella nykytilamalli todettiin riittävän tarkaksi.



Kuva 22. Melalahden painemittauspisteet

Taulukko 7. Melalahden painemittauspisteiden minimipainetasot ja verkostomallin nykytilan minimipainetasot

Mittauspiste	Mitattu minimipainetaso 2011 (m)	Verkostomallin minimipainetaso
164	23	26
207	24	32
116	33	37
142	27	30

#### 6.4.5 Mallinnustulokset

Eri skenaarioissa tarkasteltiin Melalahden ylävesisäiliön täyttyminen, minimi- ja maksimipainetasot, maksimivirtausnopeus ja painehäviöt verkostossa nyky- ja ennustevedenkulutustilanteessa sekä viivymä nykytilan vedenkulutuksen aikana.

Hyväksyttävät tulokset rakennettujen vesihuoltoverkostojen osalta on eri parametrien osalta ovat seuraavat:

- Maksimivirtausnopeus alle 1,2...1,5 m/s
- Minimipainetaso kiinteistöillä 20mvp
- Maksimipainetaso linjassa 100mvp (yli 70mvp kiinteistöille vaaditaan paineenalennus)

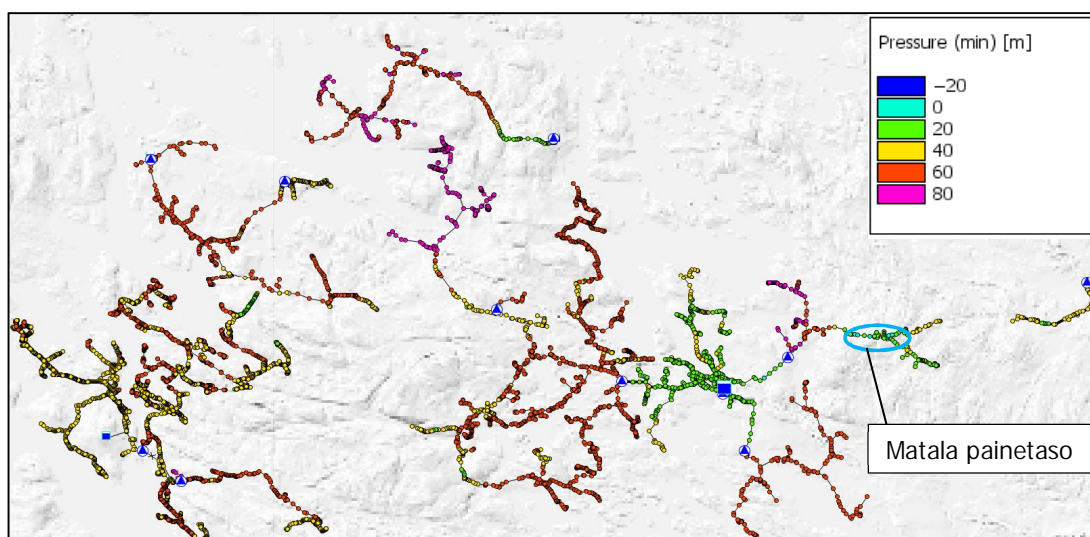
Putkihäviöiden suuruus pyritään pitämään uusissa suunniteltavissa putkijohdossa n. 3-8 ‰. Nopeuden kasvaessa yli 1,0 m/s putkihäviöt kasvavat ja siten myös vedenpumpaus kustannukset kasvavat. (RIL 2004, 300). Kun veden nopeus putkessa ylittää 1,2 m/s kasvaa paineiskujen suuruus. Kun

virtausnopeus putkessa kasvaa yli 1,2 m/s ja maaston profiili on vaihteleva, on linjalle tehtävä tarkempi hydraulinen tarkastelu. (RIL 1986, 39)

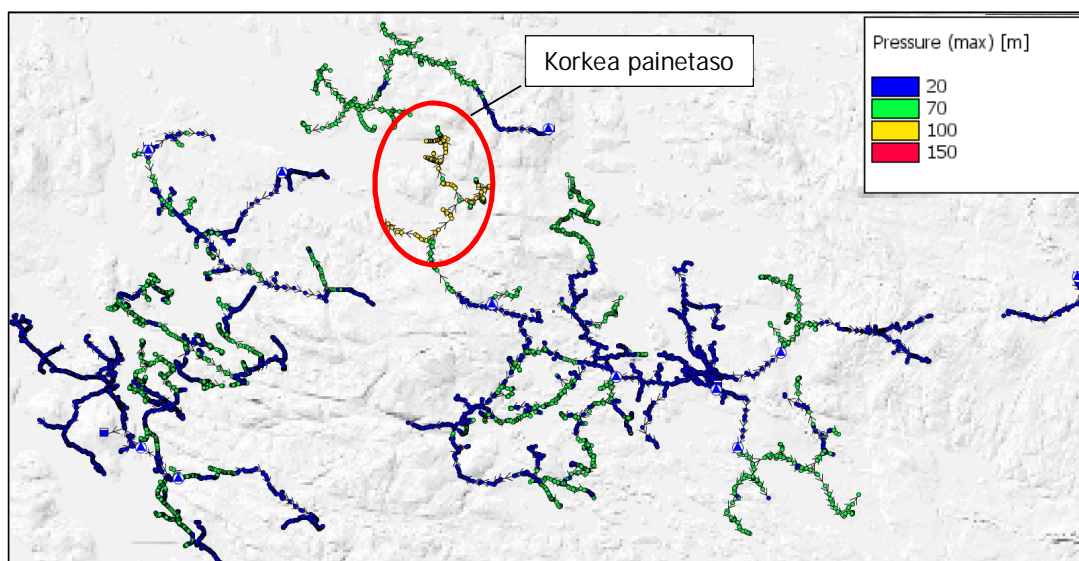
Vaihtoehtojen simulointi vaiheessa malliin lisättiin paineensäätöventtiilejä ja paineenkorotusasemia, ja pumppujen ohjaustaulukkoa säädettiin yllä mainittujen kriteerien täyttämiseksi. Kirjallisuudessa vesijohtoverkoston viipymille ei ole asetettu raja-arvoja. Pintavettä käyttävien laitosten verkostoviipymäksi verkostossa pyritään pitämään alle 4 päivää.

#### 6.4.5.1 Nykytila

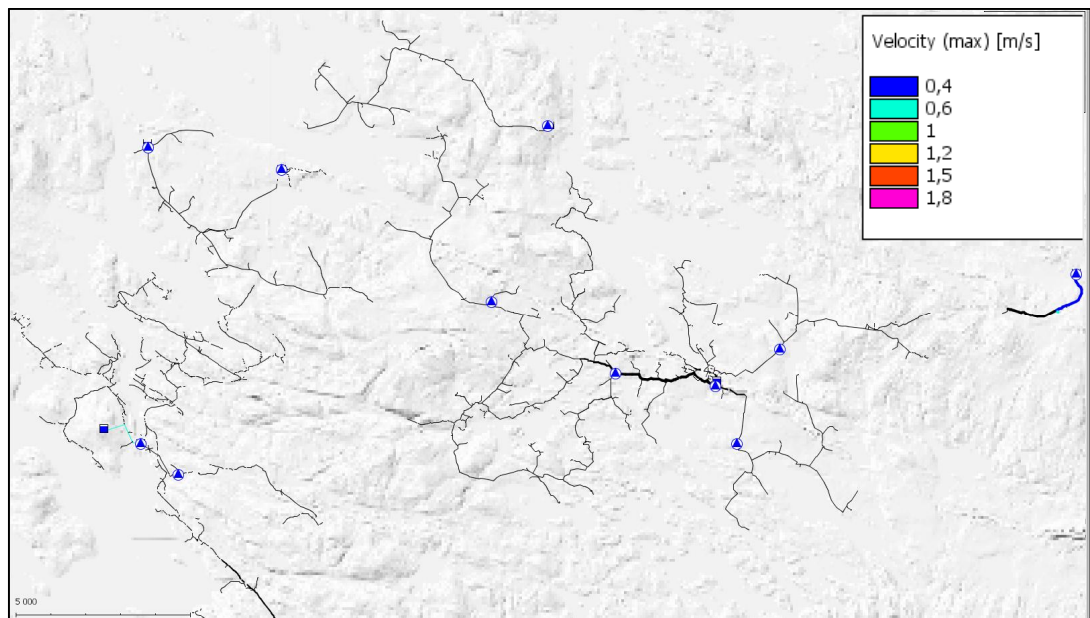
Verkoston painetaso on nykytilassa pääosin hyvä. Ainoastaan Melalahden taajaman itä puolella Lepärannan vohok:n verkostossa on alhaisia minimipainetasoja (15m) ja Ryönän vohok:n vesijohtoverkoston latvoilla on mallinnuksen mukaan suuria maksimipainetasoja (Kuva 23, Kuva 24). Verkostomallista on havaittavissa myös, että suunnittelualueella on alhaiset maksimivirtausnopeudet (Kuva 25).



Kuva 23. Suunnittelualueen nykytilanteen minimipainetasot

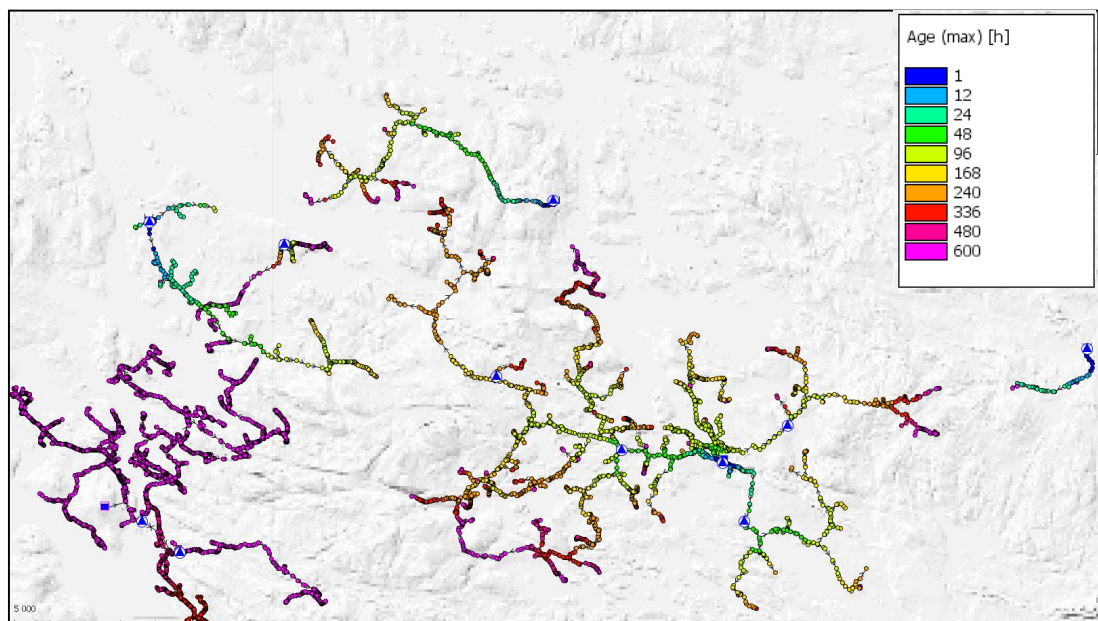


Kuva 24. Suunnittelualueen nykytilanteen maksimipainetasot



Kuva 25. Suunnittelualueen nykytilanteen maksimivirtausnopeudet. Mustat viivat merkitsevät alle 0,4 m/s virtausnopeutta

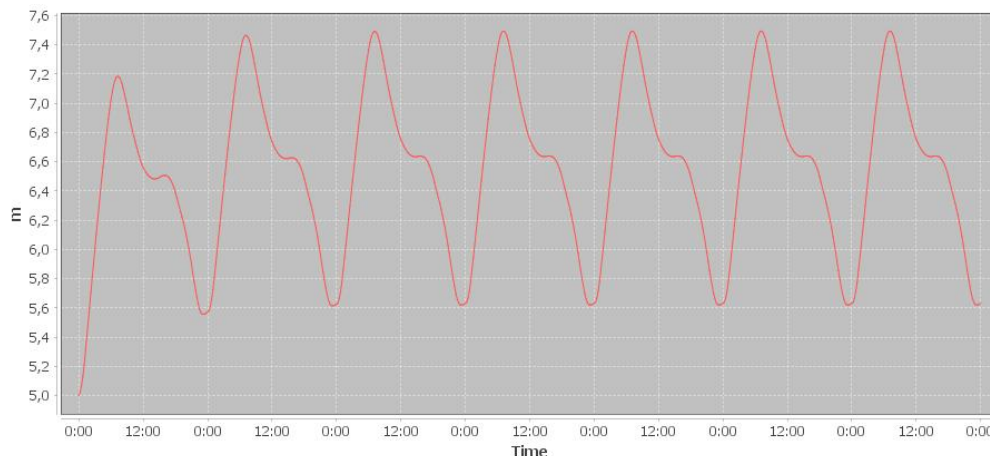
Suunnittelualueella veden viipymä verkostossa vaihtelee nykytilanteessa paljon. Melalahden taajamassa viipymä on alle vuorokauden, mutta verkostonlatvoilla Melalahdesta johdetun veden viipymä voi nousta kuukauteen saakka. Viipymä laskennassa on käytetty 30 vrk:n simulointi jaksoa. Alla olevassa kuvassa (Kuva 26) on esitetty veden viipymä eri puolilla verkostoa. Kuvassa esitetty Jänneimen jakelujohdon viipymä ei ole todellinen, sillä johdossa ei ole kulutusta tällä hetkellä.



Kuva 26. Melalahden nykytilamallin veden viipymä verkostossa



Nykytilamallissa Melalahden ylävesisäiliö täyttyy tasolle 7,5m malliin syötettyjen kulutusten perusteella. Todellisuudessa tornin vesipintaa säädellään manuaalisesti ja pinta nousee tasolle 9,0m ja alimmillaan pinnan taso on 4,0 m. Nykytilamallin vesitornin pinnan vaihtelu on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 27).



Kuva 27. Melalahden ylävesisäiliön pinnan vaihtelu nykytila-skenaariossa

#### 6.4.5.2

#### Vaihtoehtojen VE1-VE4 mallinnustulokset

Mitoitustarkastelussa tarkasteltiin kaikkiaan yhdeksää vaihtoehtoa nykytilamallin lisäksi, joissa vedensyöttöreitti Melalahden taajamaan ja tarkasteltu vesimäärä (=vedenkulutus) vaihtelivat. Mallinnuksen perusteella tuotetut simulaatioiden kuvat sekä linjojen profiilit on esitetty liitteessä 6. Mallinnuksen perustana ovat olleet kohdassa 6.4.5 esitetyt vaatimukset (säiliön täyttyminen, painetasot ja putkien virtausnopeudet). Kaikissa vaihtoehdoissa minimipainetasot olivat riittävät ja maksimipainetasoja ei ylitetty. Vaihtoehtojen mallinnustarkasteluissa kaikkien vaihtoehtojen kapasiteetti oli riittävä nyky- ja ennustevedenkulutustilanteessa lukuun ottamatta vaihtoehtoa VE2. Em. vaihtoehdossa virtausnopeus ja painehäviö putkessa ovat ennustevedenkulutustilanteessa suuret. Vaihtoehdossa VE2 mahdollistaa käytännössä vain nykytilanteen mukaisen vesimäärän johtamisen Melalahden taajamaan.

VE1 Könönkankaalta Melalahteen vettä johdettaessa suhteellinen minimipainetaso alenee Leppärännän vohk:n Hietapohjan alueella tasolta 60 mvp tasolle 40 mvp. Absoluuttinen Maksimipainetaso kasvaa Lähemäen alueella nykytilanteen tasolta +170 m ennustevedenkulutustilanteen tasolle +215m. Leppärännän vohk:n verkostossa suurin muutos virtausnopeudessa on 90mm vesijohdossa, jossa virtausnopeus kasvaa nykytilanteen 0,01 m /s ennustevedenkulutustilanteen 1,2 m/s. Mikäli 90-putki saneerataan 160mm putkeksi ko. putkiosuudella maksimivirtausnopeus olisi 0,44 m/s. Melalahden ylävesisäiliön pinnanvaihtelu ennustevedenkulutustilanteessa on välillä 5,5-9m.

VE2 Jänneniemeltä Vaittilansaaren kautta vettä Melalahteen johdettaessa suurimman osa Ryönän vohk:n vesijohtoverkoston osalta minimi- ja maksimipainetaso alenee järkevämmälle tasolle, nykytilanteen 100mvp ennustevedenkulutustilanteen 30mvp (Ryönän alue). Toisaalta Riistaveden kylän

vesihuolto-osuuskunnan verkostossa maksimipainetaso kasvaa n. 2 bar ja minimipainetaso laskee 2 bar. Ennustevedenkulutustilanteessa rakennettuihin 90mm runkojohtoihin kohdistuu yli 30- 40 % painehäviöt ja vedennopeus putkistossa on 1,5-1,78 m/s. Melalahden ylävesisäiliön pinnanvaihtelu ennustevedenkulutustilanteessa on välillä 5-6,8m.

VE3 Jänneiemeltä Joensuuntien vartha vettä johdettaessa Melalahden minimipainetasot ovat hyvin saman kaltaiset kuin vaihtoehdossa VE2. Poikkeuksena Ryönän alueen painetasojen säilyminen nykytilanteen kaltaisena. Ennustevedenkulutustilanteessa rakennettuihin 110mm runkojohtoihin kohdistuu 1,2m/s virtausnopeus ja n. 15 % painehäviö. Melalahden ylävesisäiliön pinnanvaihtelu ennustevedenkulutustilanteessa on välillä 4,8-6,4m.

VE4 Jänneiemeltä Joensuuntien vartha vettä johdettaessa kokonaan uutta vesijohtolinjaa pitkin ympäröivien osuuskuntien painetasot säilyvät Riistaveden kylän vesihuolto-osuuskunnan minimipainetasoja lukuun ottamatta nykytilanteen tasolla. Virtausnopeudet ovat uudessa 160mm runkojohtossa maltilliset 0,3-0,6 m/s ja painehäviöt 1-4 %o. Melalahden ylävesisäiliö pysyy varsin täytenä, kun vedenpinta vaihtelee ennustevedenkulutustilanteessa välillä 6,5-8,0m.

## 6.5 Kustannusarviot

Varavesiyhteyksien vaihtoehtojen VE1 – VE4 investointikustannusarviot on laadittu Foren hankesosalaskelmalla (HOLA) vesihuoltolinjan ja alustavien maaperäominaisuuksien perusteella paaluväläittein, johon on lisätty verkostolaitteiden (paineenkorotusasemat yms.) kustannukset. Laskentaohjelman aluekerroin on muokattu Kuopion haja-asutusalueen rakentamista vastaavaksi. Aluekertoimena on käytetty 0,7 ja yleiskustannuksiksi on määritetty 15%:ksi kokonaiskustannuksista. Kustannusarvioissa on huomioitu lopputäytöissä käytettävän kaivumassoja, niillä alueilla, joissa se on mahdollista. Kustannusarvioiden erittely on suunnitelman liitteenä 8.

Vaihtoehtojen vuotuiset käyttökustannukset on arvioitu seuraavasti (mukailten RIL 2004 s.598-599, RIL 2010, 59)

- Vesijohdon käyttökustannukset 0,25% investointikustannuksista
- Paineenkorotuspumppaamoiden käyttökustannukset 3% investointikustannuksista. Lisäksi pumppaamoiden kustannuksissa on huomioitu sähköliittymän perusmaksu 500 €/a/liittymä ja pumppauksesta muodostuvat energiakustannukset pumppaamojen keskivirtaaman ja nostokorkeuden sekä hyötysuhteenperusteella kaavalla

$$E = \frac{QH}{367 h} \quad (2)$$

, jossa

Q= keskimääräinen vuosivirtaama(m<sup>3</sup>/a)

H = Pumppaamon nostokorkeus (m)

h = pumpun hyötysuhde

Pumppujen hyötysuhteeksi on arvioitu 0,7. Energian hintana laskelmassa on käytetty 12 snt/kWh.

- Laitekaivojen ja vedenottamon uusien koneistorakenteiden käyttökustannukset 3% investointikustannuksista. Lisäksi on huomioitu sähköliittymien perusmaksut ja arvioidut energia-kustannukset.

Kustannusarviossa on eritelty eri vaihtoehtojen investointikustannusarviot tilanteissa:

- 1) Vedenkulutusennuste
- 2) Nykyinen vedenkulutus (harmaat sarakkeet)

Taulukkoon 8 on koottu vaihtoehtojen investointikustannukset ja vuotuiset käyttökustannukset. Käyttökustannukset ovat tilanteessa, jossa ko. linja olisi jatkuvassa käytössä. Todellisuudessa varavesiyhteys on käytössä vain tarvittaessa. Pieni määrä vettä johdetaan varavesiyhteyden kautta jatkuvasti, jotta varavesiyhteys saadaan nopeasti käyttöön ja veden vaihtuvuus varmistettua.

Taulukko 8. Vaihtoehtojen investointikustannusarviot ja vuotuiset käyttökustannusarviot

	VE1_alkper90	VE1_1	VE1_2	VE2_1*	VE2_2	VE3_1	VE3_2	VE4_1	VE4_2
Uuden vesijohtolinjan pituus (m)	2200	4200	2200	3800	3800	5000	5000	15 400	15 400
<i>Investointikustannukset</i>	504 850	744 050	447 350	695 750	638 250	1 068 350	959 100	2 214 900	2 163 150
Vesijohtolinja	269 000	477 000	269 000	365 000	365 000	679 000	679 000	1 736 000	1 736 000
Paineenkorotus- asema	100 000	100 000	50 000	150 000	100 000	100 000	50 000	50 000	50 000
Paineenalennus- asema	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	30 000	30 000
Paineenkorotus- aseman ohitus	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000
Mittauskaivo	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	45 000	45 000	30 000	30 000
Venttiilikaivo				20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
Muutokset Jän- neniemien vo Yleiskustannuk- set (15%)	65 850	97 050	58 350	90 750	83 250	139 350	125 100	288 900	282 150
<i>Vuotuiset käyt- tökustannukset</i>	24 195	21 380	12 438	36 728	17 883	33 081	17 722	22 313	16 576
Vesijohtolinja	673	1 193	673	913	913	1 698	1 698	4 340	4 340
Paineenkorotus- asemat	16 005	12 670	4 248	26 344	7 499	17 403	4 748	7 501	3 968
Laitekaivot+ koneisto	7 518	7 518	7 518	9 472	9 472	13 981	11 276	10 472	8 268

\* Vaihtoehtoa ei voida suositella mallinnustulosten perusteella

Käyttökustannuksissa ei ole huomioitu ostoveden hintaa.



## 6.6 Vaihtoehtojen vertailu

### 6.6.1 Vaihtoehtojen toimenpiteet

Varavesiyhteyden rakentaminen vaatii kaikissa vaihtoehdoissa useita rakentamistoimenpiteitä. Näiden lisäksi linjoille on haettava sijoitusluvat, jotka on käsitelty tarkemmin kohdassa 7.3. Yleissuunnitelmatasoiset rakentamistoimenpiteet on esitetty liitteessä 7.

### 6.6.2 Verkostojen kapasiteetti

Kaikissa mallinnetuissa vaihtoehdoissa nykyisen kulutuksen mukainen vesimäärä voidaan johtaa Melalahden edellisissä kohdissa esitetyin toimenpitein. Vedenkulutusennusteen mukaisen vesimäärän johtaminen ei ole järkevää vaihtoehdossa VE2, sillä 90mm putkissa virtausnopeus ja painehäviöt kasvavat suuriksi. Vaihtoehdossa VE1\_1\_alkper90 on tehtävä tarkempi hydraulinen tarkastelu, mikäli se valitaan toteutusvaihtoehdoksi.

Vaihtoehdoista VE1 veden johtamissuunta jo rakennettuja pieniä putkia käytettäessä on paras, sillä Melalahden vesisäiliö tasaa parhaiten virtaama huippuja, kun säiliö on suurimman kulutuksen ja pienten putkien välissä. Lisäksi johdettava vesimäärä on pienempi vaihtoehdossa 1 kuin muissa vaihtoehdoissa. Vaihtoehdoissa 2-4 suurin osa kulutuksesta on pienten putkien ja säiliön välillä, jolloin säiliön tasaava vaikutus on vähäisempi kuin vaihtoehdossa 1.

Vaihtoehto VE4 mahdollistaa suurimpien vesimäärien johtamisen Melalahden ja tarvittaessa Melalahti voidaan siirtää varavedenottamoksi. Lisäksi VE1, VE3 ja VE4 mahdollistavat veden johtamisen Melalahden taajaman ohi tulevaisuudessa Kaavin ja Tuusniemen suuntaan. Ko. syöttösuunnan tarve tai mahdollisuudet eivät ole kuuluneet tähän suunnittelutyöhön.

### 6.6.3 Omistussuhteet ja tarvittavat luvat

Suunnitellut uudet vesijohtolinjat sijoittuvat pääasiassa yksityisten maanomistajien maille ja ELY-keskuksen hallinnoimille tiealueille. Muutama lyhyt linjaosuus sijoittuu Kuopion kaupungin maille. Uuden vesijohdon sijoittamiseksi tarvitaan em. alueen omistajilta lupa. Vaihtoehtolinjoilla on myös vesistön alituksia, joista yhdessä vaihtoehdossa alitetaan laivaväylä, jolloin vesistön alitukseen tarvitaan vesilupa aluehallintovirastolta.

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 9) on esitetty vaihtoehtojen uuden linjan ja laitteiden kiinteistöjen määrät ja omistajalajit. Alueella on myös ELY:n tiealueelle sijoitettavia johtoja. VE1: n osalta Tuusniemen alueella sijaitsevien kiinteistöjen omistajalaji on arvioitu.

Taulukko 9. Vaihtoehtolinjojen uuden linjan sijoitukseen tarvittavien sijoituslupien määrä

Vaihtoehto		Pituus (km)	Yks.kiint.om/ osa- kaskunta/kunta
VE 1	Uusi vesijohtoyhteys Kõnõnkankaalta	2,2	11/2/1
VE 2	Uusi vesijohtoyhteys Vaittilansaaren kautta	3,8	17/3
VE 3	Uusi vesijohtoyhteys Joensuuntien vartta	5,0	10 / -
VE 4	Uusi vesijohtoyhteys Joensuuntien vartta (kokoonaan oma linja)	15,4	28/ -

Kuopion kaupungin omistamille alueille sijoitettavat linjat ja laitteet on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 10).

Taulukko 10. Kuopion kaupungin omistamille alueille sijoitettavat johtolinjat ja laitteet

Vaihtoehto	Linja/Laite	Kiinteistötunnus
VE1	Paineenalennusasema	297-448-005-0027
VE2	Venttiilikaivo	297-449-0023-0140
VE3	Venttiilikaivo	297-449-0023-0140
	Vesijohto, 60m	297-449-0023-0140
VE4	Venttiilikaivo	297-449-0023-0140
	Vesijohto, 60m	297-449-0023-0140
	Paineenalennusasema	297-040-99903-0000

#### 6.6.4 Kustannukset

Vaihtoehtoista edullisin on VE1 ja kallein VE 4. VE4 voidaan toteuttaa vaiheittain siten, että ensin toteutetaan VE3 mukaiset linjaosuudet, jolloin voidaan saada varavesiyhteys Melalahteen nopeammin. Kustannusarvio on esitetty rakentamistoimenpiteiden yhteydessä liitteessä 7 ja Fore-laskelmuksessa liitteessä 8.

### 6.6.5 Vaikutukset vesilaitoksien rakennettuihin vesijohtoverkostoihin

Kaikissa tarkastelluissa vaihtoehtoissa on Kuopion Veden uuden vesijohtolinjan rakentamista ja muutoksia osuuskuntien vesijohtoverkostonjärjestelyihin. Samalla kaikki vesilaitokset, joiden verkostossa tehdään tämän hankkeen myötä muutoksia saavat varavesiyhteyksimahdollisuuden.

Tässä suunnitelmassa esitetyt uudet linjaukset on lähtökohtaisesti tarkoitettu Melalahden alueelle varavesiyhteydeksi, mutta painetasojen ja veden vaihtuvuuden vuoksi myös normaalitilanteen vedensyöttösuunta voi olla järkevää muuttaa joillakin alueilla.

Vaihtoehtoissa 1-3 vettä johdetaan vesiosuuskuntien verkostojen kautta Melalahteen. Yleissuunnitelman lähtökohtana on ollut pitää veden virtausnopeus maltillisena (max. 1,2 m/s), jolloin vesijohtojen kuluminen on vähäisempää ja vahingollisilta paineiskuilta vältytään.

Yleissuunnitelmassa on esitetty, että jollakin alueilla yhdysvesijohdon rakentamisen myötä veden syöttöpiste normaalitilanteessakin muutetaan veden vaihtuvuuden varmistamiseksi. Näitä alueita ovat:

- VE1 välillä Pohjois-Tuusniemen liitoskohta-Lähemäen paineenalennusasema
- VE2 välillä Vaittilansaari-Ryönän vhok:n paineenkorotusasema
- VE3 Puitinsaaren liitoskohta –Jännevirran vok - Ryönän vhok:n alue
- VE4 Puitinsaaren liitoskohta - Ryönän vhok:n alue

Vaihtoehtoissa 1-3 Melalahden varavedenjakeutilanne muuttaa virtaussuunnan vesiosuuskuntien vesijohtoverkostoissa, joiden kautta vettä johdetaan Melalahden taajamaan ja lisäksi vaihtoehdossa VE4 virtaussuuntamuuttuu Riistaveden kylän vesiosuuskunnan verkostossa uuden syöttöpisteen ja osuuskunnan rakennetun paineenkorotusaseman välillä. Nämä muutokset voivat aiheuttaa sakan irtoamista putkipinnoilta ja sitä kautta vedenlaatuhäiriöitä. Vedenlaatuhäiriöitä voidaan vähentää johtamalla vettä Melalahden taajamaan varavesiyhteyden kautta säännöllisesti. Kaikissa vaihtoehtoissa vesiosuuskuntien paineenkorotusasemia ohitetaan.

Alle on koottu eri vaihtoehtojen vaikutukset ennustevedenkulutustilanteessa suunnittelualueen vesihuoltolaitosten rakennettuihin verkostoihin, joiden kautta johdetaan vettä Melalahden taajamaan.

#### VE1

##### Koillis-Savon Vesi Oy

- Pumpattava vesimäärä kasvaa Könönkankaan vedenottamalla. Vedenottamon pumppujen kapasiteetti on riittävä nykyisen vedenkulutuksen osalta. Ennustevedenkulutustilanteessa pumppujen ja UV-laitteistojen kapasiteetti on arvioitu riittäväksi (maksimivirtaama Tuusjärven suuntaan 12,4 l/s, nostokorkeus 59m).
- Runkovesijohdon maksimivirtausnopeus kasvaa 140 PEH verkostossa 0,4 m/s à 1 m/s.

#### Pohjois-Tuusniemen vesiosuuskunta

- Runkovesijohdon maksimivirtausnopeus kasvaa 0,3m/s à 1 m/s.
- Verkoston minimipainetaso alenee n. 1,5bar à mahdollinen paineenkorotusaseman rakentaminen.

#### Leppärannan vesihuolto-osuuskunta

- Verkostoon rakennetaan paineenkorotus- ja paineenalennusasema sekä Jokirannan paineenkorotusasemaan ohitus. Ko. pumppaamo ei ole käytössä varavesiyhteyden käytön aikana.
- Vedenvirtaus suunta muuttuu Kaavintien suuntaisessa runkolinjassa varavesiyhteyden käytön aikana välillä Hieru-Melalahden taajama ja pysyvästi välillä Hieru-Lähemäki.
- Maksimipainetaso on sama ennustevedenkulutustilanteessa kuin nykytilanteessa (70 mvp).

#### VE2

##### Kuopion Vesi

- Pumpattava vesimäärä kasvaa Jänneniemen vedenottamolla. Vedenottamon pumppujen ja UV-laitteistojen kapasiteetti on riittävä nykyisen ja ennusteveden vedenkulutuksen osalta. Painetasoa korotetaan tasosta 55 mvp (+149m) tasoon 70 mvp (+164m).
- Runkovesijohdon maksimivirtausnopeus kasvaa huomattavan suureksi. 90-PEH verkostossa jopa 1,8 m/s.
- Rakennettuun vesijohtoon on rakennettava paineenkorotusasema.

#### Ryönän vesihuolto-osuuskunta

- Veden virtaussuunta muuttuu runkovesijohdossa pysyvästi välillä Ryönänsalmi-Hussonmäki.
- Jänneniemen talousvesi kovempaa, kuin Melalahden vedenottamon talousvesi (0,68 à 1,3 mmol/l ).
- Verkostoon rakennetaan kaksi paineenkorotusasemaa ja mittauskaivo.
- Hussonmäen paineenkorotusasema on käytössä vain yhdelle kiinteistölle.
- Runkovesijohdon maksimivirtausnopeus kasvaa 0,06 m/s à 1,5 m/s (90 PEH).
- Verkoston painetaso alenee, mutta minimipainetaso on riittävä.

#### Riistaveden kylän vesihuolto-osuuskunta

- Verkostoon rakennetaan paineenalennusasema ja mittauskaivo, sekä paineenkorotusaseman ohitus. Keihäsniemen pumppaamo ei ole käytössä varavesiyhteyden käytön aikana.
- Vedenvirtaus suunta muuttuu runkolinjassa varavesiyhteyden käytön aikana välillä Hussonmäki-Melalahden taajama.

#### VE3

##### Kuopion Vesi

- Pumpattava vesimäärä kasvaa Jänneniemen vedenottamolla. Vedenottamon pumppujen ja UV-laitteistojen kapasiteetti on riittävä nykyisen vedenkulutuksen osalta. Painetasoa korotetaan tasosta 55 mvp (+149m) tasoon 70 mvp (+164m). Ennustetilanteessa pumput ja UV-laitteisto on uusittava.

- Vedenkulutusennusteessa runkovesijohdon maksimivirtausnopeus 315-PEH johdossa on pieni 0,4 m/s.
- Vedenkulutuksen ennustetilanteessa uudelle linjaosuudelle rakennetaan paineenkorotus-asema.

#### Jännevirran vesiosuuskunta

- Veden syöttö vesilaitoksen itäosiin muuttuu pysyvästi Jännenimen vedenottamolta tulevaksi. Veden kovuus muuttuu pehmeästä keskikovaksi (0,68 à 1,3 mmol/l).
- Verkostoon rakennetaan veden mittauskaivo ja ennustevedenkulutustilanteessa yksi paineenkorotusasema.
- Runkovesijohdon maksimivirtausnopeus kasvaa 0,03m/s à 1,2 m/s (110 PEH).

#### Ryönän vesihuolto-osuuskunta

- Vedenotto muuttuu pysyvästi Jänneniemeltä tulevaksi. Talousvesi kovempaa, kuin Melalahdesta johdettuna (0,68 à 1,3 mmol/l).
- Verkostoon rakennetaan venttiilikaivo.
- Painetasossa ei muutosta nykytilanteeseen.

#### Riistaveden kylän vesihuolto-osuuskunta

- Verkostoon rakennetaan paineenalennusasema ja mittauskaivo, sekä paineenkorotusaseman ohitus. Keihäsniemen pumppaamo ei ole käytössä varavesiyhteyden käytön aikana.
- Vedenvirtaus suunta muuttuu runkolinjassa varavesiyhteyden käytön aikana välillä Hussonmäki-Melalahden taajama.

#### VE4

##### Kuopion Vesi

- Pumpattava vesimäärä kasvaa Jänneniemen vedenottamalla. Vedenottamon pumppujen ja UV-laitteistojen kapasiteetti on riittävä nykyisen vedenkulutuksen osalta. Painetasoa korotetaan 55 mvp (+149m) tasoon 70 mvp (+164m). Ennustetilanteessa pumput ja UV-laitteisto on uusittava.
- Vedenkulutusennusteessa runkovesijohdon maksimivirtausnopeus 315-PEH johdossa on pieni 0,4 m/s.
- Vedenkulutuksen ennustetilanteessa uudelle linjaosuudelle rakennetaan paineenkorotus-asema.
- Varavesiyhteyden vedenvaihtuvuuden varmistamiseksi Jänneniemeltä Melalahden vesitorniin pumpataan vettä 30 m<sup>3</sup>/d. Jänneniemestä pumpatun vedenkovuus pienenee, kun se sekoituu Melalahden vedenottamon veteen.

#### Ryönän vesihuolto-osuuskunta

- Vedenotto muuttuu pysyvästi Jänneniemeltä tulevaksi. Talousvesi kovempaa, kuin Melalahdesta johdettuna (0,68 à 1,3 mmol/l)
- Verkostoon rakennetaan venttiilikaivo.
- Painetasossa ei muutosta nykytilanteeseen.

#### Riistaveden kylän vesihuolto-osuuskunta

- Verkostoon rakennetaan paineenkorotusaseman ohitus. Keihäsniemen pumppaamo ei ole käytössä varavesiyhteyden käytön aikana.
- Riistaveden kylän vhok:n verkostoon tulee kaksi veden syöttöpistettä: Toinen Hussonmäelle ja toinen Melalahden taajamaan. Varaveden johtamistilanteessa käytetään Hussonmäen syöttöpistettä, jolloin virtaussuunta osuuskunnan runkolinjassa muuttuu välillä Hussonmäki-Melalahden taajama. Jänneniemestä johdettu talousvesi on kovempaa kuin Melalahden oltamolta johdettu vesi (0,68 à 1,3 mmol/l).

#### 6.6.6 Painetasot ja vedenlaatu

Suunnittelualan maastonkorkeudet vaihtelevat n. +80...+160m välillä. Tämä vaikuttaa suunnittelualan painetasojen suunnitteluun, varsinkin kun vettä pitää pystyä johtamaan linjassa molempiin suuntiin. Mallinnuksen perusteella nykytilan mukaiset minimipainetasot vesijohtoverkostossa on alhaiset Leppärannan vhok:n verkostossa Lähemäellä ja korkeat maksimipainetasot Ryönän vesihuolto-osuuskunnan verkostossa, muutoin painetasot ovat tavanomaiset vesijohtoverkostopaineet (2-7 bar).

Tässä suunnitelmassa esitetyissä vaihtoehtoissa lepopainetasoja nostetaan ja vaihtoehdosta riippuen linjalla tehdään yksi tai useampia paineenkorotuksia ja kaikissa vaihtoehtoissa yksi paineenalennus.

Vaihtoehdossa VE1 Könönkankaalla nostetaan painetta 0,9 bar, jolloin lepopaine alueella kasvaa +172 à +181m. Lepopaineen kasvattaminen on tarkastelujen mukaan mahdollista Könönkankaan vedenottamalla, mutta Pohjois-Tuusniemen verkostojen tietojen vähyyden vuoksi on vielä varmistuttava vielä että paineennosto ei aiheuta ongelmia Pohjois-Tuusniemen verkostossa. Ennustevesimäärän mitoitustilanteessa paineenalenneminen Pohjois-Tuusniemen verkostossa voi aiheuttaa paineenkorotustarpeen ennen Kuopion Veden uutta rakennettavaa linjaa. Mahdollisen paineenkorotusaseman rakennuskustannukset on huomioitu suunnitelmassa. Mikäli myöhemmin halutaan johtaa vettä Melalahden taajamasta Könönkankaan suuntaan on nykyisten verkostojen kapasiteetilla rakennettava kaksi paineenkorotusasemaa VE1\_alkper90 vaihtoehdon lisäksi. Tämä tulee tarkastella myöhemmin.

Vaihtoehdossa 2 Jänneniemen vedenottamalla nostetaan painetta 0,5 bar. Pieni lepopaineen nosto ei aiheuta muutoksia vedenottamalla. Linjalla on pieniä putkiosuuksia ennen korkeaa Hussonmäkeä, jota ennen joudutaan painetta korottamaan kolmella uudella paineenkorotusasemalla. Riistaveden kylän vhok:n verkoston lepopaine kasvaa +159 à +181m. Lisäksi Ryönän alueella lepopaine pienenee, mutta paineet ovat riittävät.

Vaihtoehdossa 3 painetasoa nostetaan myöskin Jänneniemen vedenottamalla 0,5 bar. Lepopainetaso nousee Riistaveden kylän vhok:n verkostossa mutta ei niin paljon kuin vaihtoehdossa VE2.

Vaihtoehdossa 4 Jänneniemen vedenottamalla lepopainetta nostetaan enemmän kuin vaihtoehdoissa VE2 ja VE3. Painetaso muuttuu myös Jänneniemen ja Karttulan vesiosuuskuntien verkostoissa. Riistaveden kylän lepopaine kasvaa nykytilan +159 à +173m.

Suunnittelualueella toiminnassa olevien vesilaitosten jakaman talousveden laatua tarkkaillaan ja veden laatu on talousvesiasetuksen vaatimuksen mukaista. Suunnittelualan vedenottamoiden veden laadussa on joitakin veden laatueroja, jotka ilmenevät kuluttajille vesilähteen muuttuessa. Suunnittelualan vedenottamoiden vedenlaatutulokset on esitetty liitteessä 3. Liitteessä ei ole Roinilan, Kotasalmen ja Tuusjärven vedenottamoiden vedenlaatutietoja. Em. vedenottamoilta ei tulla johtamaan vettä Melalahden taajamaan.

Vaihtoehdossa VE1 Melalahden taajamaan johdettaisiin talousvettä Könönkankaan vedenottamolta. Könönkankaan vesi on ominaisuuksiltaan Melalahden vedenottamon veden kaltaista olettaen, että kalkkikivialkalointi ei nosta veden kovuutta merkittävästi Könönkankaalla (lähtötiedoissa on vain raakaveden kovuus, ei lähtevän veden kovuutta). Vaihtoehdossa 2 Jänneniemeltä johdettaisiin vesi Melalahden taajamaan. Jänneniemen vedenottamolta johdetun veden kovuus on suurempi kuin muiden suunnittelualan vedenottamoiden. Tämä voi aiheuttaa alueilla, jonne vedensyöttö muuttuu Jänneniemeltä tulevaksi mm. kalkkitahroja vesikalusteisiin. Myös vaihtoehdoissa 3 ja 4 vesi johdettaisiin Jänneniemeltä.

Veden viipymässä tapahtuu merkittävimmät muutoksen Melalahden taajamassa. Nykytilanteessa veden viipymä on noin puoli vuorokautta ja vaihtoehdosta riippuen viipymä taajama-alueella kasvaa 8...14 vuorokauteen. Verkoston latva osilla viipymä voi kasvaa jopa seitsemän päivää nykytilanteeseen verrattuna (VE1 Ryönän vhok). Viipymä lyhenee niiden osuuskuntien verkostoissa, missä virtaussuunta muuttuu Melalahden taajaman suuntaan. Veden vaihtuvuuden varmistamiseksi vettä voidaan johtaa säännöllisesti varavesiyhteyden kautta Melalahden taajamaan. Veden viipymät vaihtoehtojen nykytilanteessa on esitetty mallinnustuloksissa liitteessä 6.

Eri alueilla uusien vesilähteiden käyttöönoton myötä vesilaitosten valvontatutkimusohjelmat tulee päivittää.

## 6.6.7 Yhteenveto vaihtoehtojen eduista ja haasteista

Melalahden vedenhankinnan turvaaminen turvaa kaikkien suunnittelualueella sijaitsevien vesilaitosten vedenhankintaa. Alla olevaan taulukkoon on koottu vaihtoehtojen edut ja haasteet sekä huomioitavia asioita.

Taulukko 11. Koonti Melalahden varavedenjohtamisen vaihtoehtojen eduista ja haasteista

Vaihtoehto	Edut	Haasteet	Huom!
VE1 Könönkangas- Melalahti	+ Lyhyin ja edullisin vaihtoehto + uudelle vh-linjaukselle ei sijoitu merkittäviä luontokohteita. + Neljä vesiosuuskuntaa ja Kuopion Vesi saavat varavesiyhteyden.	- Vedenjohtaminen neljän eri vesihuoltolaitoksen verkostojen kautta - vaatii laitekaivojen rakentamisen toisen vesilaitoksen verkostoon - Maasto mahdollisesti kallioista. - Sijoitusluvut: 11 maakiinteistöä, 2 vesialuetta, yksi yleinen tiealue - Kapasiteetti rajoittuu 5,9 l/s (pienin putkikoko 90mm)	- Tiivistä yhteistyötä vesilaitosten kesken - Veden ostaminen toiselta vesilaitokselta (Koillis-Savon Vesi Oy:n tukkuhinta v. 2018 0,65 e/m <sup>3</sup> ) - Osalle alueesta veden syöttöpiste muuttuu pysyvästi - Valvontaohjelman päivitys
VE2 Jänneniemi- Melalahti Vait- tilansaaren kautta	+ Neljä vesiosuuskuntaa ja Kuopion Vesi saavat varavesiyhteyden. + Vaittilansaaren asukkaat saavat vesijohtoyhteyden + Toiseksi edullisin vaihtoehto	- Ei voida johtaa enustetilanteen mukaista vesimäärää - Linjalla mahdollisesti muinaisjäännöksiä - Vedenjohtaminen kolmen eri vesihuoltolaitoksen verkostojen kautta - Vaatii laitekaivojen rakentamisen toisen vesilaitoksen verkostoon - Lähisuojavyyhykkeen suojeleluun kiinnitettävä huomiota - Sijoitusluvut: 17 maakiinteistöä, 3 vesialuetta	- Tiivistä yhteistyötä vesilaitosten kesken - Osalle alueista veden syöttöpiste muuttuu pysyvästi (veden kovuus) - Valvontaohjelman päivitys



VE3	Jänneniemi-Melalahti Joensuu suuntien kautta	+ Viisi vesiosuuskuntaa ja Kuopion Vesi saa varavesiyhteiden. + Voidaan toteuttaa VE4:n välivaiheena	-Vedenjohtaminen neljän eri vesihuoltolaitoksen verkostojen kautta - Uudelle vh-linjaukselle sijoittuu Kohisevanpuron merkittävä luontokohde - Kapasiteetti rajoittuu 7,39 l/s (pienin putkikoko 110mm) -Sijoitusluvut: 10 maakiinteistöä (yksi kaupungin kiinteistö), sijoitus tie alueelle -Maasto kalliosta	- Tiivistä yhteistyötä vesilaitosten kesken - Osalle alueista veden syöttöpiste muuttuu pysyvästi (veden kovuus) - Valvontaohjelman päivitys
VE4	Jänneniemi-Melalahti Joensuu suuntien kautta (oma linja)	+ Viisi vesiosuuskuntaa ja Kuopion Vesi saa varavesiyhteiden. +Mahdollistaa Melalahden vedenottamon siirtämisen varavedenottamoksi.  + Mahdollistaa vedenjohtamisen Kaavin ja Tuusniemen suuntaan	-Kallein vaihtoehto - Uudelle vh-linjaukselle sijoittuu Kohisevanpuron merkittävä luontokohde - Linjalla mahdollisesti muinaisjäänöksiä  - Maastosta kolmasosa on kallioista -Sijoitusluvut: 28 maakiinteistöä (kaksi kaupungin kiinteistöä), sijoitus vesistöön ja tie alueelle	- Osalle alueista veden syöttöpiste muuttuu pysyvästi (veden kovuus)  -Valvontaohjelman päivitys

### 6.6.8 Jatkotoimenpiteet ja aikataulu

Hankkeen valmistelu jatkuu seuraavilla toimenpiteillä:

- Yhteistyöneuvottelut muiden suunnittelualueen vesihuoltolaitosten ja Kuopion kaupungin kanssa
- valitun vaihtoehdon tarkempi yleissuunnitelma, joka sisältää hydraulisen tarkastelun, venttiilitarkastelut sekä maisema- ja luontoselvityksen
- toteutussuunnitelman laatiminen
- lausuntopyyntö Museovirastolle ja ELY-keskukselle
- lupahakemus ELY-keskukselle putken sijoittamisesta tiealueelle
- putken sijoituslupaneuvottelut maanomistajien kanssa
- rakentaminen.

Melalahden varavesiyhteyden rakentaminen aloitetaan vuonna 2019.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Toimiva vesihuolto on yksi nyky-yhteiskunnan kulmakivistä. Vesi ja vesistöt ovat olennainen osa suomalaisuutta ja toimiva vesihuolto ja puhtaat vesistöt ovat meille suomalaisille itsestään selviä asioita. Lainsäädännöllä ohjataan vesilaitosten toimintaa, jolloin voidaan varmistua siitä, että vesilaitosten asiakkaiden veden laatu ja saatavuus ovat hyvät. Suunnitelmallisella vesilaitostoiminnalla, jossa riskit pyritään tunnistamaan ja niitä hallitsemaan voidaan ehkäistä mm. vesipula tai epidemioiden synty. Siinä missä Suomen vesilaitoksilla keskitytään talousveden turvallisuutta uhkaavien riskien hallintaan voi suurempana ongelmana Kyproksella olla uusiutuvien vesivarojen riittävyys.

Veden hydrologisesta kiertokulusta otetaan osa vesihuollon käyttöön ja otettu vesi palautetaan käytön jälkeen nykyisin puhdistettuna takaisin veden kiertoön luonnossa. Vedenotto tapahtuu pinta- tai pohjavedestä, joka johdetaan mahdollisten käsittelyvaiheiden jälkeen kulutukseen. Vedenjakeluverkon suunnittelua ohjaavat monet säädökset sekä lisäksi ennusteet ja maankäytön suunnittelu, joiden yhteensovitus on huomioitava teknisten asioiden lisäksi vedenjakeluverkostojen suunnittelussa. Vedenjakeluverkossa tulisi riskien hallinnan näkökulmasta olla varavesilähde tai vesiyhteys häiriötilanteiden varalta.

Vedenhankinnan ja vedenjakelun suunnittelu on monivaiheinen prosessi. Alueen vesihuollon suunnittelu aloitetaan esi- ja/tai yleissuunnitelmasta, jossa kuvataan suunnitteluala yleisesti, kartoitetaan alueen vesihuollon nykytila ja määritetään vedenkulutusennusteet. Näiden perusteella määritetään vaihtoehtotarkastelua varten vedenhankinta- ja johtamiskapasiteetit, luonnostellaan vesihuolto- linjojen sijainti sekä näiden myötä laaditaan karkeat kustannusarviot toteutustavan valitsemista varten. Toteutussuunnitelmat perustuvat yleissuunnitelmaan. Toteutussuunnitelma on yksityiskohtainen suunnitelma, jonka perusteella hanke voidaan kilpailuttaa ja rakentaa.

Melalahden alueen vedenhankinnan häiriötilanteeseen varautumiseksi laadittiin tässä opinnäytetyössä yleissuunnitelma vedenjohtamiseksi toisesta vesilähteestä Melalahden taajamaan, mikäli Melalahden vedenottamosta ei vettä voitaisi johtaa kulutukseen. Suunnittelualaue – Melalahti - sijaitsee noin 37 km Kuopion keskustasta itään. Melalahti on noin 780 asukkaan taajama, joka kuuluu Kuopion Veden toiminta-alueeseen. Lisäksi Melalahden vedenottamolta johdetaan tällä hetkellä vettä neljälle vesiosuuskunnalle. Keskimääräinen nykyinen vedenkulutus alueella on n. 260 m<sup>3</sup>/d.

Yleissuunnitelmassa tarkasteltiin mallintamalla neljää vaihtoehtoa vedenjohtamiseksi Melalahden taajamaan nykyisen veden kulutuksen ja ennustevedenkulutuksen osalta. Esitarkastelussa oli myös muita vaihtoehtoja, mutta ne karsiutuivat pois alustavassa kapasiteettitarkastelussa tai vedenlaadun epävarmuustekijöiden vuoksi. Mallinnusta varten ennustevedenkulutukseksi määritettiin vesihuoltolaitosten toiminta-alueilla 100% liittymisasteen mukainen vedenkulutus, johon lisättiin kaavoituksen varaukset.

Mallinnus tehtiin FCGnet-ohjelmistolla, johon verkostotiedot importoitiin Trimble-verkkotietojärjestelmästä.

Mallinnetut vaihtoehdot varavedenjohtamiseksi Melalahteen olivat:

VE1 Könönkangas-Melalahti, 2,2 km uutta vesijohtolinjaa

VE2 Jänneniemi- Melalahti Vaittilansaaren kautta, 3,8 km uutta vesijohtolinjaa

VE3 Jänneniemi-Melalahti Joensuuntien vartta, 5,0 km uutta vesijohtolinjaa

VE4 Jänneniemi – Melalahti Joensuuntien vartta kokonaan Kuopion Veden oma linja, 15,4 km uutta linjaa

Jatkosuunnitteluun esitettiin mallinnuksen, kustannusarvion ja vedenlaatutietojen perusteella vaihtoehtoa VE1. Linjaus on lyhyin ja edullisin toteuttaa. Vedenlaatu on vesilähteissä saman kaltainen, jolloin kuluttajille ei aiheudu suurta muutosta vedenlaadussa, kun vedenottamo muuttuu varavedenjakelutilanteessa. Valitun vaihtoehdon toteutettavuuteen vaikuttavat yhteistyöneuvottelut vesilaitosten kesken. Jos yhteistä näkemystä ei saavuteta voidaan jatkovalmisteluun ottaa VE3 mukainen vaihtoehto. Se voidaan toteuttaa myös VE 4 vaihtoehdon esivaiheena. Melalahden varavesiyhteyden yhtenä reunaehtona oli noepa toteutettavuus. Vaihto VE1 rakentaminen voidaan aloittaa jo vuonna 2019, mikäli sopimusneuvottelut, tarkentavat tutkimukset (maaperä- ja luontotutkimukset, hydraulinen tarkastelu) ja toteutussuunnittelu etenevät suunnitellulla tavalla.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

ANTIINKINHISTORIA 2018. [Viitattu 2018-10-22.] Saatavissa <https://antiinkinhistoriajakulttuuri.com/2015/08/28/rooman-valtakunnan-akveduktijarjestelma/>

AWWA 2012. Computer Modeling of Water Distribution Systems. Manual of Water Supply Practices M32 (3rd edition). American Water Works Association (AWWA). Denver.

AWWA 2017. Water Resources Planning – Manual of Water Supply Practices M50 (3rd edition). American Water Works Association (AWWA) 2017.

EEA 2009. Euroopan ympäristökeskus. Kuivuus ja veden liikakäyttö Euroopassa. [Viitattu 2018-10-05.] Saatavissa: <https://www.eea.europa.eu/fi/pressroom/newsreleases/kuivuus-ja-veden-liikakaytto-euroopassa>

EEA 2018. Use of freshwater resources. [Viitattu 2018-10-21.] Saatavissa: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-freshwater-resources-2/assessment-3>

EEA 2018b. Water exploitation index plus (WEI+) for river basin districts (1990-2015). Saatavissa: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/explore-interactive-maps/water-exploitation-index-for-river-2>

EEA report 2/2009. Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought. European Environment Agency. [Viitattu 2018-10-20.] Saatavissa: <https://www.eea.europa.eu/publications/water-resources-across-europe>

EPANET 2000. Epanet 2 Users Manual. <http://www.innovyze.com//products/epanet/download/P1007WWU.pdf>

EUR-LEX 2012. [Viitattu 2018-10-05.] Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A52012DC0672>

EUROSTAT 2018. [Viitattu 2018-10-05.] Saatavissa: [https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=t2020\\_rd220](https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=t2020_rd220)

FAO 2016. AQUASTAT Main Database, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). [Viitattu 2018-10-20.]

Fluidit 2018. Tuntikäyttökertoimet Melalahdessa. [Excel-tiedosto.] Sijainti: Kuopion Veden arkisto.

GTK 2018. Pohjavesi. [viitattu 2018-10-28.] Saatavissa: <http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat/pohjavesi/>

HE 218/2013. Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi vesihuoltolain sekä maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta. [Viitattu 2018-10-26.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2013/20130218>

HE 277/2009. Hallituksen esitys Eduskunnalle vesilainsäädännön uudistamiseksi. HE 277/2009. [Viitattu 2018-10-26.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2009/20090277>

HSY 2018. Päijännetunneli. [viitattu 2018-10-29.] Saatavissa: <https://www.hsy.fi/psv/fi/pajannetunneli/Sivut/default.aspx>

ICE 2011. Water Distribution systems. ICE Publishing. London.

ISOMÄKI, Eija, VALVE, Matti, KIVIMÄKI, Anna-Liisa, LAHTI, Kirsi. 2006. Pienten pohjavesilaitosten ylläpitoja valvonta. Suomen ympäristökeskus. [Viitattu 2018-10-30.] Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38828/YO\\_PIPOT\\_2006.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38828/YO_PIPOT_2006.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Itkonen, Ilkka 2019-02-21. Johtava palotarkastaja. [Puhelinkeskustelu.] Kuopio: Pohjois-Savon Pelastuslaitos.

IWA 2018. A Brief History of Water and Health from Ancient Civilizations to Modern Times. The international water association. [Viitattu 2018-10-22.] Saatavissa: <https://www.iwapublishing.com/news/brief-history-water-and-health-ancient-civilizations-modern-times>

JUUTI, Petri 2017. The Finnish Journal of Environmental History VOL 7 nro 1. [Viitattu 2018-10-22.] Saatavissa: [https://www.researchgate.net/publication/317002826\\_Vesi\\_ongelma\\_ennen\\_ja\\_nyt](https://www.researchgate.net/publication/317002826_Vesi_ongelma_ennen_ja_nyt)

JUUTI, Petri. KATKO, Tapio. Vedenhankinnan ja käsittelyn historia. 2006. [Viitattu 2018-10-22.] Saatavissa: [https://www.researchgate.net/publication/313900172\\_Vedenhankinnan\\_ja\\_kasittelyn\\_historia\\_Vattenanskaffningens\\_och\\_vattenreningens\\_historia](https://www.researchgate.net/publication/313900172_Vedenhankinnan_ja_kasittelyn_historia_Vattenanskaffningens_och_vattenreningens_historia)

KUOPIO 2018. Rasitteet. [Viitattu 2018-10-05.] Saatavissa: <https://www.kuopio.fi/rasitteet1>

KUOPION KAUPUNKI 2015. Kuopion väestöennuste vuoteen 2030. Tavoite- ja kehittämissuunnitelmat. [Viitattu 2019-10-22.] Saatavissa: <https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7505875/Kuopion+v%C3%A4est%C3%B6ennuste+vuoteen+2030+ja+alueittainen+v%C3%A4est%C3%B6ennuste+vuoteen+2025+%282015%29.pdf/7175a763-f9f3-4aa8-b653-264f9ea9745b>

KUOPION VESI 2017. Kunnallista vettä 100 vuotta Kuopiossa. [Digitaalinen esite]. [Viitattu 2018-10-22.] Saatavissa: [http://www.kuopionvesi.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c8c2e3dd-8573-4f48-b52f-4ba92b00eec0&groupId=518539](http://www.kuopionvesi.fi/c/document_library/get_file?uuid=c8c2e3dd-8573-4f48-b52f-4ba92b00eec0&groupId=518539)

LANKINEN, Päivi 2002. [Digitaalinen kuva]. Kuopion Vesi Liikelaitos. Periaatekuva veden kierto-usta luonnossa.

LANKINEN, Päivi 2018. [Digitaalinen kuva]. Kuopion Vesi Liikelaitos. Rantaimeytyksen periaatekuva.

MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSLAKI. L 132/1999. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2018-11-03.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L21P160>

MMM 2018. Vesihuollon tilastoja. [Viitattu 2018-11-04.] Saatavissa: [https://mmm.fi/vesi/vesihuolto\\_tilastot](https://mmm.fi/vesi/vesihuolto_tilastot)

MUINAISMUISTOLAKI. L 295/1963. [Viitattu 2018-11-03.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1963/19630295>

OIVA-PALVELU 2018. Pohjavesialueen tiedot. [Viitattu 2018-10-30]. Saatavissa: <https://www.wp2.ymparisto.fi/scripts/linkit.asp>

OPH 2018. Mannerjään vaikutus pinnanmuotoihin. Opetushallitus. [Verkkojulkaisu]. Sininen planeetta. [Viitattu 2018-10-28.] Saatavissa: <http://www02.oph.fi/etalukio/maantiede/kurssi1/mannerjaa.html>

PIRINEN, Hannu 2018. [sähköpostiviestit 28.6 - 7.11.2018.] Vastaanottaja Satu Miettinen.

PIXABAY 2018. [Ladattu 2019-02-26.] Saatavissa: <https://pixabay.com/fi/photos/roomalainen-akvedukti-akveduktin-1621550/>

RAJALA, Riika, JUUTI, Petri, KATKO, Tapio. 2017. Sata vuotta vesihuoltoa Suomessa 1917-2017. [Viitattu 2018-10-22.] Saatavissa: <http://www.oopen.org/search?identifier=638651>

RAPALA, Jarkko 2016. WSP-työkalu veden laatua uhkaavien riskein hallitsemiseksi. Vesiosuuskuntapäivät 2016. Esitelmä. [Viitattu 2018-10-30.] Saatavissa: [http://www.svosk.fi/Vesiosuuskuntapaivat2016/Vesiosuuskuntapaivat\\_2016\\_J\\_Rapala.pdf](http://www.svosk.fi/Vesiosuuskuntapaivat2016/Vesiosuuskuntapaivat_2016_J_Rapala.pdf)

RIL 1986. Paineisku vesihuoltoverkostoissa. RIL 168-1986. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Saarijärven Offset Oy.

RIL 2003. Vesihuolto 1. RIL 124-1. KARTTUNEN, Erkki (toim.). Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 2004. Vesihuolto 2. RIL 124-2. KARTTUNEN, Erkki (toim.) Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 2010. Vesihuoltoverkostojen suunnittelu, Mitoitus ja suunnittelu. RIL 237-2-2010. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Saarijärven Offset Oy.

RINTALA, Jari 2017. Vedenottoluvat ja toteutuneet ottomäärät sekä pohjavesialueiden antoisuudet. Vesitalous VOL. LVIII. 3/2017. [Viitattu 2018-10-28.] Saatavissa <https://www.vesitalous.fi/vesitalous-lehdet/vesihuolto-12/>

ROTI 2017.[Viitattu 2018-11-3.] Saatavissa: [https://www.ril.fi/media/2017/2017-vaikuttaminen/roti-2017/taustat/roti-2017\\_painettu-raportti.pdf](https://www.ril.fi/media/2017/2017-vaikuttaminen/roti-2017/taustat/roti-2017_painettu-raportti.pdf)

Saukkonen, Jukka 2018-08-29. Liiketoimintajohtaja FINTECO LVIS. [sähköpostiviesti.] Vastaanottaja Satu Miettinen.

SVY 2005. Pohjavesitutkimusopas. Suomen Vesiyhdistys r.y. [Viitattu 2018-10-29.] Saatavissa: <http://www.vesiyhdistys.fi/pdf/Pohjavesiopas.pdf>

SYKE 2007. Yhdyskuntien vedenhankinnan tulevaisuuden vaihtoehdot. Suomen ympäristö 27/2007. Suomen ympäristökeskus (SYKE). [Viitattu 2018-10-29.] Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38390/SY27\\_2007\\_Yhdyskuntien\\_vedenhankinnan\\_tulevaisuuden\\_vaihtoehdot.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38390/SY27_2007_Yhdyskuntien_vedenhankinnan_tulevaisuuden_vaihtoehdot.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

SYKE 2012. Ilmastonmuutoksen vaikutukset ja sopeutumistarpeet vesihuollossa. Suomen ympäristö 24/2012. [Viitattu 2018-10-31.] Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/38739>

SYKE 2015. Veden ominaiskäyttö 1970-2013. [Viitattu 2018-11-10.] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B1D524E74-99A3-4EF9-B850-A876546B337E%7D/121417>

SYKE 2017. SALMINEN, Jani, TIKKANEN, Sarianne, KOSKIAHO, Jari (toim.). Kohti vesiviisasta kiertoaloutta. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 16/2017. [Viitattu 2018-10-31.] Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/188599>

TERVEYDENSUOJELULAKI. 763/1994, muutos 11.11.2016. [Viitattu 2018-11-03.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763#L5P20>

- UUSITALO, Kaija 2008. Etelä-Karjalan maisema- ja kulttuurialueselvitys, osa 2, 2008. Etelä-Karjan liitto. [Viitattu 2018-10-29.] Saatavissa [http://www.ekarjala.fi/liitto/wp-content/uploads/2013/12/Osa-7\\_Etela-Karjalan-maisema-alueet-ja-maisematyypit.pdf](http://www.ekarjala.fi/liitto/wp-content/uploads/2013/12/Osa-7_Etela-Karjalan-maisema-alueet-ja-maisematyypit.pdf)
- VALVIRA 2009. Talousveden laadun turvaaminen erityistilanteissa. Versio 2.0, päivitetty 1.4.2009. [Viitattu 2018-10-30.] Saatavissa: <https://www.valvira.fi/documents/14444/249256/Erityistilanne-suunnitelma+2009/3fa87a6e-9e0b-4541-a725-8ec4cac93dba>
- VESIHUOLTOLAKI. L 119/2001, muutos 22.8.2014, muutos 4.5.2018. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2018-11-03.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>
- VESILAKI. L 587/2011, muutos 8.9.2017. [Viitattu 2018-10-27.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>
- Vilpponen, Auvo 2018-08-13. Säätiön asiamies. [Puhelinkeskustelu.] Kuopio: Vaajasalon säätiö.
- YK 2018. Vesi. [Viitattu 2018-10-21.] Saatavissa: <https://www.ykliitto.fi/yk70v/ekologinen/vesi>
- YM 2012. Ympäristöministeriön raportteja 1/2012. [Viitattu 2018-10-29.] Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7BD53693D8-3926-4EB6-8897-C323928D5E21%7D/32131>
- YMPÄRISTÖ 2018. Pintavesien luokittelun perusteet. [Viitattu 2018-10-30.] Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien\\_tila/Pintavesien\\_luokittelu](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila/Pintavesien_luokittelu)
- YTS 2010. YHTEISKUNNAN TURVALLISUUSSTRATEGIA. Puolustusministeriö 2010. Valtioneuvoston periaatepäätös 16.12.2010. [Viitattu 2018-10-20.] Saatavissa. [https://www.defmin.fi/files/1705/yts\\_2010\\_fi\\_nettiin.pdf](https://www.defmin.fi/files/1705/yts_2010_fi_nettiin.pdf)



Factan käyttötarkoituskoodi	Käyttötarkoitus	Alue 1	Alue 2	Alue 3	Alue 4	Alue 5	Alue 6	Alue 7	Alue 8a	Alue 9	Alue 10	Alue 11	Alue 12	Alue 13	Yhteensä
11,12,13	Pienikiinteistö	54	53	30	158	46	59	17	136	33	64	52	219	1	922
21	Rivitalot												28		28
22	Ketjutilat												1		1
32	Luhtitalot												2		2
39	Muut kerrostalot												3		3
41	Vapaa-ajan asunto	40	34	11	99	41	26	65	123	15	55	62	2	50	623
111	Myymlähallit												1		1
112	Liike- ja tavaratalot, kauppakeskukset												1		1
119	Myymläarakennukset				1						1		2		4
123	Loma- lepo- ja virkistyskodit				1										1
124	Vuokrattavat lomamökit ja osakkeet (liiketoiminnallisesti)						14					18			32
131	Asuntolat, vanhusten palvelutalot, asuntolahotellit, kehitysvammaisten hoitolaitokset				3										3
139	Muut majoitusrakennukset								1		3				4
141	Ravintolat, ruokalat ja baarit				1										1
151	Toimistorakennukset												2		2
215	Terveystieteiden erityislaitokset (mm. kuntoutuslaitokset)								1						1
221	Vanhainkodit												2		2
222	Lastenkodit, koulukodit				1										1
231	Lasten päiväkodit												1		1
322	Kirjastot												1		1
323	Museot, taidegalleriat												7		7
331	Seurain-, nuoris- yms. talot												2		2
341	Kirkot, kappelit, luostarit, rukoushuoneet				1		1			1	1				4
342	Seurakuntatalot												1		1
369	Muut kokoontumisrakennukset														0
511	Peruskoulut, lukiot ja muut							1					2		3
691	Teollisuushallit												1		1
699	Muut teollisuuden tuotantorakennukset												2		2
811*	Toiminnassa olevat lypsykarjatilat	1	1		4	2					1	4			13
811*	Toiminnassa olevat nautakarjatilat		2		1						1				4
819	Eläinsuojat, ravihevostallit, maneesit	1	1	1	1			1	2			1			8
Yhteensä		96	91	42	271	89	100	84	263	49	144	119	280	51	

\* Tiedot Sydänsavon maaseutupalvelun tilastoista

## Verkostoon lähtevän veden laatu vedenottamoilla vuonna 2017 koonti

Ominaisuus	Yksikkö	Melalahti	Jänneniemi	Vehmersalmi	Jälänniemi	Könönkangas*	STM 1352/2015
<b>Mikrobiologiset laatuvaatimukset</b>							
Escherichia coli	pmy/100 ml	0	0	0	0	0	0
Enterokokit	pmy/100 ml	0	0	0		0	0
<b>Kemialliset laatuvaatimukset</b>							
Arseeni	µg/l				0,41		10
Kadmium	µg/l						5
Kromi	µg/l						50
Kupari	µg/l	0,007		0,02			2
Fluoridi	µg/l	0,06	0,1	0,06	0,072		1,5
Lyijy	µg/l						10
Elohopea	µg/l				<0,005		1
Nikkeli	µg/l						20
Antimoni	µg/l				<0,1		5
Uraani	µg/l				0,24		30
Boori	µg/l				4,9		1
Seleen	µg/l				<0,1		10
Nitraatti (NO <sub>3</sub> -)	µg/l	0,06	0,042	1,4	0,035		50
Nitriitti (NO <sub>2</sub> -)	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,002		0,5
Torjunta-aineet yhteensä	µg/l				Ei todettu		0,5
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt	µg/l						0,1
Bentso(A)pyreeni	µg/l						0,01
Syanidi	µg/l				<5		50
1,2-dikloorietaani	µg/l				<0,1		3
Bentseeni	µg/l				<0,1		1
Tri+tetrakloorieteeni	µg/l				<0,1		10
Kloorifenolit	µg/l				Ei todettu		10
<b>Laatutavoitteet</b>							
Koliformiset bakteerit	pmy/100 ml	0	0	0	0	0	0
Clostridium perfringens	pmy/100 ml				0		0
Alumiini	µg/l	<3		<3	<1		200
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/l	<0,003		<0,003		<0,006	0,5
Hapettavuus (CODMn-O <sub>2</sub> )	mg/l	<0,5	1,142	<0,5	<0,5		5
Kloridi	mg/l	5,2	5,3	3,3	23	5,3	250
Mangaani	µg/l	6	8,83	9	<0,5-0,95	<0,5	50
Natrium	mg/l	3,2	4,3	4,1	54	3,5	200
Rauta	µg/l	<9	5,58	<9	5,6-6,5	4,1	200
Sulfaatti	mg/l	19	36	17	42-44	6,8	250
Sähkönjohtavuus	µS/cm	172	302	201	410-420	120	2500
pH		7,9	7,5	7,6	7,7-7,8	7,5	6,5-9,5
Pesäkkeiden lukumäärä (22°C)	pmy/ml	0	0-3	0	0-1	0	ei epätav. muutoksia
Sameus	FNU	0,07	0,093	0,09	<0,10-0,11	0,11	ei epätav. muutoksia
Väri	mg/Pt	<5	<5	<5	<5	<5	ei epätav. muutoksia
Haju ja maku	Aistinvarain.				Ei todettu	Ei todettu	ei epätav. muutoksia
Radon	Bq/l				6,5		300
Kokonaisalfa-aktiivisuus	Bq/l				<0,02		
Viitteellinen annos	mSv/vuosi				<0,05		0,1
Kokonaiskovuus	mmol/l	0,68	1,29	0,84	0,89-0,95	0,35	Erittäin
Kokonaiskovuus		Pehmeää	Keskikovaa	Pehmeää	Pehmeää	Erittäin pehmeää	

\*yksi näytteenotto 21.7.2017

## LÄHDE:

<https://www.siilinjarvi.fi/asuminen-ja-ymparisto/vesihuolto/kaytto-ja-jatevesi/kayttovedenkasittely-ja-laatutiedot/> (9.12.2018)

<https://www.kuopionvesi.fi/wp-content/uploads/2018/10/Vuosiraportti-2017.pdf>

Jänneniemen vedenottamo: WAHTI-tietokoanta (Kuopion Vesi)

Könönkankaan vedenottamo: Koillis-Savon Vesi