



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# KUNNALLISTEKNIIKAN SUUNNITTELUN LIITTÄMINEN OSAKSI KAAVOITUSTA

Case: Oriveden kaupunki

Aino Tuikka

Opinnäytetyö  
Joulukuu 2015  
Rakennustekniikka  
Infrarakentaminen



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Infrarakentamisen suuntautumisvaihtoehto

TUIKKA, AINO:

Kunnallistekniikan suunnittelun liittäminen osaksi kaavoitusta  
Case: Oriveden kaupunki

Opinnäytetyö 76 sivua, joista liitteitä 6 sivua  
Joulukuu 2015

---

Oriveden kaupunki sijaitsee Pirkanmaalla, Länsi-Suomen läänissä noin 40 kilometrin päässä Tampereelta. Rakentajille noin 9 700 asukkaan kaupunki tarjoaa eri käyttötarkoituksiin tontteja, jotka edellyttävät sekä kunnallistekniikan suunnittelua että toteutusta. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia katu- ja vesihuoltosuunnitelmat Oriveden kaupungin eteläpuolelle kaavoitetulle Kajarinteen erillispientaloalueelle sekä tarkastella samalla asemakaavoitusta kunnallistekniikan näkökulmasta. Tavoitteena oli myös kartoittaa nykyinen yhteistyön taso Oriveden kaupungin tekniikka- ja ympäristöpalvelukeskuksessa erityisesti kaavoitustoimen ja kunnallisteknisen puolen välillä sekä pohtia mahdollisia ratkaisuja yhteistyön kehittämiseen.

Työssä valmistuneet kunnallistekniset suunnitelmat ovat työn tilaajan tarkastamia ja hyväksymiä ja niitä tullaan käyttämään suunnittelualan toteutuksessa. Kunnallistekniikan suunnittelun lomassa tarkasteltiin asemakaavoituksessa tehtyjä ratkaisuja, jotka vaikuttavat osaltaan suunnitteluun ja antavat sille raamit, joiden sisällä toimia. Tiiviimmällä kaavoitustoimen ja kunnallisteknisen puolen yhteistyöllä edellä mainittuja ratkaisuja pystyttäisiin parantamaan ja huonoimmat välttämään jo asemakaavan laadinnan yhteydessä. Yhteistyötä Oriveden kaupungin tekniikka- ja ympäristöpalvelukeskuksen eri osastojen välillä olisi hyvä lähteä kehittämään yhdessä kaikkien asianomaisten kesken. Kokonaisuudessa parempiin tuloksiin niin suunnittelun, rakentamisen kuin kunnossapidonkin kannalta päästään joustavalla yhteistyöllä, jossa pyritään huomioimaan jokaisen tekniikka- ja ympäristöpalvelukeskuksen osaston tarpeet ja toiveet.

Kaavoituksessa asioiden huomioon ottaminen siten, että kaikki osapuolet olisivat tyytyväisiä, on erittäin vaativaa, jopa mahdotonta. Yhteistyössä ei ole tarkoituksena omien tavoitteiden ja toiveiden täyttyminen, vaan sellaisten edellytysten luominen, että kokonaisuudesta tulee jokaisen osapuolen kannalta mahdollisimman hyvä ja toimiva. Kompromissien teko tulee täten väistämättä eteen kaikille osallisille. Toimivan yhteistyön ja siten parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi tärkeintä onkin asianomaisten asenne ja halu kehittää työyhteisön toimintatapoja ja -menetelmiä.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree programme in Construction Engineering  
Option of Civil Engineering

TUIKKA, AINO:  
Connecting Municipal Engineering Planning into the Town Planning  
Case: City of Orivesi

Bachelor's thesis 76 pages, appendices 6 pages  
December 2015

---

The city of Orivesi is situated in Pirkanmaa, Province of Western Finland about 40 kilometers from the city of Tampere. For builders the city of about 9 700 inhabitants offers plots for different uses. This requires both municipal engineering planning and implementation. The purpose of this thesis was to draw up the street and water management plans for Kajarinne detached house area and the same time look at the town planning from municipal engineering point of view. The aim was also to identify the current level of cooperation in technology and environmental service center in particular between town planning and municipal engineering. Thesis were discussed in addition possible solutions for development of cooperation.

Municipal engineering plans completed in this study are checked and approved by the customer. Plans will be used for the implementation of the planning area. Cooperation between different departments of the city would be good to start developing together with all interested parties. Better results in planning, construction and maintenance for all concerned can be achieved with a flexible cooperation which aims to take into account the needs and desires of all departments.

In town planning consideration of the issues in such a way that all parties would be satisfied is very difficult, if not impossible. The purpose in cooperation is not to fulfill your own aims and wishes, but create such conditions that the wholeness will be as good and functional as possible for each party. Making compromises will inevitably be in front of everyone involved. To achieve effective cooperation, and hereby the best possible outcome, the most important thing is people's attitude and desire to develop existing practices and methods.

---

Key words: municipal engineering, town planning, planning

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1.	Työn tausta ja tarkoitus.....	7
1.2.	Työn tavoite ja rajaukset.....	7
2	TYÖHÖN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ.....	8
2.1.	Vesihuoltolaki (119/2001).....	8
2.2.	Vesilaki (587/2011).....	8
2.3.	Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999).....	9
2.4.	Terveydensuojelulaki (763/1994).....	9
2.5.	Ympäristönsuojelulaki (527/2014).....	9
2.6.	Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta (713/2014).....	10
2.7.	Pelastuslaki (379/2011).....	10
3	TYÖSSÄ KÄSITELTÄVÄ KUNNALLISTEKNIikka.....	11
3.1.	Katuverkko.....	11
3.2	Jätevesiviemäriverkko.....	12
3.3.	Hulevesijärjestelmä.....	13
3.4.	Vesijohtoverkko.....	14
4	KAAVOITUS KUNNALLISTEKNIIKAN SUUNNITTELUSSA.....	17
4.1.	Kaavoitus.....	17
4.2.	Katusuunnittelu.....	18
4.3.	Hulevesien hallinnan suunnittelu.....	19
4.4.	Vesihuollon suunnittelu.....	20
5	KUNNALLISTEKNIIKAN SUUNNITTELUN JA MITOITUKSEN PERIAATTEET.....	22
5.1.	Kadut.....	22
5.1.1	Rakennekerrosten mitoitus.....	22
5.1.2	Liikennetekninen suunnittelu.....	27
5.1.3	Katusuunnitelma.....	28
5.2	Jätevesiviemärit.....	29
5.3	Hulevesiviemärit.....	31
5.4	Vesijohdot.....	36
6	SUUNNITTELUKOHDE.....	43
6.1.	Esittely.....	43
6.2.	Rakennushistoria.....	47
6.3.	Suunnitelmien laatiminen.....	48
6.4	Suunnittelu ja mitoitus.....	49

6.4.1	Tonttikadut .....	49
6.4.2	Jätevesiviemärit ja -kaivot.....	51
6.4.3	Hulevesiviemärit .....	53
6.4.4	Vesijohdot .....	54
6.4.5	Vesihuoltojohtojen sijoitus .....	56
7	ORIVEDEN KAUPUNGIN SISÄINEN YHTEISTYÖ .....	58
7.1.	Palveluiden esittely .....	58
7.2.	Yhteistyön nykytilanne .....	58
7.3.	Kaavoituksessa havaitut ongelmat kunnallistekniikan kannalta.....	59
7.3.1	Tiedon puute tulevista suunnittelukohteista.....	59
7.3.2	Lumitilan puute .....	60
7.3.3	Hankalat ja kannattamattomat rakennuskohteet.....	62
7.3.4	Kustannusten lisääntyminen.....	62
7.4.	Kehitysehdotukset.....	65
8	POHDINTA.....	67
	LÄHTEET.....	68
	LIITTEET .....	70

**LYHENTEET JA TERMIT**

AB	asfalttibetoni
Hk	hiekkä
KaM	kalliomurske
kapillaari-ilmiö	ilmiö, jossa neste etenee rakenteessa pinnan vettymisilmiön seurauksena
Sa	savi
PE	polyeteeni
PEH	korkeatiheyksinen (n. 930 – 940 kg/m <sup>3</sup> ) polyeteeni
PEM	keskitiheyksinen (n. 940 – 970 kg/m <sup>3</sup> ) polyeteeni
polanne	kovaksi ja tiiviiksi tallautunut tai pakkautunut lumi- tai jääharjanne tiessä
PVC	polyvinyylikloridi

# 1 JOHDANTO

## 1.1. Työn tausta ja tarkoitus

Oriveden kaupunki sijaitsee Pirkanmaalla, Länsi-Suomen läänissä hieman yli 40 kilometriä Tampereelta koilliseen. Noin 9 700 asukkaan Orivesi tarjoaa rakentajille muun muassa asunto-, kerrostalo- ja rivitalotontteja eri puolilta kaupunkia niin keskustaaajaman läheisyydestä kuin sen ulkopuoleltakin. Lisäksi yrityksille on tarjolla teollisuus- ja liiketontteja. (Oriveden kaupunki 2015a.)

Kaavoitetut tonttialueet edellyttävät kunnallistekniikan suunnittelua ja toteutusta, minkä johdosta kaavoittajan, suunnittelijan ja toteuttajan välinen yhteistyö on tärkeää hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi. Kunnallistekniikan suunnittelun kannalta nykyiset toimintatavat Oriveden kaupungin eri tahojen välillä eivät mahdollista parhaan ratkaisun saavuttamista. Opinnäytetyön avulla halutaan selvittää nykykäytäntöjen ja yhteistyön kehittämismahdollisuuksia, jotta tulevaisuudessa kunnallistekniikka pystyttäisiin huomioimaan kokonaisvaltaisesti jo kaavoitusprosessin alkuvaiheesta lähtien.

## 1.2. Työn tavoite ja rajaukset

Opinnäytetyössä laaditaan katu- ja vesihuoltosuunnitelmat Oriveden kaupungin eteläpuolelle kaavoitetulle Kajarinteen erillispientaloalueelle. Suunnitelmien laatimisen yhteydessä tarkastellaan, miten kaavoituksessa on otettu huomioon kunnallistekniikan suunnittelu, toteutus ja kunnossapito. Tavoitteena on kartoittaa, mitä kunnallistekniikan kannalta keskeisiä asioita olisi tärkeää huomioida jo kaavoitusvaiheessa, jotta katuja ja vesihuoltoa voidaan suunnitella järkevästi sekä toteuttaa, huoltaa ja ylläpitää kustannustehokkaasti.

Oriveden kaupungin tekniikka- ja ympäristöpalvelukeskukselle tehtyjä suunnitelmia käytetään alueen toteutukseen sekä selvityksistä saatuja tuloksia kaupungin kaavoitustoimen ja kunnallisteknisen puolen nykyisten toimintatapojen kehittämiseen. Selvitysten avulla pyritään havainnollistamaan, mitä haasteita nykyinen toiminta aiheuttaa, ja mitä hyötyjä toiminnan kehittämisellä on mahdollista saavuttaa.

## 2 TYÖHÖN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ

Vesihuoltoa koskevat säännökset ja määräykset ohjaavat yleistä terveydenhoitoa, yhdyskunnan rakentamista sekä vesivarojen hyväksikäyttöä ja suojelua (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 28). Kaavoitusta ohjaa vahvimmin maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999). Tässä luvussa on käyty läpi työn kannalta keskeisimmät lait ja asetukset.

### 2.1. Vesihuoltolaki (119/2001)

Vesihuoltolaki on tärkein ja laajin vesihuoltoa koskeva laki. Sen tavoitteena on varmistaa sellainen vesihuolto, jossa talousveden saatavuus on turvattu sekä asianmukainen viemärointi hoidettu niille asetettujen vaatimusten mukaisesti (Vesihuoltolaki 119/2001).

Vesihuoltolaissa määritellään ja tarkennetaan kuntien, vesihuoltolaitosten sekä kiinteistöjen tehtäviä ja vastuita niin vesihuollon kehittämisen, järjestämisen kuin hoitamisenkin suhteen. Esimerkiksi kunnalla on kokonaisvastuu alueensa vesihuollon kehittämisestä ja huolehtimisesta. (Vesihuoltolaki 119/2011.)

### 2.2. Vesilaki (587/2011)

Vesilaki ohjaa veden ottamista ja johtamista sekä vesijohtojen ja laitteistojen sijoittamista. Lain tavoitteena on edistää kestävää vesivarojen ja vesiympäristön käyttöä sekä ehkäistä ja vähentää niistä aiheutuvia haittoja. Vesivarojen ja vesiympäristön tilan parantaminen kuuluu myös vesilain tavoitteisiin. (Vesilaki 587/2011.)

Vesilaissa on esitetty luvanvaraiset vesitaloushankkeet, joihin kuuluu muun muassa veden ottaminen vesihuoltolaitoksen tarpeisiin. Tällainen vesitaloushanke tarvitsee aina lupaviranomaisen luvan, kun otettava vesimäärä ylittää 250 m<sup>3</sup>/vrk. Vesitaloushankkeiden lupahakemukset käsittelee aluehallintovirasto (AVI). (Aluehallintovirasto 2015; Vesilaki 587/2011.)



### **2.3. Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)**

Maankäyttö- ja rakennuslaissa säädetään alueiden sekä rakennusten suunnittelusta, rakentamisesta ja käytöstä, mistä johtuen laki on hyvin laaja ja monitahoinen. Lain tavoitteena on alueiden käytön ja rakentamisen järjestäminen siten, että hyvälle elinympäristölle luodaan edellytykset sekä monialaista kestäväää kehitystä edistetään. Toinen lain tavoite on mahdollistaa jokaiselle osallistuminen käsiteltävien asioiden valmisteluun sekä turvata suunnittelun laatu ja asiantuntemuksen monipuolisuus. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.)

Maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellään kunnan tehtävät viranomaisena sekä tavoitteet alueiden käytön suunnittelussa. Laissa säädetään niin yleis- ja asemakaavasta sekä niiden laatimismenettelyistä kuin kaduista ja muista yleisistä alueista. Maankäyttö- ja rakennuslaissa on määritelty lisäksi erityiset säännökset kiinteistöille ja asemakaava-alueille hulevesien hallintaan ja johtamiseen. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.)

### **2.4. Terveydensuojelulaki (763/1994)**

Terveydensuojelulain tarkoituksena on edistää ja ylläpitää yksilön ja väestön terveyttä. Laissa määritellään kunnan terveydensuojelutehtävät sekä niiden huolehtimisesta vastaava taho, joka voi olla esimerkiksi terveydensuojeluviranomainen. Kunnan tulee muun muassa laatia ja hyväksyä vähintään kolmen vuoden välein tarkistettava terveydensuojelun valvontasuunnitelma. (Terveydensuojelulaki 763/1994.)

Terveydensuojelulaissa on määritetty talousveden yleiset vaatimukset. Laissa on lisäksi asetettu määräykset sekä talousveden käyttöön että laadun valvontaan. (Terveydensuojelulaki 763/1994.)

### **2.5. Ympäristönsuojelulaki (527/2014)**

Ympäristönsuojelulaki pyrkii ehkäisemään ympäristön pilaantumista sekä turvaamaan terveellisen ja monimuotoisen ympäristön. Laissa on tarkennettu yleiset velvollisuudet, periaatteet ja kiellot liittyen toimintoihin, jotka voivat pilata ympäristöä. Mikäli toiminta

aiheuttaa ympäristön pilaantumisen vaaraa, tarvitsee se aina ympäristöluvan. Kunnalle on määrätty ympäristönsuojelulaissa sille kuuluvat lupa- ja valvontatehtävät, joista kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen tulee huolehtia. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014.)

## **2.6. Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta (713/2014)**

Valtioneuvoston asetuksessa ympäristönsuojelusta määritellään valtion ympäristölupaviranomaisen sekä kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen käsiteltäväksi kuuluvat ympäristölupa-asiat ja lupamenettelyjen vaiheet. Valtion ympäristölupaviranomaisena toimivalle aluehallintovirastolle (AVI) kuuluu muun muassa jätevesien käsittelyyn tarvittavan ympäristöluvan ratkaiseminen silloin, kun kyseessä on asukasvastineluvultaan vähintään 100 henkilön jätevedet käsittelevä jätevedenpuhdistamo. (Aluehallintovirasto 2015; Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 713/2014.)

## **2.7. Pelastuslaki (379/2011)**

Pelastuslain ensisijaisena tavoitteena on ihmisten turvallisuuden parantaminen sekä onnettomuuksien vähentäminen. Mikäli uhka onnettomuudelle on olemassa tai onnettomuus on jo tapahtunut, tavoitteena on turvata tärkeät toiminnot ja rajoittaa onnettomuuden seurauksia. (Pelastuslaki 379/2011.)

Pelastuslaissa on säädetty sammutusveden hankinnasta ja toimittamisesta, joista pelastuslaitoksen tulee tehdä sammutusvesisuunnitelma yhteistyössä alueen pelastuslaitoksen, kuntien sekä vesihuoltolaitosten kanssa. Kunta huolehtii alueellaan sammutusveden hankinnasta pelastuslaitoksen tarpeisiin, mikä tulee huomioida vesihuoltolaitoksen toimintaa hyväksyessä ja vesihuollon kehittämissuunnitelmaa tehtäessä. Vesihuoltolaitoksen vastuulle kuuluu puolestaan sammutusveden toimittaminen vesijohtoverkostosta pelastuslaitokselle sammutusvesisuunnitelman mukaisesti. Sammutusveden toimittamiseen kuuluu itse veden toimittamisen lisäksi myös palopostien ja sammutusvesiasemien kunnossapito ja huolto. (Pelastuslaki 379/2011.)

### 3 TYÖSSÄ KÄSITELTÄVÄ KUNNALLISTEKNIikka

Tässä opinnäytetyössä kunnallistekniikalla tarkoitetaan katuja, teitä, hulevesijärjestelmiä ja vesihuoltoverkkoja. Vesihuoltoverkkoihin on katsottu kuuluvan talousvesijohto- sekä jätevesiviemäriinlinjat varusteineen. Varusteiksi lasketaan muun muassa kaivot, pumppaamot, palopostit ja venttiilit.

#### 3.1. Katuverkko

Katu voidaan määritellä usealla eri tavalla riippuen siitä, miltä kannalta sitä tarkastellaan. Katu toimii monikäyttötilana liikennettä ja liikkumista varten sekä on niin kaupunkia koossa pitävä kuin sitä jakava rakenne. Katu määritellään myös toimintojen ja kortteleiden puskuri- ja suojavajöhykkeeksi sekä liikennettä palvelevaksi väylä- ja terminaalialueeksi. Katu toimii lisäksi teknisen huollon verkkojen, kuten vesijohtojen ja viemäreiden, kaukolämpöputkiston sekä sähkö- ja telekaapeleiden, sijoituspaikkana. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 4–7.)

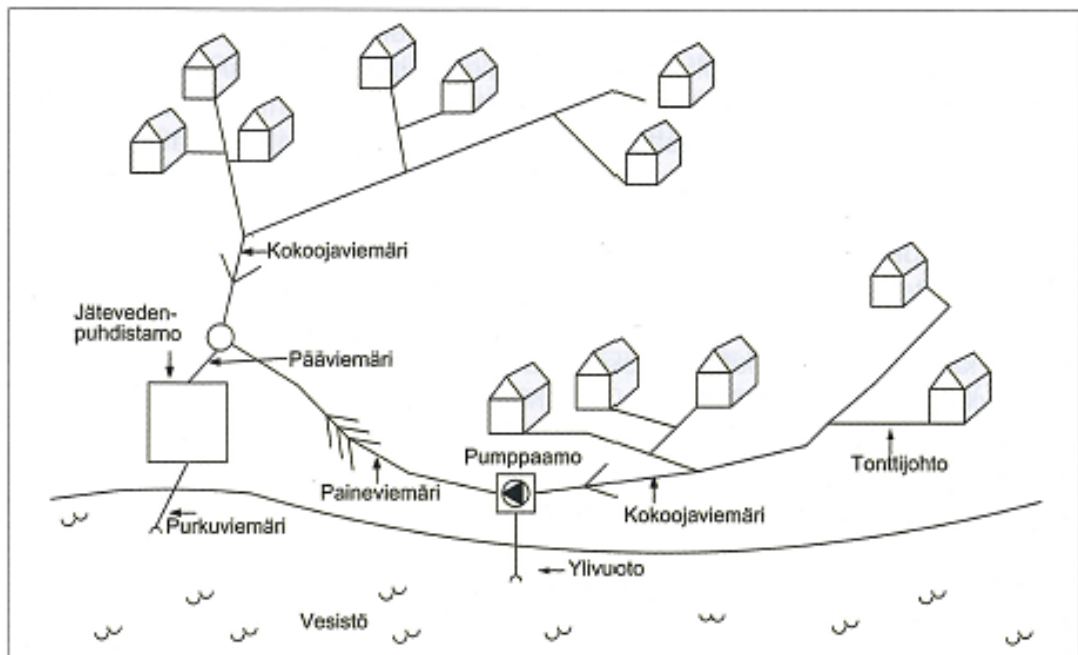
Katuverkon luokittelukriteereiksi on vakiintunut kolme eri luokitusta: hallinnollinen, toiminnallinen ja rakennetekninen. Hallinnollisessa luokituksessa kaduiksi luokitellaan asemakaava-alueella sijaitsevat kunnalliset liikenneväylät, kadut, aukiot ja torit sekä kevyen liikenteen raitit. Kadut toteutetaan asemakaavassa määritetyille katualueelle kunnan hyväksymän katusuunnitelman mukaisesti. Kunta vastaa kustannuksellaan myös katujen rakentamisesta ja ylläpidosta. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 7–8.)

Katujen toiminnallinen luokitus tehdään koko katuverkolle ja se perustuu katujen liikenteellisiin tehtäviin. Kadut jaetaan toiminnallisen luokituksen mukaan pääverkon ja paikallisverkon katuihin. Pääverkon kadut välittävät pitkämatkaista liikennettä sekä kunnan eri osien välistä siirtymistä, kun taas paikallisverkon kadut palvelevat lähivaikutuspiirinsä maankäyttöä. Pääverkon kaduiksi luokitellaan sisääntulo- ja ohikulkuväylät sekä pääkadut. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 9.)

Sisääntulo- ja ohikulkuväylät kytkevät valtakunnallisen ja seudullisen tieverkon yhdyskunnan katuverkkoon. Pääkadut puolestaan liittävät yhdyskunnan osa-alueiden paikallisverkot toisiinsa ja kytkevät tarvittaessa seudullista tieverkkoa yhdyskunnan katuverkkoon. Paikallisverkon katuja ovat kokooja- ja tonttikadut, joista jälkimmäiseen luettavia erityiskatuja ovat hidas-, piha- ja kävelykadut. Kokoojakadut liittävät yhdyskunnan osa-alueiden tonttikadut sekä toisiinsa että pääverkkoon. Tonttikadut ovat yleensä läpiajon estäviä, lyhyitä umpi- tai rengaskatuja, jotka kytkevät tontit paikallisverkkoon. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 9.)

### 3.2 Jätevesiviemäriverkko

Jätevesiviemäriverkon tehtävänä on koota ja johtaa käyttökohteissa syntyvät jätevedet käsiteltäväksi jäteveden puhdistamolle sekä purkaa puhdistettu jätevesi vesistöön. Viemäriverkon putkiosat on jaettu kolmeen ryhmään: pääviemäriin, kokoojaviemäriin ja tonttivilmäriin (kuva 1). Jätevedet kulkeutuvat käyttökohteista tonttivilmärien kautta kokoojaviemäriin ja niistä edelleen pääviemäriin. Pääviemärit johtavat jätevedet jäteveden puhdistamolle, josta ne johdetaan käsittelyn jälkeen purkuviemäriin kautta vesistöön. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 26–27, 114.)



KUVA 1. Jätevesiviemäriverkon osat (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 27)

Viemäriverkko voi koostua sekä vietto- että paineviemäreistä. Paineviemärissä jätevesi pumpataan paineelliseen runkoviemäriin. Jätevedet pumpataan niiden syntypaikalta runkoviemäriin kiinteistökohtaisen pumppaamon avulla. Runkoviemärissä jätevesi pumpataan eteenpäin linjaan rakennettujen pumppaamoiden kautta. Paineputki sopii erityisesti haja-asutusalueille ja kohteisiin, joissa esiintyy kalliota, sillä putki voi kulkea samassa syvyydessä koko matkan ja myötäillä maaston muotoja. Viettoviemärissä jätevesi virtaa painovoimaisesti, minkä takia putkiosuuksien korkeusasemat ja kaltevuudet tulee suunnitella huolellisesti. Viettoviemäriosuuksille rakennetaan tarkastuskaivoja, jotka sijoitetaan jokaiseen viemäriin pysty- ja vaakasuoraan taitteeseen. Lisäksi kaivoja täydennetään siten, että viemäriinjaa pystytään huoltamaan ongelmitta myös suorilla osuuksilla. Kaivojen välillä putkiosuuksien tulee olla suorja ja kaivoväli enintään 100 metriä. Tarkastuskaivot toimivat viemäriverkon huolto- ja tarkkailukohtina, joihin myös kiinteistöjen tonttijohdot liitetään. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 26–27, 118, 121.)

Viemärit pyritään suunnittelemaan viettoviemäreiksi aina olosuhteiden niin salliessa. Viettoviemäri on paineviemäriin nähden suotuisampi vaihtoehto, koska silloin ei jouduta rakentamaan jatkuvaa huoltoa vaativia pumppaamoita eikä hajuhaittojakaan esiinny samalla tavalla kuin paineviemäriin kanssa. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 26–27.)

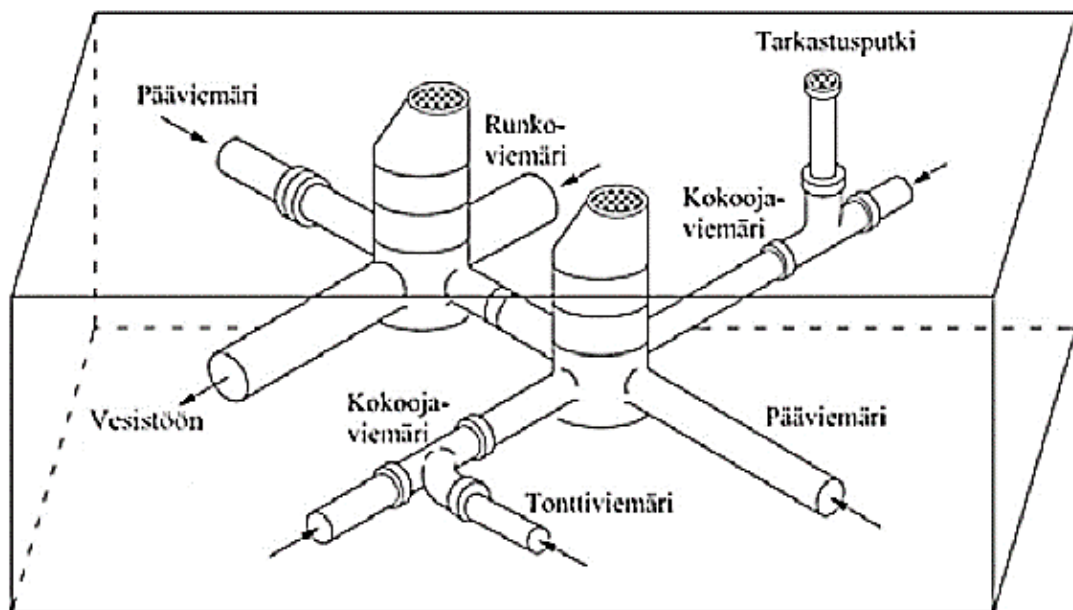
### **3.3. Hulevesijärjestelmä**

Hulevedellä tarkoitetaan maan pinnalta, rakennusten katoilta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettavaa sade- tai sulamisvettä. Hulevesijärjestelmän tehtävänä on sekä edellä mainittujen vesien että rakenteiden kuivatuksessa muodostuvien salaojavesien koaminen ja poisjohtaminen. Hulevesijärjestelmä koostuu putkiviemäreistä ja mahdollisesti niihin välittömästi yhdistyvistä avoviemäreistä. Järjestelmään kuuluu lisäksi tarkastuskaivoja sekä tarvittaessa pumppaamoja. (Suomen Kuntaliitto 2012, 10, 189; Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 36.)

Hulevesijärjestelmä koostuu yleensä pääkadulle sijoitettavasta runko- ja pääviemäristä sekä kokooja- ja tonttikaduilla olevista kokooja- ja tonttivilmäreistä. Putket liitetään toisiinsa putkiston kunnossapitoa varten tehtyjen hulevesikaivojen sekä yleensä tonteilla sijaitsevien tarkastusputkien avulla. Hulevesijärjestelmä päättyy vesien purkupisteeseen,

joka voi olla muun muassa maastopainanne, avo-oja, puro, joki tai järvi. (Suomen Kuntaliitto 2012, 190.) Periaatekuva hulevesiviemäriverkon rakenteesta on esitetty kuvassa 2.

Hulevesiviemäröintiä käytetään erityisesti kohteissa, joissa tilaa on vähän ja esimerkiksi avo-ojitus tästä syystä mahdotonta. Tiiviissä kaupunkirakenteessa, taajamissa ja esikaupunkialueilla hulevesiviemäröinnin käyttö on yleistä juuri kapean katualueen johdosta. Lisäksi tonttien kuivatus kaupunkiolosuhteissa on helpompi toteuttaa hulevesiviemäröinnillä kuin avo-ojituksella. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 121.)



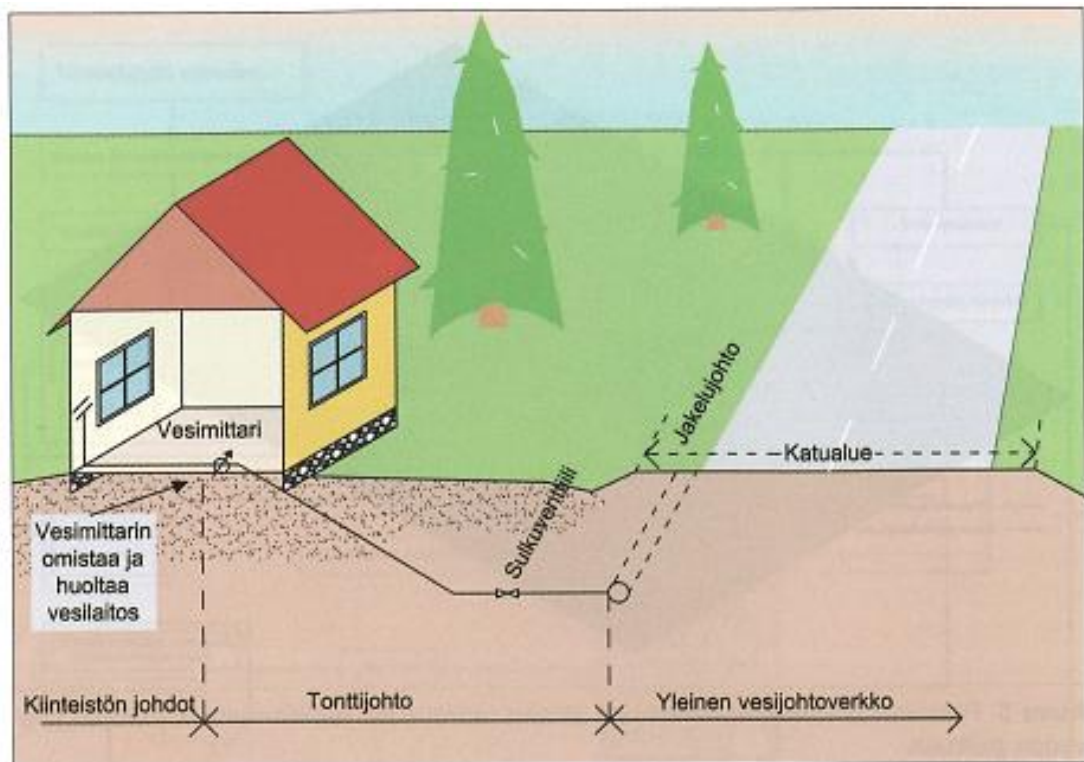
KUVA 2. Hulevesiviemäriverkon rakenne (Suomen Kuntaliitto 2012, 191)

### 3.4. Vesijohtoverkko

Vesijohtoverkon tarkoitus on tuottaa ja jakaa laatuvaatimukset täyttävää talousvettä niin kotitalouksien, palvelutoiminnan kuin pienteollisuudenkin tarpeisiin. Talousvedellä tarkoitetaan ihmisten käyttöön tarkoitettua vettä (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 15). Vesijohtoverkossa voi olla sekä ylä- että alavesisäiliöitä, jotka takaavat tasaisen veden syötön verkkoon. Säiliöiden tehtävänä on myös tasata verkostopainetta ja käytön vaihteluita sekä varastoida vettä muun muassa sähkökatkojen ja käyttöhuippujen ajaksi. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 24–25.)

Talousveden käsittelyprosessi ja sen laajuus riippuvat siitä, millaista raakavettä käytetään. Mikäli raakavetenä käytetään pohjavettä, voi sen käsittelyksi riittää pelkän pH:n säätö. Raakaveden ollessa pintavettä sen puhdistus monimutkaistuu ja käsittelyvaiheet lisääntyvät. Raakaveden käsittely tapahtuu veden käsittelylaitoksella. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 24–25.)

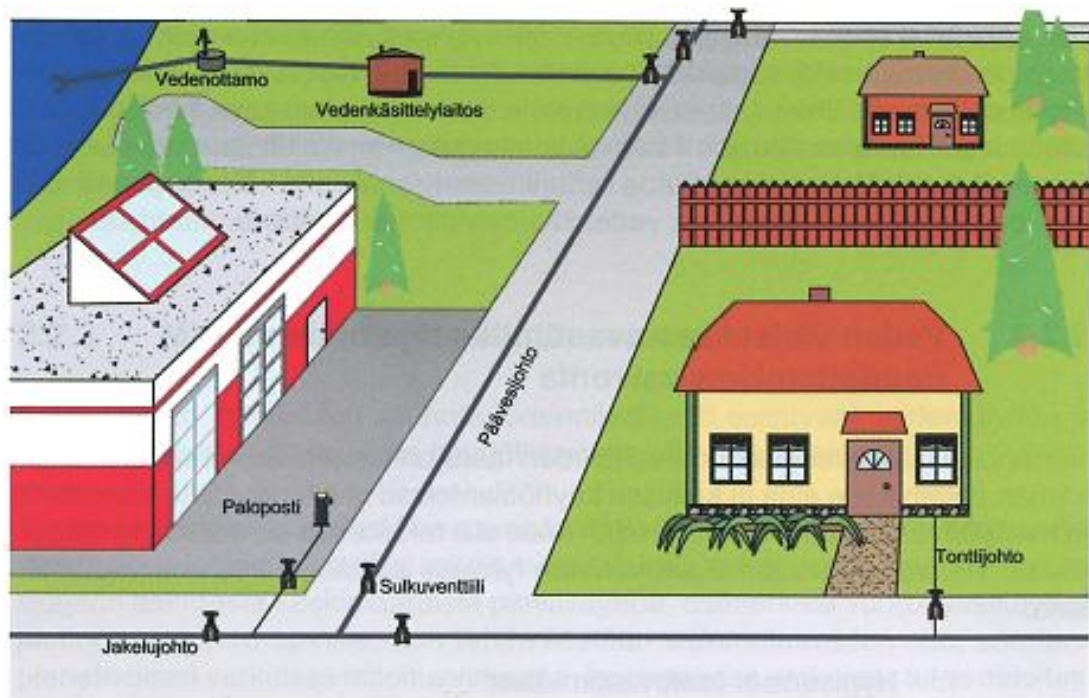
Vesijohtoverkko koostuu mahdollisten ala- ja ylävesisäiliöiden sekä veden käsittelylaitoksen lisäksi muun muassa venttiileistä, vesi- ja paloposteista sekä putkista. Vesijohtoverkon putket luokitellaan käyttötarkoituksensa mukaan kolmeen ryhmään: päävesijohdoin, jakelujohtoihin ja tonttijohtoihin (kuva 3). Päävesijohdot toimivat vesijohtoverkon perusrakenteena toimittaen vettä vesilähteestä, vesilaitokselta tai vesisäiliöstä käyttöalueen eri kohteisiin. Lähemmäksi käyttökohteita on rakennettu jakelujohtoja, jotka sijaitsevat yleensä katualueella. Jakelujohtojilla pyritään yhdistämään kaksi päävesijohtoa toisiinsa. Jakelujohtojista kiinteistöihin vesi saadaan johdettua tonttijohtojen kautta. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 25–26, 104.)



KUVA 3. Vesijohtoverkon osat (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 26)

Vesijohtoverkon toiminnallisessa rakenteessa pyritään kiertojärjestelmään, jossa on mahdollisimman vähän umpiperiä. Päävesijohdot ja jakelujohdot pyritäänkin rakentamaan siten, että ne muodostavat silmukoita ja näin kiertojärjestelmän. Eri johto-osuuksien silmuikoilla pyritään varmistamaan, että huolto- ja vikatilanteissa ilman verkosta saatavaa vettä jäävä käyttäjäjoukon osa saadaan rajattua mahdollisimman pieneksi. (Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry 2010a, 25–26, 104.)

Vesijohtoverkon eri johto-osuuksille rakennetaan sulkuventtiileitä, joilla voidaan eristää haluttu alue vedenjakelun ulkopuolelle (kuva 4). Sulkuventtiilejä tulisi sijoittaa muun muassa kaikkiin päävesijohdoin liitettyihin haaroihin, jakelujohdosten risteyskohtiin sekä tonttijohtoihin. (Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry 2010a, 25–26, 104.)



KUVA 4. Yleiskuva jakeluverkosta ja sen varusteista (Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry 2010a, 105)



## 4 KAAVOITUS KUNNALLISTEKNIIKAN SUUNNITTELUSSA

### 4.1. Kaavoitus

Kaavoitus jakaantuu neljään eri kaavatasoon, joita säätelee maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999). Valtakunnalliset alueiden käyttötavoitteet asettaa valtioneuvosto. Maakunnan yleispiirteisenä suunnitelmana toimiva maakuntakaava on ohjeena tarkemmille yleis- ja asemakaavoituksille. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 17; Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 51.)

Maakuntaliitto laatii ja hyväksyy maakuntakaavan, joka sisältää yleispiirteisen suunnitelman maakunnan tai sen osa-alueen alueiden käytöstä. Maakuntakaava on pitkälle aikavälille laadittu maankäyttösuunnitelma, jossa esitetään maakunnan kehittämisen kannalta tarpeelliset alueet sekä huomioidaan erityisesti taloudellisuus ja eri toimintojen tilantarve. Maakuntakaavan hyväksymisestä vastaa ympäristöministeriö. Maakuntakaava toimii ohjeena kuntien laatimille yleis- ja asemakaavoille, mistä johtuen kunnan kaavoituksessa ei voida poiketa maakuntakaavassa osoitetusta kokonaisratkaisusta. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999; Suomen Kuntaliitto 2012, 47–48; Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 51–52.)

Maakuntakaavaa astetta tarkemmassa yleiskaavassa osoitetaan kunnan alueiden käytön pääpiirteet. Yleiskaavassa tulee huomioida valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet, maakuntakaava sekä maankäyttö- ja rakennuslaissa asetetut yleiskaavan sisältövaatimukset. Alueen asemakaavojen laatimista ohjaavassa yleiskaavassa määritellään eri maankäyttömuotojen sijoittuminen kunnassa. Mikäli yleiskaava koskee vain tiettyä kunnan rajattua aluetta, kutsutaan sitä osayleiskaavaksi. Yleis- ja osayleiskaavan laatii ja pitää ajan tasalla kunta. Kaavojen hyväksymisestä vastaa kunnanvaltuusto, ja mikäli yleiskaava on kuntien yhteisesti laatima, sen hyväksyy kuntien yhteinen toimielin. Kuntien yhteisen yleiskaavan vahvistaa ympäristöministeriö. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999; Suomen kuntaliitto 2012, 49–50; Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 17; Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 51.)

Tarkimmassa ja yksityiskohtaisimmassa kaavatasossa eli asemakaavassa osoitetaan kunnan osa-alueen käytön ja rakentamisen järjestäminen (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999). Asemakaava ohjaa alueiden käytön yksityiskohtaista järjestämistä ja siinä määritellään aluerajaukset yleiskaavassa esitetyille toiminnoille sekä maankäyttömuodoille. Kaavassa esitetään muun muassa tarvittavat aluevaraukset tonteille ja katualueille sekä rakentamisen käyttötarkoitus, tyyppi, laatu ja rakennusoikeuden määrä. Asemakaava sisältää kaavaselostuksen ja kaavakartan määräyksineen sekä merkintöjen selitykset. (Suomen kuntaliitto 2012, 52–53; Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 17.)

#### **4.2. Katusuunnittelu**

Katusuunnittelun lähtökohdat määräytyvät suurelta osin jo kaavoitusvaiheessa. Kaavoitus osoittaa alueen käyttötarkoituksen, yhdyskuntarakenteen, liikennetarkoitukset sekä näiden tarvitsemat aluevaraukset. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 17.) Kaavoituksen yhteydessä tehtävä liikennesuunnittelu on katujen toiminnallista ja yleispiirteistä suunnittelua. Liikennesuunnittelua varten suoritetaan erilaisia liikennelaskentoja ja muita tutkimuksia, joiden avulla pystytään selvittämään muun muassa alueellinen liikenneverkko sekä katu- ja liikennealueiden aluevaraukset. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 19–20.)

Asemakaavaan kuuluvassa kaavakartassa olevat määräykset ja merkinnät ovat katusuunnittelua sitovia ja antavat näin raamit suunnittelulle. Myös asemakaavan kaavaselostuksessa on esitetty tärkeitä lähtötietoja katusuunnittelua varten. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 17.)

Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisesti kadunpidon järjestäminen kuuluu kunnalle. Kadunpitoon kuuluu kadun suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito. Lisäksi muut toimenpiteet, jotka ovat tarpeen katualueen sekä sen ylä- ja alapuolisten johtojen, laitteiden ja rakenteiden yhteen sovittamiseksi, ovat osa kadunpitoa. Kunta voi järjestää kadunpidon joko itse tai antaa sen muiden tehtäväksi. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.)

### 4.3. Hulevesien hallinnan suunnittelu

Maakuntakaavaa laadittaessa tulee huomioida eri toimintojen vaikutukset vesiensuojelun kannalta tärkeisiin kohteisiin taajamaympäristössä. Tällaisiksi kohteiksi lukeutuu muun muassa pohjavesi ja vedenhankintavesistöt. Maakuntakaavassa tulee ottaa kantaa tulva-vaaran välttämiseen sekä tehdä valuma-alueisiin perustuvia tarkasteluja niistä aiheutuvien haittavaikutusten estämiseksi. Maakuntakaavassa ohjataan muun muassa paljon hulevesiä muodostavien alueiden sijoittumista. Kyseisten alueiden sijoitusta suunniteltaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota sekä hulevesien muodostumiseen että niiden hallintaan. (Suomen Kuntaliitto 2012, 47.)

Yleiskaavoituksessa tulee huomioida hulevesien määrän lisääntyminen tulevaisuudessa sekä siitä mahdollisesti aiheutuvat tulvimis- ja vedenlaatuhaitat. Yleiskaavoituksen lomassa on hyvä tehdä selvitys tai suunnitelma, jossa arvioidaan hulevesistä aiheutuvia vaikutuksia sekä hulevesien hallinnan tarpeita ja keinoja. Hulevesien hallintaan käytettävien toimenpiteiden mitoitukselta voidaan antaa tarvittaessa yleisiä määräyksiä yleiskaavassa tai kunnan osaan laaditussa osayleiskaavassa. Yleis- ja osayleiskaavoissa voidaan lisäksi osoittaa yleispiirteisesti tilavaraukset ja paikat alueellisten hulevesien käsittelyä varten. Mikäli kunnan alueella on merkittäviä hulevesitulvariskialueita, on niille laadittu tulva-vaarakartta ja tulvariskikartta, jotka toimivat keskeisenä aineistona yleiskaavojen laadinnassa. (Suomen Kuntaliitto 2012, 49–50.)

Asemakaavassa tulee varata riittävä tila hulevesirakenteille sekä niiden toteuttamiselle. Koska hulevesien hallinnan pitäisi kuulua vesien aiheuttajalle, tulisi teollisuus- ja liike-alueiden hulevedet käsitellä jo tonttialueilla sekä yleisten katu- ja pysäköintialueiden vedet viherkaistoilla. Tästä johtuen asemakaavoissa katualueet ja yleisten teiden alueet on mitoitettava siten, että hulevesien epäpuhtauksien suodattamiseen tarkoitettuihin painanteisiin on tilaa. (Suomen Kuntaliitto 2012, 50, 52.)

Hulevesien hallinnasta voidaan asettaa vaatimuksia asemakaavamääräyksillä ja pohjavesialueille sijoittuvissa asemakaavoissa voidaan esittää määräyksiä esimerkiksi kattovesien imeyttämistä tontilla. Hulevesien johtamisen ja käsittelyn yksityiskohtainen suunnittelu tehdään katu- ja tiesuunnitelman laatimisen yhteydessä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 53.)

#### 4.4. Vesihuollon suunnittelu

Toimintojen, maankäytön ja talouden suunnittelu muodostavat kuntatasoisen yhdyskuntasuunnittelun kolme pääsektoria. Vesihuolto nivoutuu yhdyskuntasuunnitteluun usein maankäytön suunnittelun eli kaavoituksen kautta ja kuuluu yhtenä tärkeänä osana erias-teisten kaavojen laatimiseen. Vesihuoltosuunnittelun tehtävänä on selvittää riittävät pe-rusteen kaavoitusratkaisuja varten. Näitä ovat muun muassa käyttöveden saannin edelly-tysten selvittäminen sekä jätevesien johtamisen ja käsittelyn ratkaiseminen. On myös tär-keää laatia kustannusselvityksiä ja -vertailuja, jotta vesihuollon asettamat vaatimukset ja kustannusvaikutukset pystytään huomioimaan maankäyttöratkaisuissa. Vesihuoltosuun-nittelulla selvitetään lisäksi olemassa olevaan vesihuoltoverkkoon liittyminen sekä vai-kutukset kaava-alueen ulkopuoliseen verkkoon. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 46–48.)

Kaavojen laadinnan yhteydessä tehtävien vesihuoltosuunnitelmien tarkoituksena on mah-dollisimman hyvän ja onnistuneen kaavan aikaansaaminen. Koska vesihuolto lukeutuu ensiarvoisen tärkeäksi terveydelliseksi tekijäksi, on sillä erityisasema muiden maankäyt-töön liittyvien osatekijöiden joukossa. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 55.)

Maakuntatason vesihuoltosuunnitelma kattaa tiedot suunnittelukohteen periaatteellisen toteuttamispäätöksen tekoa varten ja selvittää seudullisesti taloudellisen toteuttamisjär-jestyksen. Suunnitelmassa huomioidaan vesihuollon nykytilanteen lisäksi kaavaan mer-kittyjen kohteiden ja alueiden kehitysennusteet, taloudelliset edellytykset sekä ympäris-tönsuojelun asettamat vaatimukset. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 52.) Maakuntakaavan vesihuoltosuunnitelmat sisältävät yleensä vesiensuojelua koskevan selvityksen sekä varsinaiset vesihuoltoselvitykset (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 53).

Yleiskaavatason vesihuoltosuunnitelma tarkentaa maakuntatason vastaavaa suunnitel-maa. Suunnitelma sisältää selvityksen yleiskaava-alueen vesihuollon lähtötilanteesta, tu-levan vedenkäytön ja viemärivesimäärien ennusteista ja perusteista sekä vesivaroista ja purkuvesistöistä. Lisäksi yleiskaavan vesihuoltosuunnitelma kattaa alustavan suunnitel-man tulevasta vesihuoltojärjestelmästä kustannusarvioineen ja -vertailuineen. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 55–56.)

Asemakaavataso- vesihuoltosuunnitelma laaditaan maakunta- ja yleiskaavoituksen yhteydessä tehtyjen vesihuoltosuunnitelmien perusteella. Suunnitelma on yksityiskohtainen vesihuollon toteutussuunnitelma, jossa painotetaan lähinnä johtoverkkojen suunnittelua. Asemakaavatasoisissa vesihuoltosuunnitelmissa esitetään suunnitellut vesilaitosrakenteet sellaisella tarkkuudella, että ne voidaan toteuttaa kyseisten suunnitelmien pohjalta. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 58–59.) Suunnitelmista on nähtävissä muun muassa putkilinjojen sijainnit, dimensiot, korkeusasemat sekä tonttivaraukset ja vesihuoltovälineet sijaintineen.

## **5 KUNNALLISTEKNIIKAN SUUNNITTELUN JA MITOITUKSEN PERIAATTEET**

### **5.1. Kadut**

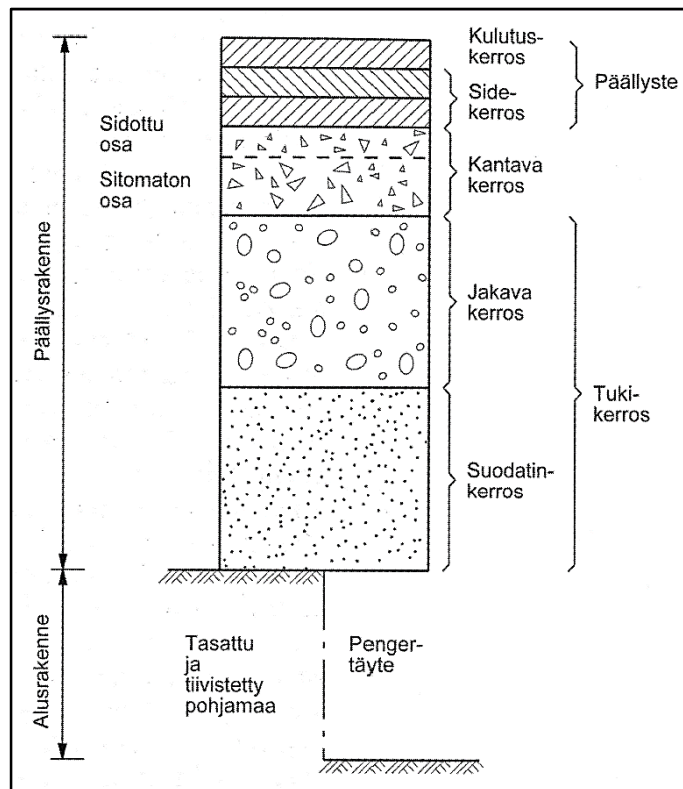
#### **5.1.1 Rakennekerrosten mitoitus**

Katurakenne mitoitetaan siten, että se kestää kadun mitoitusiän ilman laajempaa peruskorjaustarvetta. Rakennekerrosten mitoittaminen tapahtuu kadun päällysrakenteen kantavuuden ja routivuuden perusteella. Kadun päällysrakenne koostuu tukikerroksesta, kantavasta kerroksesta ja päällysteestä (kuva 5.) (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 38, 95.)

Tukikerroksen tehtävänä on katkaista kapillaarinen veden nousu päällysrakenteeseen sekä jakaa pohjamaalle tuleva kuormitus tasaisesti. Suodatinkerroksesta ja jakavasta kerroksesta muodostuva tukikerros vähentää osaltaan myös routanousuja. Roudan pääsemistä routivaan pohjamaahan voidaan rajoittaa lämmöneristeiden avulla. Suodatinkerros tehdään hiekasta ja jakava kerros murskeesta. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 95, 98.)

Kantava kerros lisää nimensä mukaisesti katurakenteen kantavuutta, mutta sen tehtävä on myös muodostaa tasainen, tiivis ja oikean muotoinen alusta päällysteelle. Kerros tehdään jokaisen katuluokan kadulle riippumatta maapohjan kantavuudesta. Ajoratojen kantava kerros tehdään joko sora- tai kalliomurskeesta. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 95.)

Päällyste koostuu kulutuskerroksesta sekä mahdollisesta sidekerroksesta, joista kumpikin tehdään normaalisti asfalttibetonista. Kulutuskerroksen asfalttibetoni on yleensä sidekerroksen asfalttibetonia hienojakoisempaa. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 95.)



KUVA 5. Kadun päällysrakenteen osat (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 95)

### Mitoitus kantavuuden mukaan

Kadun päällysrakenteen kantavuusmitoitus perustuu alustan kantavuuteen, joka määritellään kimmomoduulina eli niin kutsuttuna E-moduulina. Maapohjan kantavuusluokituksenä katuja suunniteltaessa käytetään taulukon 1 mukaisia luokkia. Kadut luokitellaan kuuteen katuluokkaan niiden liikenteellisen merkityksen mukaan. Katuluokat on esitetty taulukossa 2 ja katurakenteelta vaadittavat kantavuudet katuluokasta riippuen taulukossa 3. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 97.)

TAULUKKO 1. Maapohjan kantavuusluokitus (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 96)

Maalaji	Tarkennus	Lyhennys	Luokka	Kantavuus
Kallio	kallio	Ka	A	A = 300 MN/m <sup>2</sup>
	louhe	Lo		
	murske	M		
Kivet		Ki	A	B = 200 MN/m <sup>2</sup> (150..280)
Sora		Sr	B	
Soramoreeni	routimaton	rton SrMr	C	C = 100 MN/m <sup>2</sup> (70..150)
	routiva	SrMr	E (F)	
Hiekka	routimaton karkea	rton kaHk	C	D = 50 MN/m <sup>2</sup> (35..70)
	routimaton keskik.	rton keHk	D	
	routimaton hieno	rton hHk	D (E)	
	routiva keskik.	keHk	E	
	routiva hieno	hHk	E (F)	
Hiekkamoreeni	routimaton	rton HkMr	D (E)	E = 20 MN/m <sup>2</sup> (15..35)
	routiva	HkMr	E (F)	
Siltti		Si	F (G, E)	
Silttimoreeni		SiMr		
Savi	kuivakuori (h / 1 m)	kuivak. Sa	E	F = 10 MN/m <sup>2</sup> (5..15)
	sitkeä (Su / 25 kN/m <sup>2</sup> )	Sa	F (E)	
	pehmeä (Su < 25 kN/m <sup>2</sup> )	Sa	G	
Lieju		Lj	G	G = 5 MN/m <sup>2</sup>
Turve		Tv		



TAULUKKO 2. Katuluokitus liikenneteknisen merkityksen mukaan (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 96)

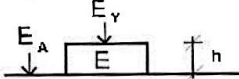
Katuluokka	Kuvaus	Liikennemäärä (ajon. / vrk)
1	Erittäin raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu (ajokaistoja 2+2).	> 30 000
2	Raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu (ajokaistoja 2+2).	10..30 000
3	Pääkatu, kokoojakatu tai vilkasliikenteinen kerrostaloalueen asuntokatu (ajokaistoja 1+1).	2 500..10 000
4	Asuntokatu tai pientaloalueen kokoojakatu. Raskaiden ajoneuvojen pysäköintialueet.	500..2 500
5	Pientaloalueen asuntokatu tai huoltoliikenteen väylät. Henkilöautojen pysäköintialueet.	10..500
6	Jalkakäytävät, pyörätiet, puistotiet. Ei ajoneuvoliikennettä.	

TAULUKKO 3. Katurakenteelta vaadittava kantavuus (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 97)

Katuluokka	Katurakenteelta vaadittava kantavuus [MN/m <sup>2</sup> ]
1	500
2	420
3	350
4	250
5	200
6	175

Kadun kantavuuden mitoituksen teoreettisena pohjana toimii Odemarkin yhtälö (kuvio 1). Yhtälön avulla määritetään mitoitettavan kerroksen päältä saatava kantavuus kerroksen alapuolisen kantavuuden, mitoitettavan kerroksen paksuuden ja kerroksessa käytettävän materiaalin E-moduulin avulla. Kun tiedetään mitoitettavan kadun katuluokka ja siten katurakenteelta vaadittava kantavuus, voidaan maapohjan kantavuuden perusteella aloittaa kadun rakennekerrosten kantavuuksien ja vahvuuksien määrittäminen. Laskenta aloitetaan katurakenteen alimmasta kerroksesta eli suodatinkerroksesta. Odemarkin yhtälön käyttöä varten tarvitaan tiedot katurakenteiden kimmomoduuleista, jotka on esitetty taulukossa 4. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 97.)

Odemarkin yhtälö.

$$E_Y = \frac{E_A}{\left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 \left( \frac{h}{0,15m} \right)^2}} \right] \frac{E_A}{E} + \sqrt{1 + 0,81 \left( \frac{h}{0,15m} \right)^2 \left( \frac{E}{E_A} \right)^{\frac{2}{3}}}}$$


$E_Y$  = mitoitettavan kerroksen päältä saavutettava kantavuus  
 $E_A$  = mitoitettavan kerroksen alta saavutettava kantavuus  
 $h$  = mitoitettavan kerroksen paksuus  
 $E$  = mitoitettavassa kerroksessa käytettävän materiaalin E-moduli

Lisäehto 1: Sitomattoman kerroksen käyttökelpoinen  $E$  on enintään  $6 \times E_A$   
 Lisäehto 2: Yhteenliimaantuneet ehjät bitumilla sidotut ( $E \geq 1500 \text{ MN/m}^2$ ) kerrokset lasketaan yhtenä kerroksena.

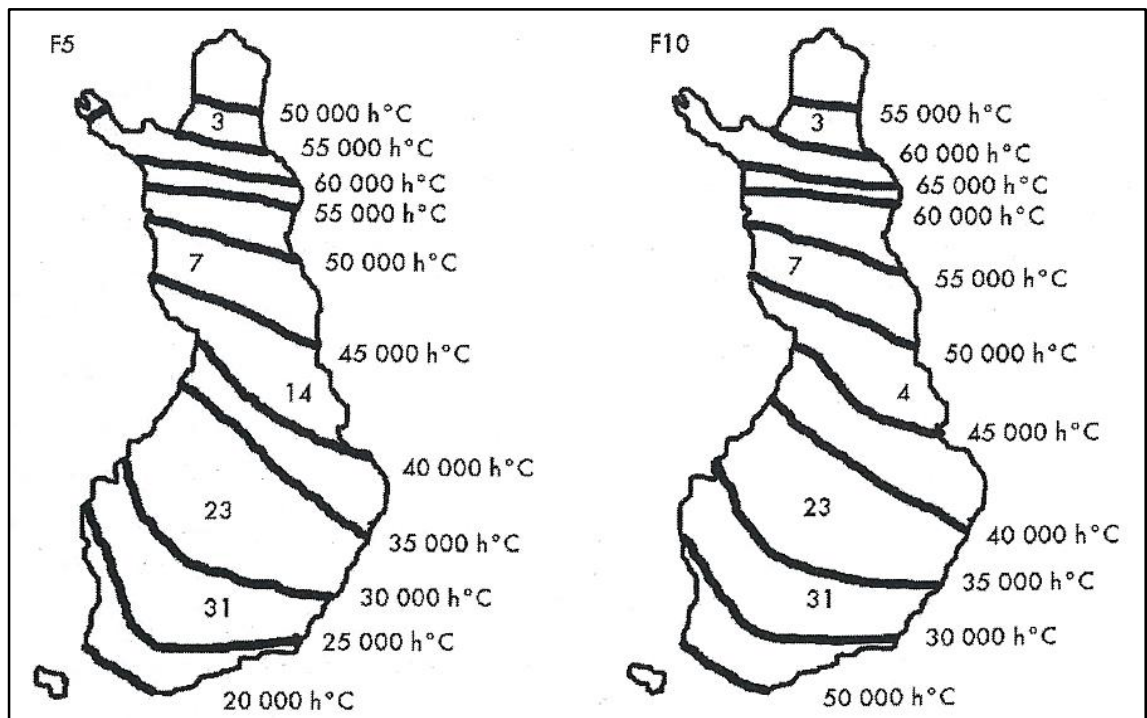
KUVIO 1. Odemarkin yhtälö (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 97)

TAULUKKO 4. Eri kadunrakennusmateriaalien kimmomoduuleja (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 97)

Materiaali	E-moduuli [MN/m <sup>2</sup> ]
Asfalttibetoni (AB, ABS)	2 500
Kevytasfalttibetoni	1 500
Kantavan kerroksen murske	200..350
Stabiloitu kantava murske	2 000..2 500
Jakava sora	150..280
Suodatinhiekkä	30..100

### Mitoitus routivuuden mukaan

Katurakenteen routamitoitus perustuu tilastollisesti joko kerran viidessä tai kerran kymmenessä vuodessa toistuvaan pakkasmäärään (kuva 6). Routamitoituksessa lasketaan yleensä rakenteen sallittu routanousu. Roudan vaikutusta voidaan arvioida routanousun määrittämisen lisäksi laskemalla roudan tunkeutuminen pohjamaahan. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 97–98)



KUVA 6. Tilastollisesti kerran viidessä (F5) ja kerran kymmenessä (F10) vuodessa toistuvat pakkasmäärät (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 97)

### 5.1.2 Liikennetekninen suunnittelu

Kadun liikennetekninen suunnittelu kattaa muun muassa kadun poikkileikkauksen, liittymien sekä pysty- ja vaakageometrian mitoitukset. Kadun poikkileikkauksessa määritetään mitoitusajoneuvojen ja -nopeuden sekä kohtaamistavan ja sivuetaisyysien avulla kadun kokonaistilan tarve. Katualueelle tulee liikenteen ohella varata tilaa kuivatusrakenteille, johdoille ja kaapeleille, valaistukselle, liikenteen ohjauslaitteille sekä kasvillisuudelle. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 45–46, 52.)

Kadun pystygeometrian suunnittelussa oleellisinta on kadun sovittaminen sitä ympäröiviin tontteihin. Kadun tasaus tulee suunnitella siten, ettei pintavesiä johdeta tonteille. Kuivatuksen johdosta kevyen liikenteen väylien sivukaltevuuden tulee olla ajoradalle päin. Myös kadun pituuskaltevuudelle on annettu minimiarvo, jolla kadun kuivatus toteutuu. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 64–65.)

Kadun vaakageometria kaupunkiympäristössä syntyy yleensä suorista ja niitä yhdistävistä pienehköistä ympyränkaarista. Tärkeää vakaageometriaa suunniteltaessa on huomioida pysähtymisnäkemä. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 64.)

### **5.1.3 Katusuunnitelma**

Katusuunnitelmassa tulee käydä ilmi katualueen käyttö, kadun sopeuttaminen ympäristöön, liikennejärjestelyperiaatteet sekä kuivatus ja hulevesien johtaminen. Myös kadun korkeusasema ja päällystemateriaali esitetään katusuunnitelmassa. Istutukset sekä pysyväisluonteiset rakennelmat ja laitteet sisällytetään katusuunnitelmaan tarpeen mukaan. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 24, 35–36.)

Katu rakennetaan siitä tehdyn rakennesuunnitelman eli asemapiirustuksen sekä pituus- ja poikkileikkausten mukaisesti. Rakennesuunnitelmassa esitetään muun muassa kadun rakennekerrokset ja tasaus sekä vesijohtojen ja viemäreiden sijainti, materiaalit, korkeusasema ja putkikoot. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 36.) Suunnittelussa on tärkeää huomioida myös kadun kunnossapito, sillä suunnittelussa tehdyt ratkaisut määrittävät pitkälti kadun taloudellisuuden ja käyttökelpoisuuden sen elinkaaren aikana (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 38).

## 5.2 Jätevesiviemärit

Jätevesiviemäriin mitoituksessa määritetään putken koko sekä putken minimi- ja maksimikaltevuudet. Putken koon mitoittamisella varmistetaan, että viemäriin halkaisija on riittävän suuri mitoitusvesimäärän johtamiseen. Mitoitusvirtaamana käytetään jätevesien huippuvirtaamaa eli suurinta tuntivirtaamaa sen teknisen käyttöikänsä aikana. Mikäli tarkempaa tietoa ei ole, pidetään jätevesiviemäriin teknisenä käyttöikänsä 50–100 vuotta. Jotta viettoviemäriin pohjalle laskeutuva sedimentti irtautuu virtaaman vaikutuksesta ainakin kerran vuorokaudessa, on viemäriputkelle määritetty suositeltavat minimikaltevuudet (taulukko 5). (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 45–50.)

TAULUKKO 5. Jätevesiviemäreiden suositeltavia minimikaltevuuksia (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 50.)

Putken halkaisija [mm]	Pienin suositeltava kaltevuus [‰]	Minimikaltevuus [‰]	Huuhtoutumista vastaava virtaama minimikaltevuus- della [l/s]
150	8,0	5,0	1,9
200	7,0	4,5	2,5
300	6,0	3,0	6,0
400	5,0	2,5	9,0
500	4,0	2,0	14,0
600	3,0	1,6	25,0
800	2,0	1,3	35,0
> 800	1,5	1,0	-

Jätevesiviemäriin putkimateriaalin liiallista kulumista eli eroosiota pyritään välttämään asettamalla putkelle maksimikaltevuus, joka määrittää putkessa virtaavan jäteveden virtausnopeuden. Ohjeellisena suurimpana virtausnopeutena käytetään arvoa 5 m/s. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 53.)

Painovoimaisesti toimivan jätevesiviemärin koon mitoitus aloitetaan laskemalla mitoitusvirtaama (kaava 1). Veden ominaiskäyttönä jätevesivirtaamaa mitoitettaessa voidaan käyttää vuodelle 2030 annettua ennustetta, joka pientaloalueella on keskimäärin 140 l/as/d (taulukko 8). (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 22.) Suurin vuorokausi- ja tuntikäyttökerroin saadaan määritettyä veden käyttäjien määrän avulla kuvien 9 ja 10 kuvaajista.

(1)

$$Q_{jmit} = \frac{c_{dmax} * c_{hmax} * P * Q_{ominaisk}}{3600 * 24}$$

$Q_{jmit}$       *mitoituksessa käytettävä jätevesivirtaama [l/s]*

$P$             *viemäröintialueen asukasmäärä [as]*

$Q_{ominaisk}$     *ominaiskäyttö [l/as/d]*

$c_{dmax}$         *suurin vuorokausikäyttökerroin*

$c_{hmax}$         *suurin tuntikäyttökerroin*

Vaikka jätevesiviemäriin johdetaan pelkästään jätevettä, esiintyy järjestelmässä myös vuotovesiä. Vuotovedellä tarkoitetaan pinta- tai pohjavettä, joka pääsee putkissa ja kaivoissa olevien rakojen, halkeamien, liitosten ja viallisten kohtien kautta jätevesiviemäriin. Vuotovesien määrään vaikuttavat suuresti viemärin kunto ja ikä sekä putkiliitosten materiaali ja tyyppi. Rakennustyön suoritustavalla on myös huomattava vaikutus siihen, kuinka paljon vuotovesiä viemärissä esiintyy. Viemärin mitoitusvirtaamassa tulee täten huomioida jätevesivirtaaman lisäksi myös vuotovesistä aiheutuva virtaama (kaava 2). Viemärin vuotovesien mitoitusarvona käytetään arvoa 0,3–0,6 l/s kilometriä kohden. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010a, 17; Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 47–48.)

(2)

$$Q_{vmit} = Q_{jmit} + Q_{pmit}$$

$Q_{vmit}$             *jätevesiviemärin mitoitusvirtaama [l/s]*

$Q_{jmit}$             *mitoituksessa käytettävä jätevesivirtaama [l/s]*

$Q_{pmit}$             *mitoituksessa käytettävä vuotovesivirtaama [l/s]*

Jätevesiviemäriin putkikoko saadaan määritettyä mitoitusvirtaaman ja veden virtausnopeuden avulla Colebrookin nomogrammeista (kuvat 11 ja 12). Alustavaksi viemäriin kooksi valitaan nomogrammista saatua kokoa lähimpänä oleva suurempi putkikoko. Putkikoon määrittämisen jälkeen tulee viemäriin huuhtoutuminen tarkistaa putkelle valitulla kaltevuudella ja halkaisijalla (kaava 3). Mikäli hankausjännitykseksi saadaan vähintään 1,5 N/m, jätevesiviemäriputki on huuhtoutuva. Hankausjännityksen ollessa alle 1,0 N/m, viemäri ei todennäköisesti huuhtoudu, jolloin putken kaltevuus ja koko tulee määrittää uudelleen. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 49–50.)

(3)

$$T = \gamma * g * l * R$$

$T$	<i>hankausjännitys</i> [ $N/m^2$ ]
$\gamma$	<i>veden tiheys</i> [ $1000\ kg/m^3$ ]
$g$	9,81 [ $m/s^2$ ]
$l$	<i>putken kaltevuus</i> [ $m/m$ ]
$R$	<i>hydraulinen säde</i> [ $m$ ]

### 5.3 Hulevesiviemärit

Hulevesiviemäri on tarkoitettu veden johtamiseen, joten rakennetulla alueella hulevesiviemäriin mitoitusperusteena käytetään yleensä rankkasateen aiheuttamaa hulevesivirtaamaa valitulla toistuvuudella. Joissakin tapauksissa myös lumen sulamisesta aiheutuva virtaama voi toimia mitoittavana tekijänä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 206; Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 119, 121.)

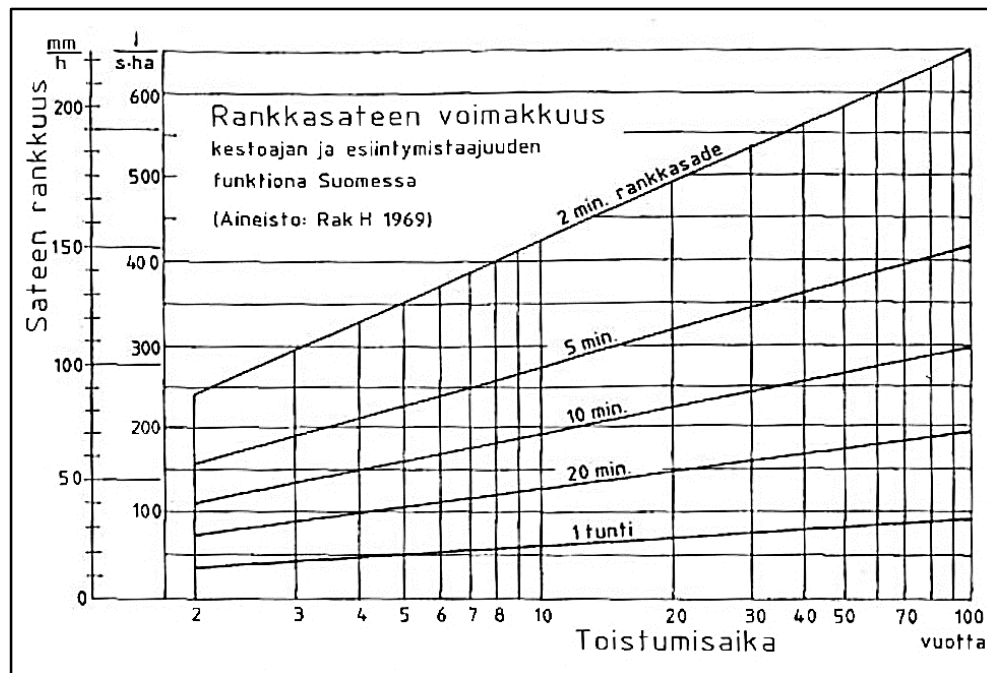
Mitoitusvirtaama eli pintaveden maksimivirtaama määräytyy valuma-alueen, valumakerroimen sekä mitoitusasteen rankkuuden ja keston perusteella. Hulevesiviemäriin koon määrittämiseen tarvitaan mitoitusvirtaaman lisäksi tiedot putken kaltevuudesta ja veden virtausnopeudesta. Virtaamalla tarkoitetaan sitä veden määrää, joka virtaa aikayksikössä vesiuoman tietyn poikkileikkauksen kautta. Alue, jolta uoman kautta virtaavat vedet kertyvät, kutsutaan puolestaan valuma-alueeksi. Koska osa hulevedestä haihtuu ilmaan, imeytyy maahan ja pidättyy kasveihin, tarvitaan valumakerroin osoittamaan, kuinka suuri osa hulevedestä on huomioitava mitoituksessa (taulukko 6). (Suomen Kuntaliitto 2012, 206; Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 119–121.)

TAULUKKO 6. Alueelliset valumakertoimet kaupunkiolosuhteissa (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 120)

<b>Alueen laatu</b>	<b>Valumakerroin</b>
Umpinaiset kerrostalokorttelit / kestopäällysteiset pihat	0,80
Umpinaiset kerrostalokorttelit / Sorapäällysteiset ja istutuksia sisältävät pihat	0,70
Avoimet kerrostalokorttelit	0,60 – 0,40
Rivitaloalueet ja vastaavat	0,35
Omakotialueet / pienet tontit	0,30 – 0,25
Omakotialueet / suuret tontit	0,25 – 0,20
Urheilu- ja leikkikentät	0,20
Suurehkot puistoalueet, joutomaa	0,10 – 0,05

Sateen rankkuus on keskeinen suure hulevesiviemärin mitoituksessa ja se kuvaa lyhyenä ajanjaksona tietylle alueelle sataneen veden määrää. Hulevesiviemäriverkkoa ei mitoiteta kaikkein rankimpien sateiden vesien johtamiseen, vaan suurimpien sateiden aikana verkon hetkellinen tulviminen ja lyhytaikaisten vesilammikoiden muodostuminen muun muassa kadun alavimpiin kohtiin sallitaan. Mitoitussateena käytetään yleensä kerran kahdessa vuodessa toistuvaa 10 minuutin rankkasadetta, joka on  $125 \text{ l/s} * \text{ha}$  (kuva 7). (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 120, 122.)





KUVA 7. Rankkasateen voimakkuus Suomessa (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 121)

Hulevesiviemäriputkille on määritelty minimi- ja maksimikaltevuudet, joilla putki toimii ongelmitta. Minimikaltevuus riippuu siitä veden pienimmästä määrästä, jolla putki puhdistuu itsestään. Tästä johtuen se on kaltevuuksista tärkeämpi. Pienimpänä sallittuna virtausnopeutena on käytetty 1,0 m/s ja suurimpana 3,0 m/s. Taulukossa 7 on esitetty hulevesiviemäriputkelle suositeltavat kaltevuudet putkikoon mukaan. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 122.)

TAULUKKO 7. Hulevesiviemäriin suositeltavat minimi- ja maksimikaltevuudet (Suomen Kuntaliitto 2012, 212)

Putkikoko [mm]	Minimikaltevuus [‰]	Maksimikaltevuus [‰]
200	4,5	120
300	3,0	70
400	2,5	50
500	2,0	40
600	1,6	30
800	1,0	20
1200	1,0	15
1600	1,0	10

Hulevesiviemärin putkikoko saadaan määritettyä kuvan 8 virtausnomogrammin avulla virtaaman, putken kaltevuuden ja virtausnopeuden mukaan. Mitoitusvirtaama lasketaan kaavalla (4).

(4)

$$Q = i * u * F$$

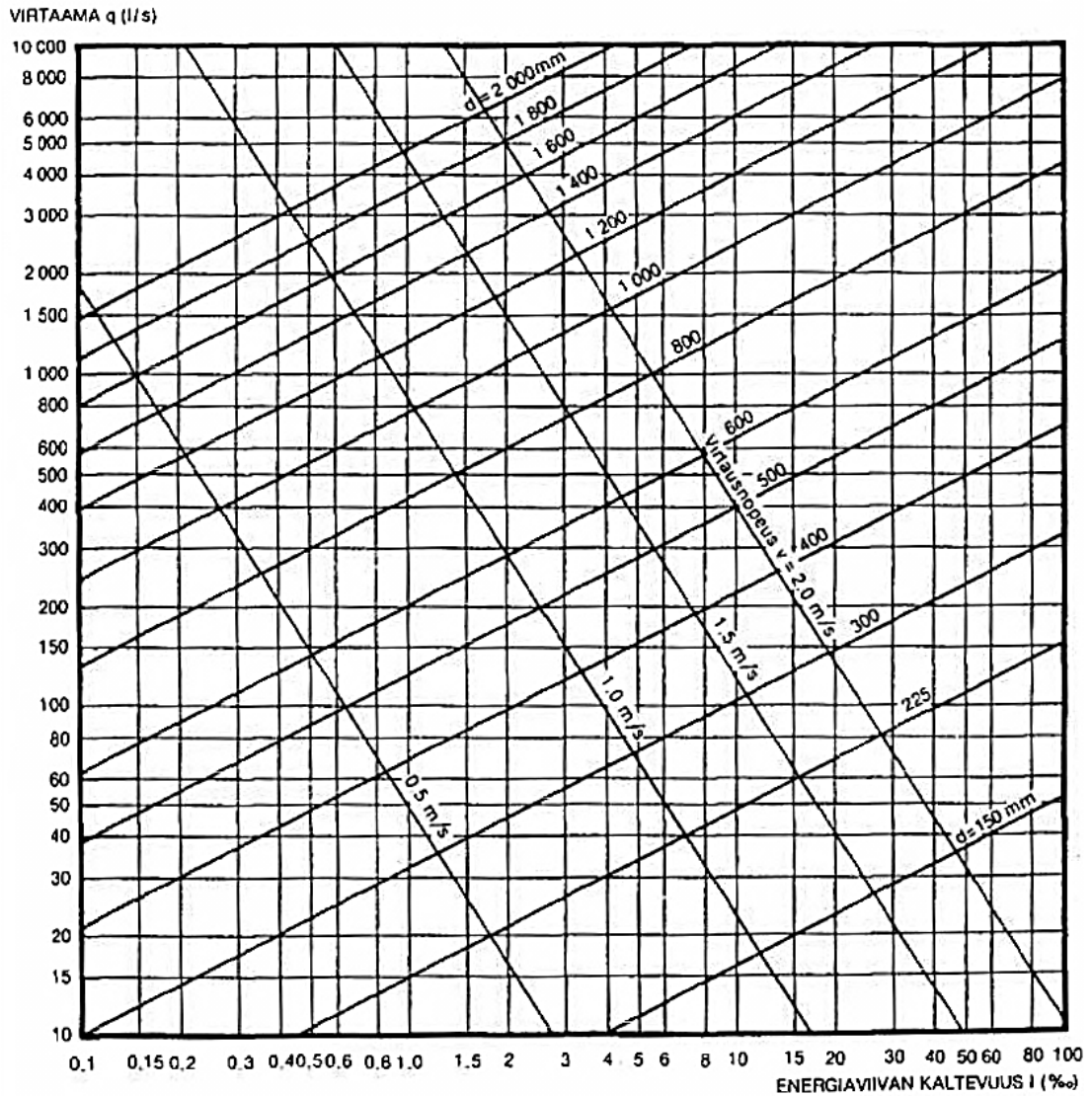
$Q$	virtaama [l/s]
$i$	mitoitussateen rankkuus [l/s * ha]
$u$	valumakerroin
$F$	valuma-alueen pinta-ala [ha]

Hulevesiviemäriputken materiaali on pääsääntöisesti joko muovia tai betonia. Muovilaaduista yleisimmin käytettyjä ovat PVC ja PEH. Hulevesiviemäriputki rakennetaan hulevesikaivojen välillä suoraksi, mikä helpottaa osaltaan putkien ylläpitoa ja kunnan valvontaa. Hulevesiviemäri pyritään normaalitilanteessa sijoittamaan vesijohdon ja jätevesiviemärin yläpuolelle sellaiseen syvyyteen, että esimerkiksi kiinteistöt pystyvät liittymään siihen ilma pumppausta. (Suomen Kuntaliitto 2012, 191; Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 123.)

Hulevesiputkien tarkastus-, huolto- ja kunnostustoimenpiteitä varten putkilinjaan rakennetaan tarkastuskaivoja vähintään 50–80 metrin välein. Kaivot sijoitetaan pääosin maaston tai kadun tasauksen alimpiin kohtiin, jolloin ne johtavat pintavaluntana tulevan veden maan alle hulevesiviemäriverkkoon. Hulevesikaivojen määrä riippuu kadun kaltevuudesta ja valuma-alueen koosta. Yhtä kaivoa kohti saisi olla enintään 500–800 m<sup>2</sup> päällystettyä pintaa. (Suomen Kuntaliitto 2012, 191; Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 124.)

Hulevesikaivot toimivat myös kiinteistöjen tonttijohtojen liitoskohtana, mikä helpottaa osaltaan tonttijohtojen kunnossapitoa. Kiinteistöillä syntyvät hulevedet, kuten kattovedet ja rakenteiden kuivatuksesta syntyvät salaojavedet, voidaan kerätä tontilla sijaitsevaan tarkastuskaivoon, josta se yhdistetään katualueella sijaitsevaan hulevesikaivoon. (Suomen Kuntaliitto 2012, 191.)

Hulevesikaivot on tehty yleensä joko betonista tai muovista, ja niiden korkeudensäätö tapahtuu usein teleskooppisesti toimivan kansiston avulla. Kadulta huuhtoutuvan hiekan pääsy hulevesilinjaan estetään kaivoon jätettävän sakkapesän avulla. Kaivon lähtöputki asennetaan noin 0,6 metriä kaivon pohjan yläpuolelle, jolloin kaivoon syntyy sakkapesä hiekkaa ja muita veden mukanaan tuomia roskia varten. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 124.)



KUVA 8. Virtausnomogrammi virtaaman, putken kaltevuuden ja virtausnopeuden mukaan (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 121)

## 5.4 Vesijohdot

Vesijohto mitoitetaan yleensä suurimman tunnissa käytettävän vesimäärän eli huipputuntikäytön mukaan. Huipputuntikäytön määrittämiseksi, tulee ensin laskea suunniteltavan alueen keskimääräinen vedenkäyttö vuorokaudessa (kaava 5). Keskimääräisen vuorokausikäytön määrittämiseen tarvitaan tieto veden ominaiskäytöstä, joka koostuu talouksien, palvelutoimintojen ja teollisuuden käyttämästä vedestä sekä yleisestä vedenkäytöstä ja vuotovesistä. Ominaiskäytöllä tarkoitetaan yhdelle asukkaalle jaettua keskimääräistä vedenkäytön määrää vuorokaudessa. Vesijohtoa ei mitoiteta vallitsevan tilanteen mukaan, vaan mitoituksen ennustejaksona tulisi käyttää vähintään 20–40 vuotta. Vesijohdon mitoituksessa voidaan käyttää taulukossa 8 esitettyjä ominaiskäytön ennustearvoja vuodelle 2030. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 11, 15, 22, 34.)

(5)

$$Q_{d\text{keskim}} = \frac{Q_{\text{ominaiskäyttö}} * P}{1000}$$

$Q_{d\text{keskim}}$  keskimääräinen vedenkäyttö tunnissa [ $m^3/d$ ]

$Q_{\text{ominaiskäyttö}}$  ominaiskäyttö [ $l/as/d$ ]

$P$  vedenkäyttäjien lukumäärä [ $as$ ]

TAULUKKO 8. Veden ominaiskäyttö ja sen vaihtelut (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 22)

Rakennus- tyyppi	Veden ominaiskäyttö [ $l/as/d$ ]			
	Vuosi 2010		Ennuste vuodelle 2030	
	Keskimäärin	Vaihteluväli	Keskimäärin	Vaihteluväli
Pientaloalueet	130	100..150	140	100..160
Kerrostaloalueet	210	140..260	200	120..250

Suurimman veden vuorokausikäytön (kaava 6) ja huipputuntikäytön (kaava 7) määrittämiseksi tarvittavat kertoimet saadaan kuvien 9 ja 10 kuvaajista (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 23, 25).

(6)

$$Q_{dmax} = c_{dmax} * Q_{dkeskim}$$

$Q_{dmax}$  suurin vuorokausikäyttö [ $m^3/d$ ]

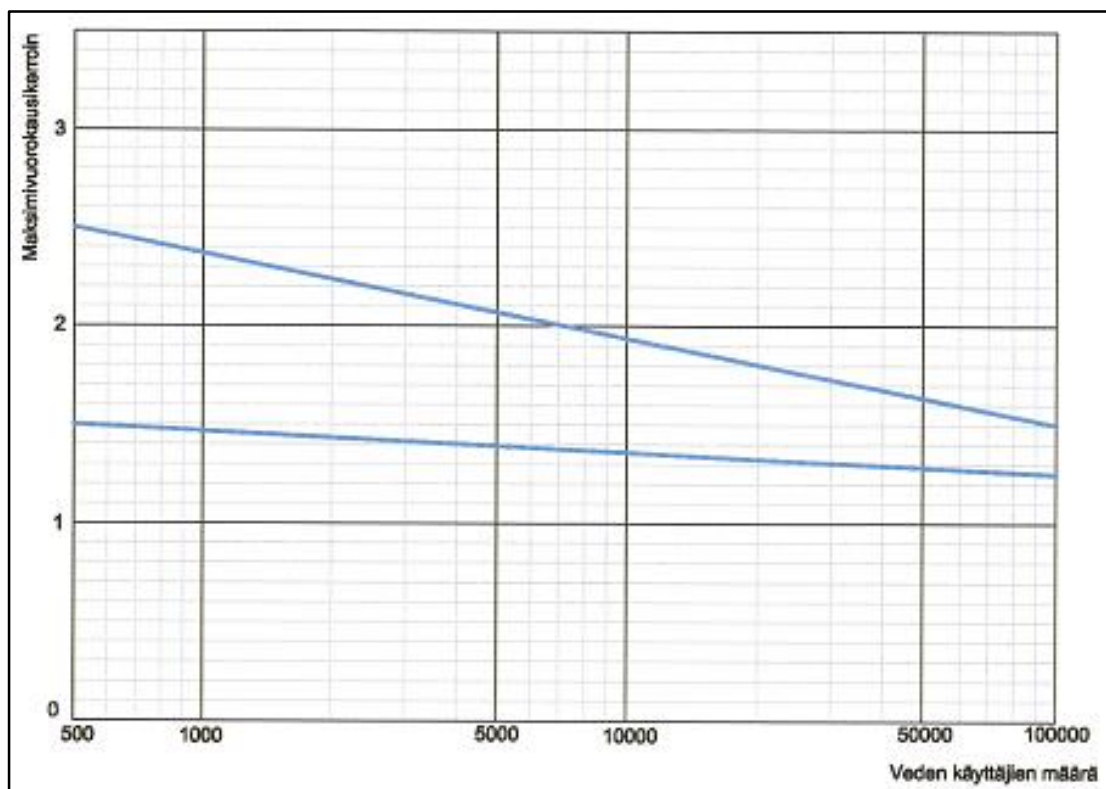
$c_{dmax}$  maksimivuorokausikerroin

(7)

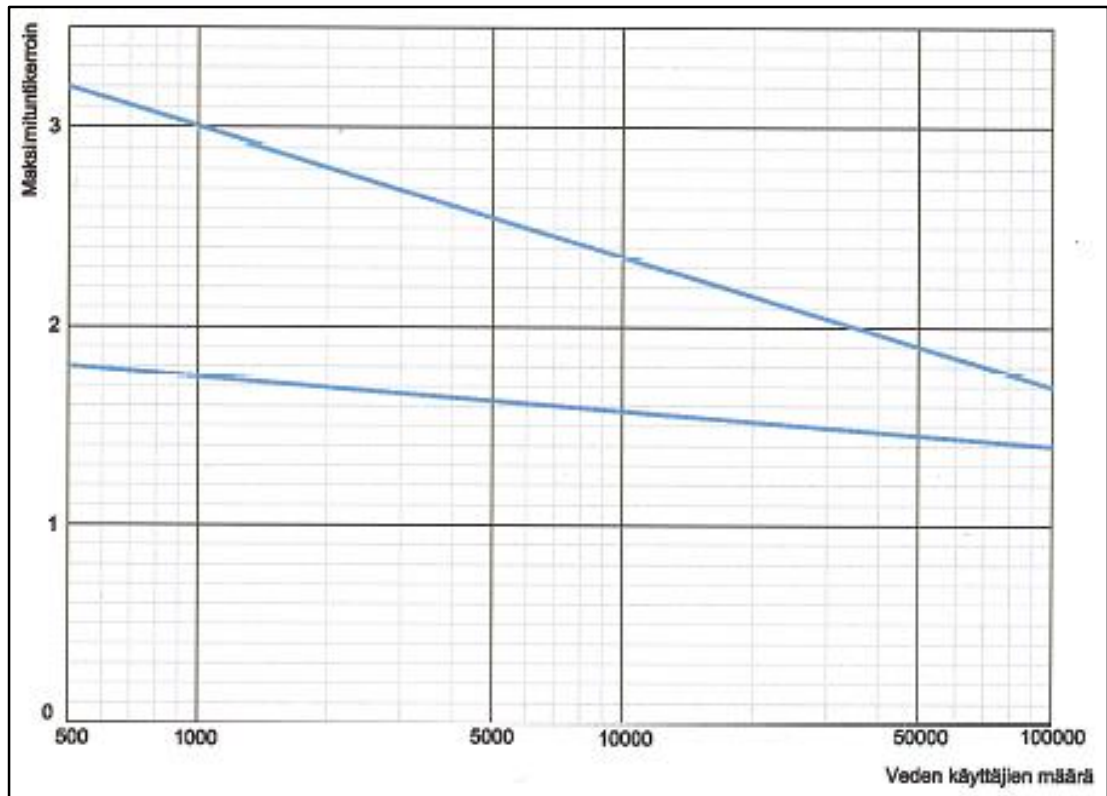
$$Q_{hmax} = c_{hmax} * c_{dmax} * Q_{dkeskim}$$

$Q_{hmax}$  huipputuntikäyttö [ $m^3/d$ ]

$c_{dmax}$  huipputuntikerroin



KUVA 9. Maksimivuorokausikerroin (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 23.)



KUVA 10. Maksimituntikerroin (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 23.)

Vesijohtojen mitoituksessa tarvitaan huipputuntikäytön lisäksi tieto myös veden pienimmästä tuntikäytöstä. Tietoa käytetään arvioitaessa jatkuvan pumppauksen tarvetta esimerkiksi paineenkorotusasemilla ja laitoksilla. Pienin tuntikäyttö esiintyy yleensä yöaikaan ja sen avulla pystytään havaitsemaan myös vesijohtoverkossa olevia vuotoja. Pienin tuntikäyttö saadaan määritettyä kaavan 8 avulla. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 25.)

(8)

$$Q_{hmin} = c_{hmin} * Q_{dkeskim}$$

$Q_{hmin}$  pienin tuntikäyttö [ $m^3/d$ ]

$Q_{dkeskim}$  keskimääräinen vedenkäyttö tunnissa [ $m^3/d$ ]

$c_{hmin}$  pienin tuntikäyttökerroin [voidaan käyttää arvoa 0,3]

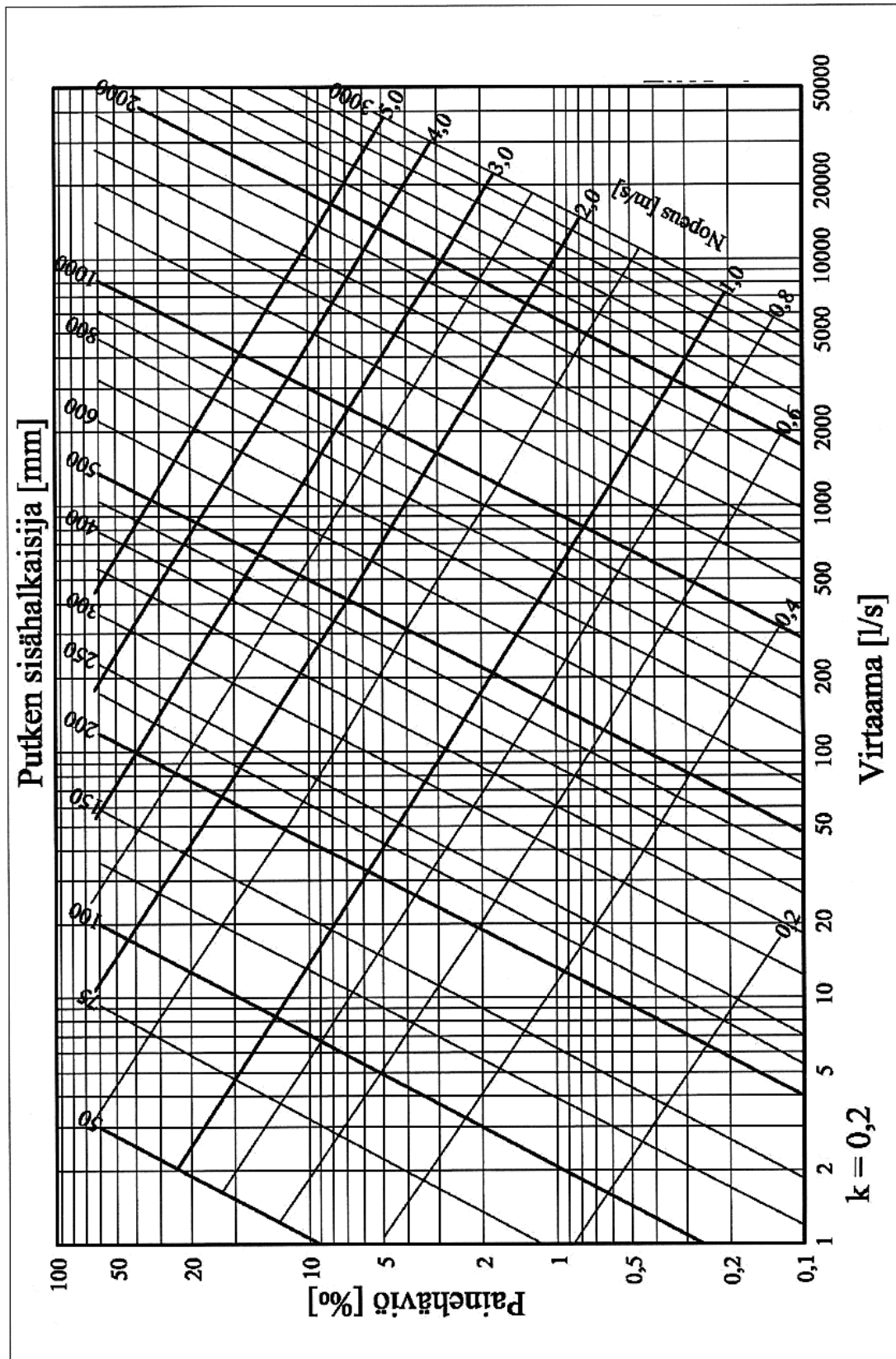
Vesijohtoputkissa esiintyvät painehäviöt kuvaavat osaltaan putkiosuuksien väljyyttä tai ahtautta vedenjohtamistilanteissa. Painehäviöiden laskenta on tästä johtuen keskeinen osa vesijohtojen mitoituslaskelmia. Yleisimmin käytetyt kaavat vesijohdossa tapahtuvien virtaushäviöiden laskemiseen on yleinen kitkahäviökaava (9) ja Hazen-Williamsin kaava (10). (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 29, 35–37.)

(9)

$$h_f = f * \frac{L}{d} * \frac{v^2}{2g}$$

$h_f$	<i>virtaushäviö [m]</i>
$f$	<i>kitkahäviökerroin</i>
$L$	<i>putken pituus [m]</i>
$d$	<i>putken halkaisija [m]</i>
$v$	<i>veden keskimääräinen nopeus [m/s]</i>
$g$	<i>maan vetovoiman kiihtyvyys [9,81 m/s<sup>2</sup>]</i>

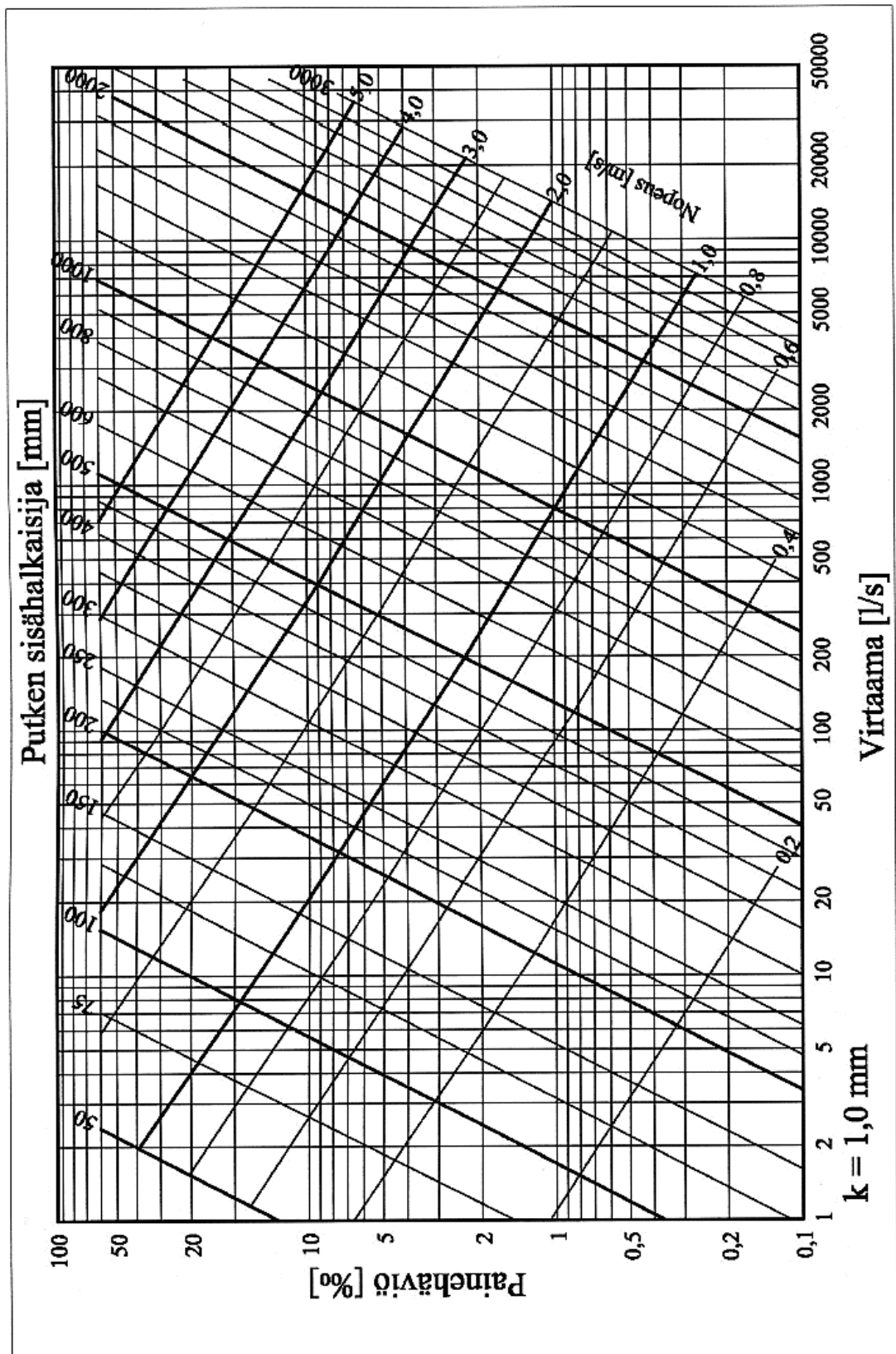
Yleisestä kitkahäviökaavasta (9) on laadittu muun muassa erilaisia nomogrammeja, kuten Colebrookin nomogrammit, jotka on tehty kahdelle putken karkeuskertoimen arvolle. Näistä pienempää arvoa käytetään olemassa oleville muoviputkille ja suurempaa vanhoille valurautaputkille. Karkeuskertoimien arvoille 0,2 mm ja 1,0 mm laaditut nomogrammit on esitetty kuvissa 11 ja 12. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 36, 145–146.)



KUVA 11. Colebrookin nomogrammi, karkeuskerroin  $k = 0,2$  mm

(Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 145)





KUVA 12. Colebrookin nomogrammi, karkeuskerroin  $k = 1,0 \text{ mm}$

(Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 146)

Hazen-Williamsin kaavaa (10) sovelletaan sisähalkaisijaltaan vähintään 50 millimetrin putkille, joiden virtausnopeus on enintään 3 m/s. Taulukossa 9 on lueteltu Hazen-Williamsin kertoimen  $C$  -arvot putken materiaalin mukaan. Kahden luvun välillä vaihtelevista  $C$  -arvoista ensimmäinen vastaa vanhan valurautaputken ja jälkimmäinen uuden muoviputken arvoa. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 36–37.) Kaavassa 10 tarvittava energiaviivan kaltevuus saadaan laskettua kaavan 11 avulla (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 36).

TAULUKKO 9. Hazen-Williamsin kertoimien  $C$  -arvoja (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 37)

Putken materiaali	$C$
Asbestisementti	140
Betoni	120..140
Galvanoitu putki	120
Kupari	130..140
Messinki	130..140
Muovi	140..150
Teräs	110..120
Valurauta	130

(10)

$$Q = 0,278 * C * d^{2,63} * I^{0,54}$$

$Q$       *virtaama [m<sup>3</sup>/s]*

$C$       *Hazen – Williamsin kerroin*

$d$       *putken halkaisija [m]*

$l$       *energianviivan kaltevuus [m/m]*

(11)

$$l = \frac{h_f}{L}$$

$h_f$       *virtaushäviö [m]*

$L$       *laskentaputken pituus [m]*

## 6 SUUNNITTELUKOHDE

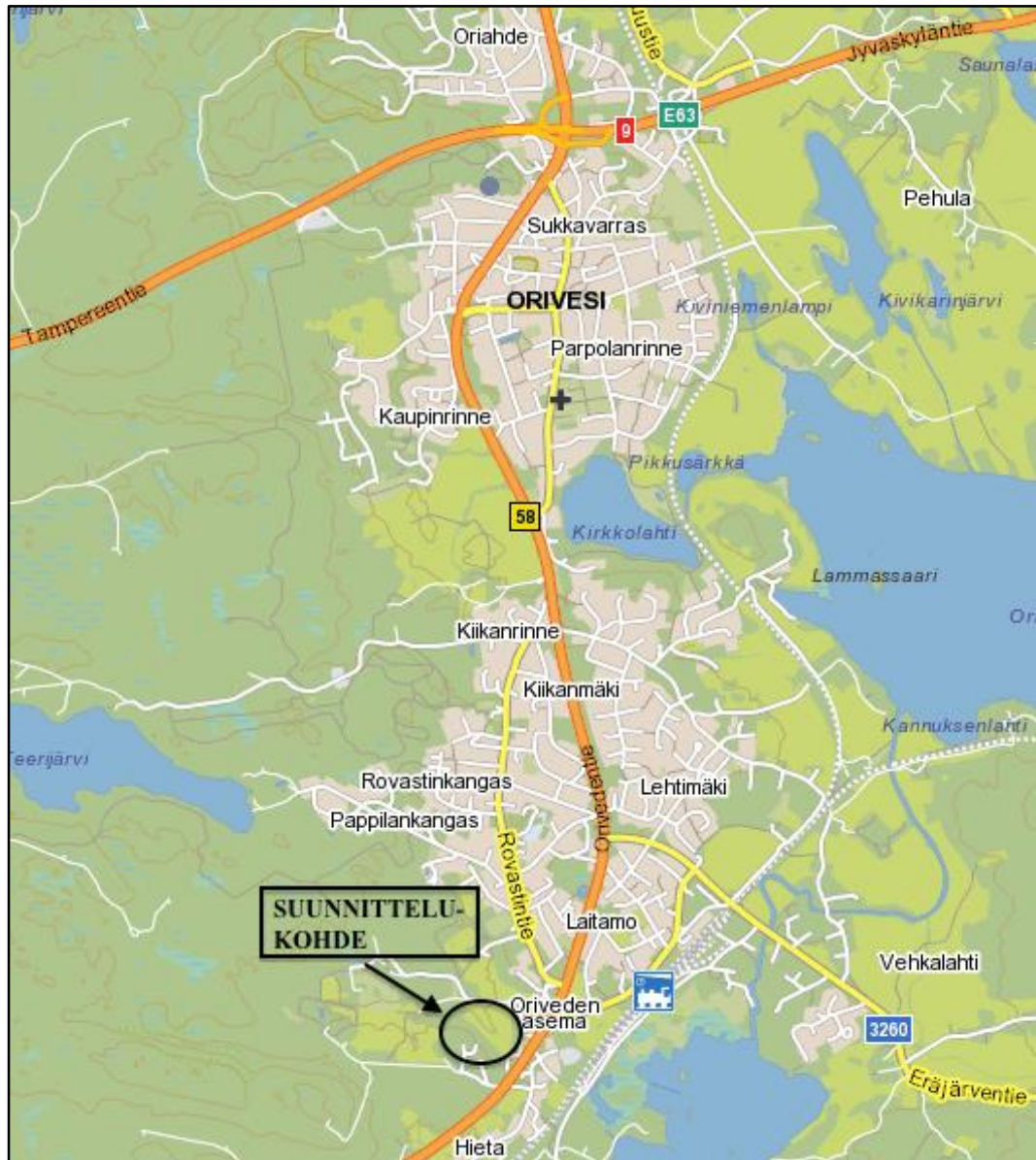
### 6.1. Esittely

Oriveden kaupunki sijaitsee Pirkanmaalla, Länsi-Suomen läänissä reilu 40 kilometriä Tampereelta koilliseen (kuva 13). Pinta-alaltaan vajaan 1 000 neliökilometrin Orivedellä on Tampereen lisäksi yhteensä kuusi rajanaapurikuntaa: Kangasala, Ruovesi, Juupajoki, Jämsä, Kuhmoinen ja Kuhmalampi. Lämpökululiikennettä Orivedellä riittää keskusta-alueen läheisyydessä kulkevan valtatie 9:n sekä kantateiden 58 ja 66 johdosta. Kesäkaupungiksi lukeutuvan Oriveden noin 9 700:n asukasmäärä kohoaa kesäaikana mökkiläisten ja kesäasukkaiden ansiosta. Ympärivuotisista asukkaista noin kaksi kolmasosaa asuu kaupungin taajama-alueilla. (Oriveden kaupunki 2015a.)



KUVA 13. Oriveden kaupungin sijainti (Google Maps 2015, muokattu)

Opinnäytetyön suunnittelukohteena oleva Kajarinteen alue sijaitsee Oriveden kaupungin asemakaava-alueen eteläpuoleisella asemanseudulla (kuva 14). Alueelle on kaavoitettu paikat kahdelle tonttikadulle sekä kolmelle jalankululle ja pyöräilylle varatulle kadulle, joista yhdellä ajo tonteille on sallittu. Suunnittelualue kattaa viisi erillispientalojen korttelia, joissa on yhteensä 23 tonttia. Lisäksi alueelle on kaavoitettu lähivirkistysalueita ja leikkipuisto.



KUVA 14. Suunnittelukohteen sijainti Orivedellä (Fonecta Kartat 2015, muokattu)



Suunnittelukohde sijaitsee puuttomalla peltoalueella, jossa maaperä on alueella aikaisemmin suoritettujen maarakennustöiden aikana tehtyjen havaintojen perusteella savimaata. Näkymiä suunnittelualueelta on esitetty kuvissa 15, 16, 17 ja 18.



KUVA 15. Suunnittelukohde kuvattuna luoteesta (Oriveden kaupunki 2015e, muokattu)



KUVA 16. Suunnittelukohde kuvattuna etelästä (Oriveden kaupunki 2015e, muokattu)



KUVA 17. Suunnittelualue kuvattuna lännestä Yläniementieltä  
(Kuva: Aino Tuikka 2013)



KUVA 18. Suunnittelualue kuvattuna etelästä Arosillantieltä  
(Kuva: Aino Tuikka 2013)



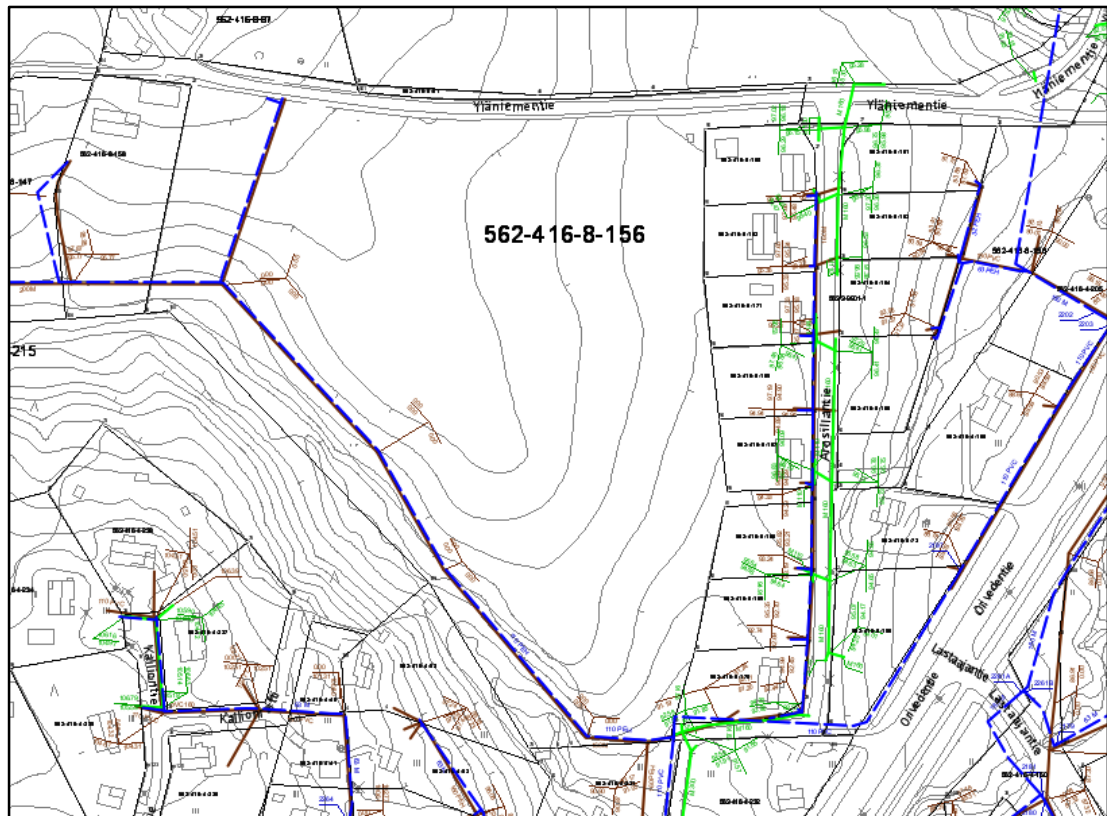
## 6.2. Rakennushistoria

Kajarinteen alueen itäpuolelle on rakennettu vuoden 2011 syksyllä vesihuoltolinjat tonttivarauksineen kolmen erillispientalokorttelin alueelle, jossa on yhteensä 12 tonttia sekä yksi tontit paikallisverkkoon yhdistävä tonttikatu. Tonttikatuna oleva Arosillantie on rakennettu vesihuoltolinjojen tapaan syksyllä 2011. Kuvassa 19 on esitetty asemakaava Rovastintien eteläpään ympäristöstä, mikä kattaa sekä Kajarinteen että Arosillantien alueet.



KUVA 19. Asemakaava Rovastintien eteläpään ympäristöstä (Oriveden kaupunki 2010)

Suunnittelualueen lounaispuolella sijaitsee olemassa oleva talousveden jakelujohto sekä jäteveden kokoojaviemäri, joita on pyritty hyödyntämään mahdollisimman paljon alueen uusien vesihuoltolinjojen suunnittelussa (kuva 20). Molemmat linjat ovat muovilinjoja vesijohdon halkaisijan ollessa 110 mm ja viemäriin 160 mm. Vanhat vesihuoltolinjat määräävät muun muassa suunniteltavien linjojen dimensioita, korkoja ja sijainteja. Kuvassa 20 esitettyssä kartassa vesijohdot on esitetty sinisellä, jätevesiviemärit punaruskealla ja hulevesiviemärit vihreällä värillä.



KUVA 20. Rovastintien eteläpään ympäristön nykyiset vesihuoltolinjat  
(KeyAqua Orivesi 2015)

### 6.3. Suunnitelmien laatiminen

Kunnallistekniikan suunnittelua varten on olemassa useita eri suunnitteluohjelmia. Ori-veden kaupungilla on käytössä Cad-Quality Finland Oy:n FIKSU - Kunnallistekniikka -ohjelmisto, jonka avulla opinnäytetyöhön liittyvät katu- ja vesihuoltosuunnitelmat on laadittu.

FIKSU - Kunnallistekniikka on teiden, katujen ja vesihuollon suunnitteluun tarkoitettu AutoCAD -pohjainen ohjelmisto, jossa suunnittelu tehdään numeerisessa muodossa olevan karttapohjan päällä. Korkeuskäyrien, leikkauksien sekä kolmio- ja neliöverkkojen laskenta tapahtuu erillisellä maastomalliohjelmistolla. (CAD-Q Addnote Group 2015). Ohjelmistosta saatavia tulosteita ovat muun muassa kadun ja vesihuollon asemapiirustukset, pituusleikkaukset, paalukohtaiset poikkileikkaukset sekä kaivokortit.



## 6.4 Suunnittelu ja mitoitus

### 6.4.1 Tonttikadut

#### Rakennekerrokset

Oriveden kaupungilla on vakiintunut mitoituskäytäntö, jonka mukaan tonttikatujen rakennekerrokset rakennetaan. Suunnittelualan katujen katuluokka on saatu taulukosta 2 ja katurakenteelta vaadittava kantavuus taulukosta 3. Maapohjan kantavuusluokka ja sen mukainen kantavuus on saatu puolestaan taulukosta 1. Oriveden kaupungin käyttämien rakennekerrosten materiaalien ja vahvuuksien mukaan laskettu kantavuus on määritetty Odemarkin yhtälön avulla (kuvio 1). Kadun rakennekerrosten materiaalit, paksuudet ja kimmomoduulit sekä niiden mukaan laskettu kadun kantavuus on esitetty taulukossa 10.

TAULUKKO 10. Suunniteltavien tonttikatujen rakennekerros- ja kantavuustiedot

Rakennekerros	Materiaali	Paksuus [mm]	E-moduuli [MN/m <sup>2</sup> ]	Laskettu kantavuus	Vaadittava kantavuus
Kulutuseros	AB 16	50	2500		
Kantava kerros	KaM 0/32	150	280		
Jakava kerros	KaM 0/90	350	200	219,93	200,00
Suodatinkerros	Hk	250	70	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>
Routaeriste		50–100			
Maapohja	Sa		20		

Orivedellä on routaeristetty katurakenteet 2000 -luvun alkupuolelta lähtien katujen tasaisemman routimisen saavuttamiseksi. Lisäksi kadun keskiosassa on käytetty kaksinkertaista routaeristepaksuutta keskihalkeamien synnyn ehkäisemiseksi. (Jokinen 2015.) Routaeristeenä on käytetty puolipontattuja suulakepuristetusta polystyreenistä tehtyjä routa-levyjä, joiden paksuus on 50 mm (Finnfoam Oy 2015a; Finnfoam Oy 2015b.)

Kadun rungon kuivatus tehdään salaojituksella, jolloin pintavesien johtamista varten ajoradan sivuilla voidaan käyttää painanteita (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 52, 131). Kadun pohja muotoillaan pinnan tapaan kaksipuoleisesti sivukaltevaksi ja salaojaputket sijoitetaan kadun molempiin reunoihin. Salaojaputkina käytetään halkaisijaltaan 110 mm muoviputkia ja putkien minimikaltevuutena 0,5 %. Salaojat yhdistetään sadevesikaivoihin. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 131.)

### **Poikkileikkaus**

Suunniteltavien katujen toiminnallinen luokitus on tonttikatu, mikä tarkoittaa niiden mahdollistavat ajoyhteyden kokoojakadulta tonteille (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 45). Katualue on leveydeltään 10 metriä ja suunniteltavat tonttikadut 5 metriä. Kadun suunniteltu leveys mahdollistaa esimerkiksi kahden pakettiauton kohtaamisen 40 km/h mitoitusnopeudella siten, että autot hiljentävät hieman nopeutta kohdatessaan, mutta eivät joudu pysähtymään. Pakettiautojen katsotaan tarvitsevan yhteensä 4,0 metriä leveän liikennetilän. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 46.) Mitoitusajoneuvojen sivuetaisyys toisistaan kohtaamistilanteessa tulee olla vähintään 0,4 metriä (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 47). Suunniteltavilla kaduilla sivuetaisyys on käytetty 0,5 metriä. Kummankin mitoitusajoneuvon ulkoreunaan jätetään 0,25 metriä leveä tila, jolloin ajoradan kokonaisleveydeksi saadaan 5,0 metriä. Katuväläistykseen on varattava riittävästi tilaa kadun poikkileikkauksessa. Tonttikadulla pylväät tulee sijoittaa vähintään 0,75 metrin päähän ajoradan reunasta. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 52.)

### **Geometria**

Suunnittelualan tonttikatujen pituuskaltevuuden minimiarvona käytetään 0,5 % ja enimmäisarvona 12 %. Liittymien kohdalla pituuskaltevuus on enintään 4 %. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 64–65.) Leveydeltään alle 6 metristen katujen sivukaltevuus on usein yksipuoleinen ja sivukaltevuus 3 % (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 52, 128). Suunnittelualan tonttikadut on mitoitettu kaksipuoleisesti sivukalteviksi edellä mainittujen ohjeiden mukaan.

## 6.4.2 Jätevesiviemärit ja -kaivot

### Jätevesiviemärit

Jätevesiviemäreiden suunnittelussa on pyritty hyödyntämään mahdollisimman paljon suunnittelualueen lounaisosassa sijaitsevaa kokoojaviemäriä. Kajarinteentien lounaispuolella sijaitseville tonteille varaukset tehdään talousveden tonttijohtojen viereen eli tonttien lounaisreunalle. Kajarinteenpuistossa valmiina olevassa kokoojaviemärissä tarkastuskaivojen välit vaihtelevat noin 50 metristä vajaan 90 metriin. Viemäriin kunnossapidon kannalta tiheämpi kaivoväli ei olisi pahitteeksi, joten kokoojaviemäriin rakennetaan tarkastuskaivoja tonttiviljojen liitoskohdiksi. Näin viemärissä olevien kaivojen välit lyhenevät eikä Kajarinteentien poikki tarvitse tehdä tontteja varten vesihuollon alituksia.

Kajarinteentien kokoojaviemäri on suunniteltu purkavaksi Kajarinteenkujan kokoojaviemäriin, josta jätevedet johdetaan edelleen Kajarinteenpuistossa sijaitsevaan olemassa olevaan kokoojaviemäriin. Jätevesiviemärin mitoitusvirtaama on laskettu kaavojen 1 ja 2 avulla. Taulukossa 11 on esitetty mitoitusvirtaaman laskennassa käytetyt lähtöarvot. Suurimmat vuorokausi- ja tuntikäyttökertoimet on saatu kuvien 9 ja 10 kuvaajista.

TAULUKKO 11. Mitoitusvirtaaman määrittämisen lähtöarvoja

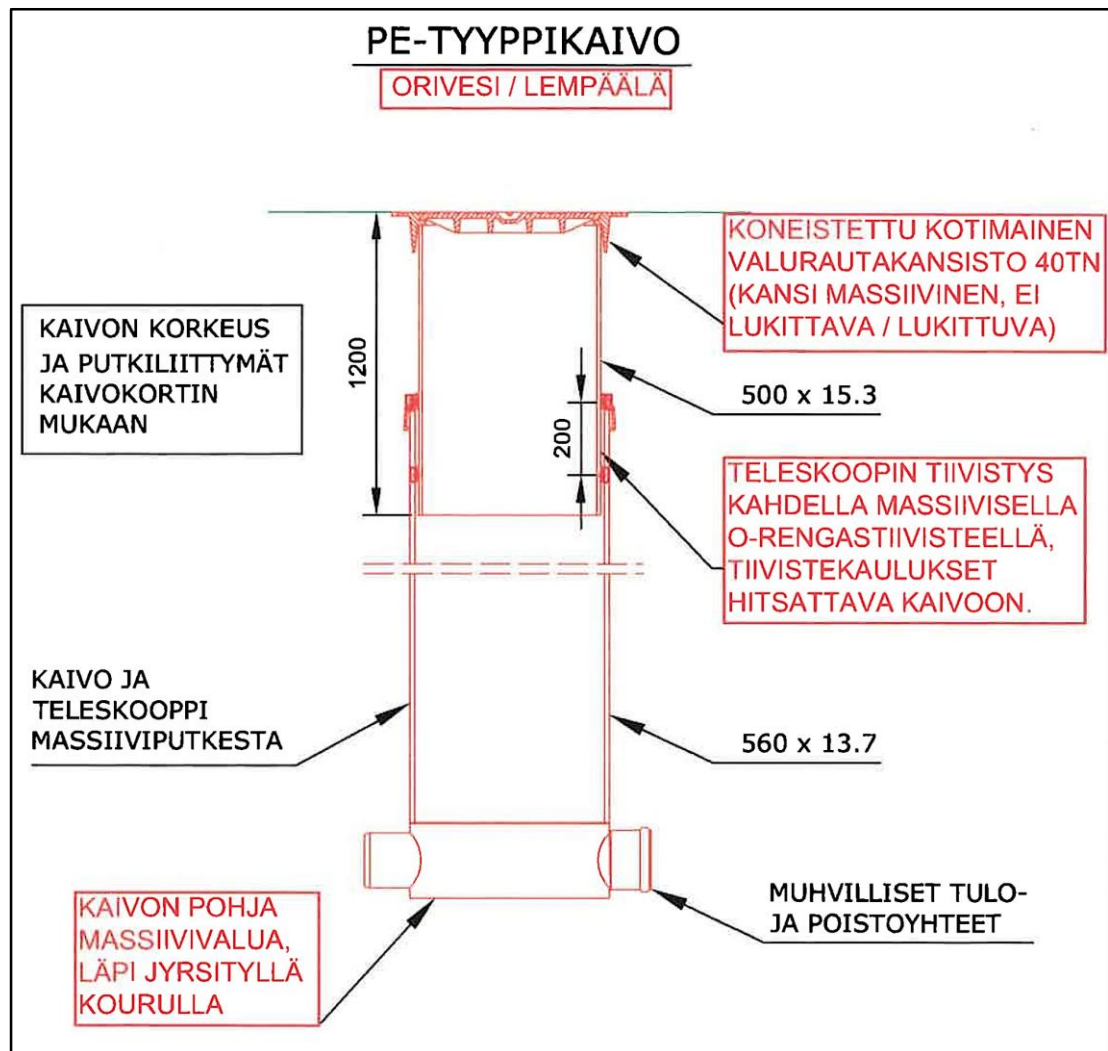
Viemärintialueen asukasmäärä	48 as
Ominaiskäyttö	140 l/as/d
Viemärin pituus	
- Kajarinteentie	95 m
- Kajarinteenkuja	190 m
Vuotovesien mitoitusarvo	0,45 l/s/km

Kajarinteentien ja Kajarinteenkujan kokoojaviemäreinä käytetään halkaisijaltaan 160 mm ja tonttiviljojen viemäreinä 110 mm PP-putkia. Viemäreissä käytettävät minimikaltevuudet määrättyvät taulukossa 5 esitettyjen suositusten mukaan.

## Tarkastuskaivot

Jäteveden tarkastuskaivojen sijainnit määräytyvät pitkälti rakennettavien tonttviemäreiden mukaan. Kaivoja on sijoitettu myös kokoojaviemäreiden risteys- ja kulmakohtiin.

Oriveden kaupunki käyttää jäteveden tarkastuskaivona Orivesi/Lempäälä -mallista PE -tyyppikaivoa (kuva 21). Kaivon pohja on massiivivalua, jossa on läpijyrsityt kourut. Tulo- ja poistoyhteet ovat muhvillisia. Massiiviputkesta tehtyjen kaivorungon ja teleskoopin halkaisijat ovat 560 mm ja 500 mm. Teleskooppi tiivistetään kaivon runkoon kahdella massiivisella O -rengastiivisteellä, joiden kaulukset on hitsattu kaivorunkoon. Kansistona käytetään kotimaista massiivisella kannella varustettua valurautakansistoa.

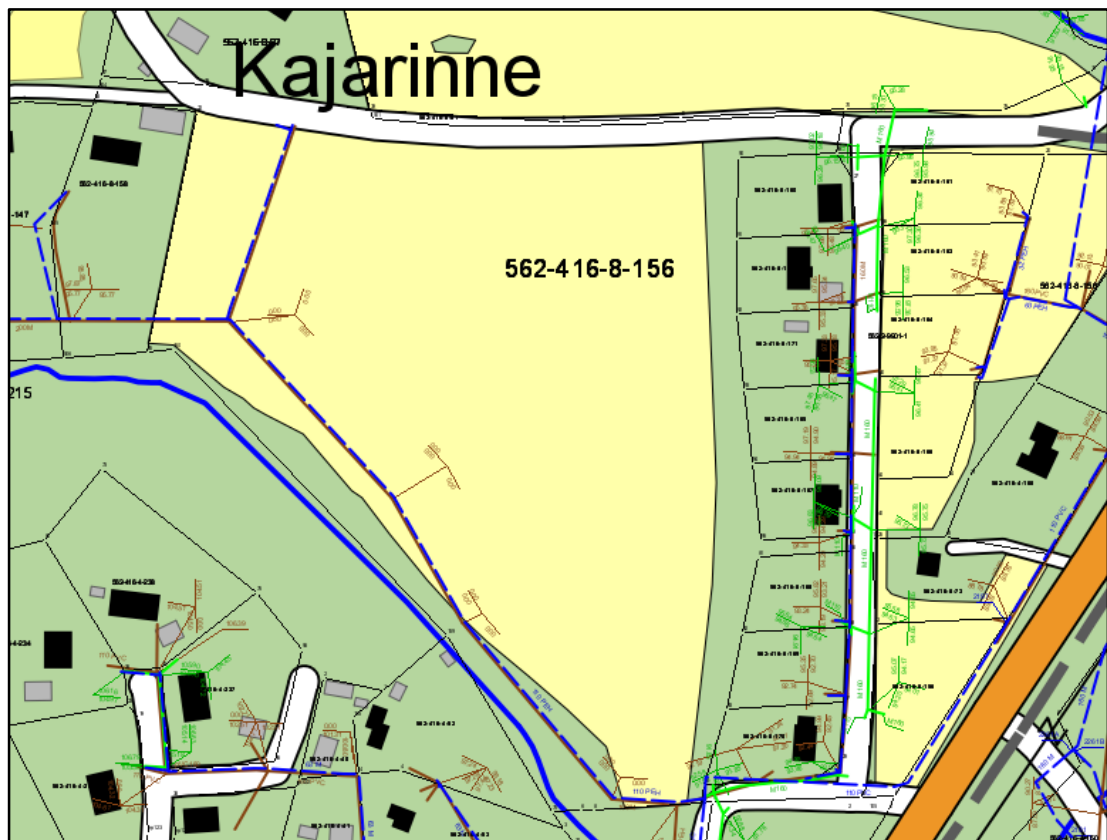


KUVA 21. PE -tyyppikaivo, malli Orivesi/Lempäälä (Oriveden kaupunki)

### 6.4.3 Hulevesiviemärit

Alueen hulevesiviemärit on mitoitettu valuma-alueiden mukaisesti johto-osuuksittain ja niiden mitoitusvirtaama on laskettu kaavan 4 avulla. Mitoitussateena on käytetty kerran kahdessa vuodessa toistuvaa 10 minuutin rankkasadetta, joka on  $125 \text{ l/s} * \text{ha}$  (kuva 7). Hulevesiviemäriputkien halkaisijat on saatu kuvan 8 nomogrammista ja ne vaihtelevat 160 ja 200 mm välillä. Putkien kaltevuuden reunaehtoina on käytetty taulukossa 7 esitettyjä minimi- ja maksimikaltevuuksia. Hulevesiviemäreiden ohjeellinen maksimivirtausnopeus on  $5 \text{ m/s}$  (Suomen Kuntaliitto 2012, 212), jota on noudatettu myös suunnittelualueen hulevesiviemäreiden mitoituksessa.

Suunnittelualueen hulevesien purkupaikkana on pyritty käyttämään alueen lounaispuolella sijaitsevaa avo-ojaa (kuva 22), johon alueen lounaispuolen tonttien kuivatusvedet on myös mahdollista johtaa.



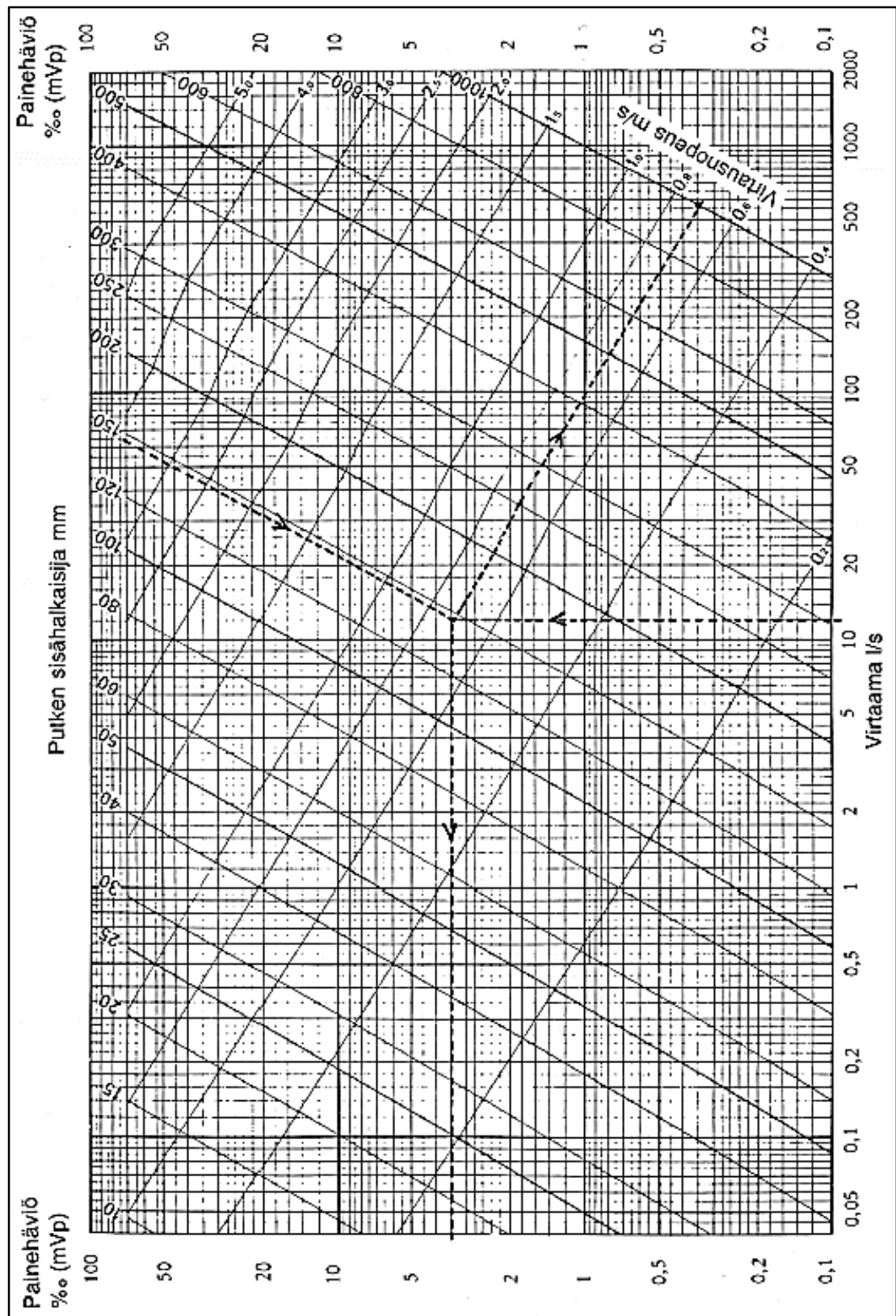
KUVA 22. Rovastintien eteläpään ympäristön hulevesien purkupaikat  
(KeyAqua Orivesi 2015)

#### 6.4.4 Vesijohdot

Vesijohdojen suunnittelussa on pyritty hyödyntämään mahdollisimman paljon suunnittelualueen lounaisosaan kaavoitetussa Kajarinteenpuistossa sijaitsevaa jakelujohtoa. Kajarinteenkujan jakelujohto haaroitetaan edellä mainitusta linjasta samoin kuin tonttijohdot Kajarinteentien etelä-, lounais-, länsi- ja luoteispuolilla sijaitseville tonteille. Kajarinteenkujalle mitoitetusta jakelujohdosta vesi syötetään yhteensä 12 kiinteistöön ja Kajarinteentien jakelujohdosta kolmeen. Jokaiselle kiinteistölle on suunniteltu oma tonttijohto ja sulkuventtiili, joka sijoitetaan tontin rajan tuntumaan. Sekä jakelujohdot että tonttijohdot tehdään PEM -putkesta, jonka paineluokka on 12,5 bar.

Jakelujohtoihin rakennetaan yhteensä kolme sulkuventtiiliä: yksi välittömästi Kajarinteenpuistossa sijaitsevasta jakelujohdosta rakennettavan haaroituksen jälkeen sekä kaksi Kajarinteenkujan ja Kajarinteentien risteykseen. Jakelujohtojen sulkuventtiilien sijoittelu on pyritty tekemään mahdollisten huolto- korjaus- ja vikatilanteita silmällä pitäen.

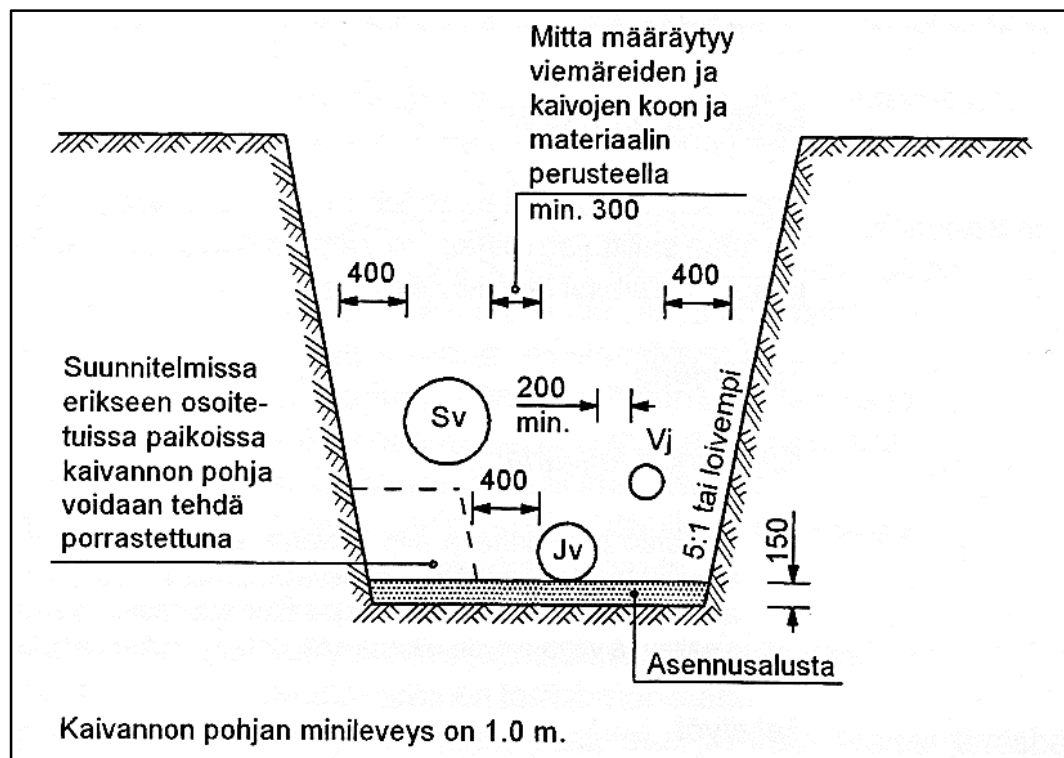
Suunnittelualueen jakelujohdot on mitoitettu erikseen molemmille kaduille omina johtosinaan. Mitoitus on tehty huipputuntikäytön (kaava 7) mukaan. Ominaiskäyttönä on käytetty pientaloalueiden keskimääräistä veden ominaiskäytön ennustetta vuodelle 2030 (taulukko 8). Kajarinteentien jakelujohdon mitoituksessa käytetty asukasmäärä on 12. Kajarinteenkujalla vastaava luku on 48. Alle 500 veden käyttäjän määrällä maksimivuorokausikerroin on 2,5 ja maksimituntikerroin 3,2 (kuvat 9 ja 10). Putkikoot on määritetty putkivalmistajan laatiman painehäviönogrammin (kuva 23) mukaan, jonka avulla putkihalkaisija voidaan mitoittaa myös pienemmillä virtaamilla. Kuvien 11 ja 12 nomogrammeissa pienin virtaaman arvo on 1,00 l/s, kun kuvan 23 nomogrammissa se on 0,05 l/s. Kajarinteentien jakelujohdon halkaisijaksi on mitoitettu 40 mm ja Kajarinteenkujan 63 mm. Tonttijohtoina käytetään halkaisijaltaan 32 mm PEM -putkea.



KUVA 23. Painehäviönomogrammi (Oy Uponor Ab, 207)

### 6.4.5 Vesihuoltojohtojen sijoitus

Vesi- ja viemärijohdot sijoitetaan yleensä samaan kaivantoon muun muassa rakentamiskustannusten vähentämisen takia. Kun johdoille kaivetaan vain yksi kaivanto, helpottaa se asennustyötä sekä säästää niin kaivinkone- kuin asennustyökustannuksissa. Periaatekuva tukemattomasta kaivannosta ja sinne sijoitettavista johdoista on esitetty kuvassa 24. Vesi- ja viemärijohdot sijoitetaan sadevesijohtoa alemmaksi, jotta niille saataisiin riittävä peitesyvyys, eivätkä johdot pääsisi jäätymään talvella. Jätevesijohto tulisi sijoittaa vesi-johtoa alemmaksi hygieenisten syiden takia. Vaikka johtojen välille on annettu minimietäisyydet, tulee niiden sijoituksessa aina huomioida muun muassa tonttihaarojen ja kaivojen tilantarve. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 66.)

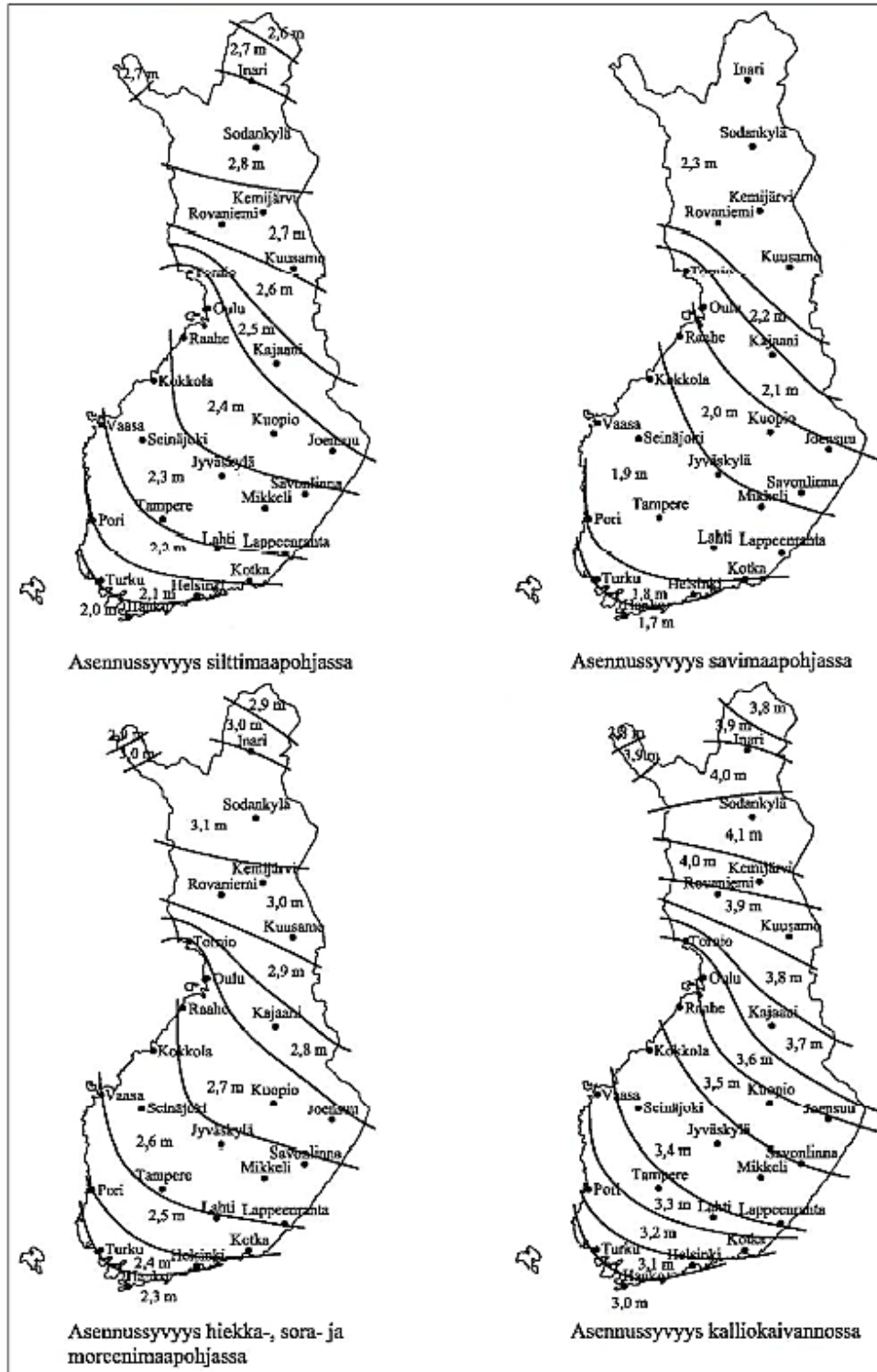


KUVA 24. Tukemattoman maakaivannon mitat (Suomen Kuntaliitto 2002, 200)

Vesihuoltolinjat tulisi pyrkiä asentamaan roudattomaan syvyyteen, jolloin ne pysyvät toimintakuntoisina myös talviaikana. Vesihuoltojohtojen perustamissyvyyteen vaikuttaa erityisesti rakennuskohteen pohjamaa ja sijainti. Kuvassa 25 on esitetty vesihuoltolinjojen perustamissyvyydet eri maapohjissa. Kuvasta (25) nähdään, että Tampereen seudulla perustamissyvyys savimaapohjassa tulee olla vähintään 1,9 metriä. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 66–67.)



Mikäli johtoja ei ole mahdollista asentaa riittävän syvälle, voidaan myös käyttää erityisiä eristysratkaisuja, joilla johtojen jäätyminen estetään. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 66–67.)



KUVA 25. Vesi- ja viemärijohtojen perustamissyvyydet maapohjan mukaan (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2010b, 95)

## **7 ORIVEDEN KAUPUNGIN SISÄINEN YHTEISTYÖ**

### **7.1. Palveluiden esittely**

Oriveden kaupungin ympäristöpalveluihin kuuluva kaavoitustoimi vastaa maankäytön suunnitteluun sekä maapolitiikkaan liittyvistä asioista. Näitä ovat muun muassa kaavoitus sekä maan osto ja myynti. Oriveden kaupungin organisaation ollessa pieni edellä mainitut asiat hoitaa käytännössä kaupungin maankäyttöinsinööri. (Oriveden kaupunki 2015f.)

Oriveden kaupungin teknisen lautakunnan alaisena toimivan teknisten palveluiden tehtävänä on järjestää, tuottaa ja kehittää alansa palveluja sekä kaupungin asukkaille, yrityksille että toisille toimialoille (Oriveden kaupunki 2015b). Katuverkon rakentaminen ja ylläpito sekä vesihuoltoverkon kunnossapito- ja liitännätöitä pyritään hoitamaan kaupungin omalla henkilöstöllä, johon kuuluu kolmen konekuljettajan lisäksi neljä kunnallistekniikan työntekijää (Oriveden kaupunki 2015c). Vähäisen henkilöstömäärän vuoksi katuverkon ja vesihuoltoverkkojen rakentamiskohteita joudutaan myös urakoimaan. Edellä mainittujen verkkojen suunnittelusta, rakentamisesta ja rakennuttamisesta, ylläpidosta sekä valvonnasta Oriveden kaupungilla vastaavat kunnallistekniikan päällikkö sekä työmaamestari (Oriveden kaupunki 2015d).

### **7.2. Yhteistyön nykytilanne**

Oriveden kaupungin kaavoitustoimen ja kunnallisteknisen puolen yhteistyön nykytilaa on pyritty hahmottamaan kaupungin kunnallistekniikan päällikköä haastatteleamalla. Nykyinen kunnallistekniikan päällikkö on työskennellyt tehtävässään noin kolmen vuoden ajan sekä sitä ennen työmaateknikkona ja -mestarina 26 vuoden ajan. Hänellä on täten pitkä työhistoria Oriveden kaupungin palveluksessa sekä sen mukana tullutta tietoa talon käytännöistä, ongelmakohtista ja mahdollisista kehittämiskohteista.

Kunnallistekniikan suunnittelun kannalta liikenneväylien ja vesihuoltolaitoksen välinen yhteistyö kaavoitustoimen kanssa on tällä hetkellä liian vähäistä. Kaupungin kunnallistekniikan henkilöstö ei pääse osallistumaan kaavoituksen eri vaiheisiin tarpeeksi. Erityisesti uusien alueiden asemakaavoitukseen ja maiden ostoihin kunnallistekninen puoli tulisi ottaa nykyistä paremmin osalliseksi. Kaavamuutoksien yhteydessä yhteistyö on ollut edellä mainittua parempaa ja tiiviimpää, mutta näissäkin tapauksissa yhteistyötä pystyttäisiin kehittämään vielä entisestään. (Jokinen 2015.)

Yhteistyötä kaavoitustoimen ja kunnallisteknisen puolen välillä ei ole vuosien varrella liiemmin pyritty parantamaan. Suurimpana syynä tähän lienee pienestä organisaatiosta aiheutuvat henkilöstön työkiireet sekä kohtalaisesti toimivat henkilökemiat. Yhteistyön kehittämiseksi tulisi varata kunnolla aikaa ja sitä tulisi tehdä koko tekniikka- ja ympäristöpalvelukeskuksen henkilöstön voimin. (Jokinen 2015.)

### **7.3. Kaavoituksessa havaitut ongelmat kunnallistekniikan kannalta**

Kunnallistekniikan kannalta kaavoituksessa havaituista ongelmakohdista on kerätty tietoa kaupungin kunnallistekniikan päällikköä haastatteleamalla sekä opinnäytetyössä tehtyjen suunnitelmien laadinnan yhteydessä suoritetuista havainnoista.

#### **7.3.1 Tiedon puute tulevista suunnittelukohteista**

Yhteistyön puute varsinkin uusien asuinalueiden asemakaavoituksessa näkyy hankaloituneena kunnallistekniikan suunnitteluna. Tällä hetkellä kunnallistekniikkaa suunnitellaan Oriveden kaupungilla melko pienelle alueelle kerrallaan tietämättä alueen mahdollisesta laajentumisesta. Eritoten vesihuoltolinjojen sijaintien suunnitteluun vaikuttaa se, nähdäänkö alue kokonaan vai pelkästään murto-osa siitä. Koko tulevan alueen ollessa tiedossa vesihuoltolinjat pystytään sijoittamaan optimaalisesti siten, että turhat linjat karsitaan pois. Näin tehtäessä pystytään säästämään myös rakentamiskustannuksissa. Tonteille on nykyisten käytäntöjen takia jouduttu tekemään muun muassa rasiitteita vesihuollon järjestämisen saamiseksi, mutta tiiviimmällä yhteistyöllä ja suunnittelulla nekin pystyttäisiin jättämään kokonaan pois. (Jokinen 2015.)

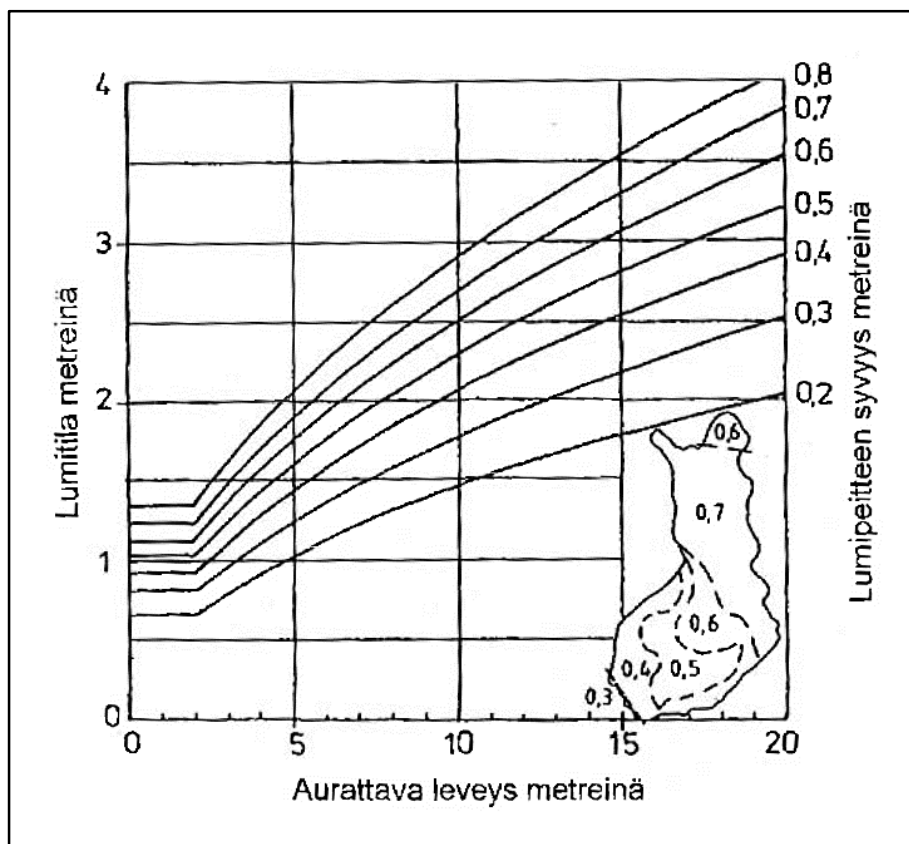
Vesihuoltolinjojen sijaintien lisäksi putkien dimensiot määräytyvät alueen laajuuden mukaan. Suunnittelijan on erittäin tärkeää tietää pääpiirteet koko tulevasta alueesta heti suunnitteluprosessin alusta lähtien, jotta suunnittelussa pystytään tekemään sellaisia ratkaisuja, joissa on otettu koko tuleva alue huomioon. (Jokinen 2015.)

### 7.3.2 Lumitilan puute

Lumi on Suomessa jokavuotinen ilmiö, jonka poistamiseen kaduilta kuntien on varauduttava. Oriveden kaupungilla auraukset hoidetaan sekä kaupungin omalla kalustolla että urakoitsijoiden toimesta. Aurasalueita Orivedellä on yhteensä kahdeksan, joista keskustan kattavan alueen kaupunki hoitaa itse ja loput seitsemän aluetta kuusi eri urakoitsijaa. Orivedellä auraajat lähtevät liikkeelle joko päivystäjän tai työmaamestarin toimesta. Talven aikana auraslähtöjä Orivedellä tulee keskimäärin 8–10.

Lumitilan tarkoitus on säilyttää lumi katualueella siihen asti, kunnes se sulaa. Näin tapahtuessa lunta ei tarvitse kuljettaa talven aikana pois katualueelta lumenvastaanotto paikalle. Riittäväällä lumitilalla saadaan sitä suuremmat kustannussäästöt mitä lumisempi talvi on kyseessä. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 38.) Lumisen talven aikana riittämättömiltä lumitilan omaavilta alueilta lunta joudutaan kuljettamaan lumenvastaanotto paikalle jopa useita kertoja. Pensaat ja muut istutetut kasvit vaurioituvat varastoitavasta lumesta, mikä tulee ottaa huomioon, mikäli välikaistaa käytetään lumitilana (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 38). Lumitilan tarve maan eri osissa suhteutettuna aurattavan alueen leveyteen on esitetty kuvassa 26. Kuvan 26 mukaan lumitilan tarve leveydeltään 5 metrisillä Kajarinteen tonttikaduilla on noin 1,1 metriä kadun kummallakin puolella, mikä täyttyy molemmilla suunniteltavilla kaduilla.

Lumitilan puute on yksi suurimmista ongelmista, mikä tulee eteen Oriveden kaupungilla talvisin aurausten ja polanteen poistojen yhteydessä. Varsinkin kaupungin vanhimmilla alueilla olevat kapeat välikaistat ja niihin laitetut istutukset hidastavat auras- kaluston työskentelyä. Lisäksi erityisesti usean tonttiliittymän omaavat kääntöpaikat ovat auras- kalustolle erittäin hankalia vähäisen lumitilan takia. Päätyvät kadut ovat muutenkin on- gelmallisia, koska niissä auras- kalusto on pakotettu kääntymään ja peruuttamaan, mikä puolestaan hidastaa työn suorittamista. Puistoalueita, joita voisi käyttää lumen varastoi- miseen, olisi hyvä kaavoittaa Orivedellä nykyistä enemmän varsinkin kääntöpaikkojen yhteyteen. (Jokinen 2015.)



KUVA 26. Lumitilan tarve (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 38)

### 7.3.3 Hankalat ja kannattamattomat rakennuskohteet

Kohteen sijainti, maaperäolosuhteet ja olemassa olevat linjat määrittelevät vahvimmin sen, millä tavalla vesihuolto suunnitellaan ja rakennetaan kohteeseen. Nämä tekijät määrittävät yleensä myös sen, mitä vesihuollon rakentaminen tulee maksamaan. Tiettyihin kohteisiin vesihuollon rakentaminen voi olla erittäin vaikeaa tai jopa mahdotonta esimerkiksi kallion, korkeuserojen tai pehmeikköjen takia. Yleensä haasteellisuus merkitsee myös lisäystä vesihuollon rakentamisesta syntyviin kustannuksiin.

Orivedellä tehtyjen maakauppojen yhteydessä on toisinaan ilmennyt, että kunnallistekniikan rakentaminen halutulle tontille on erittäin hankalaa ja rakentamiskustannustensa takia kannattamatonta. Maiden ostojen yhteydessä ensiarvoisen tärkeää olisi kuulla kunnallistekniikan henkilöstöä, jotta turhilta maakaupoilta ja siten ylimääräisiltä kustannuksilta vältyttäisiin. Lisäksi esimerkiksi vesihuollon rakentamismenojen jakoperiaatteista voitaisiin sopia jo maakauppoja tehtäessä, mikäli kunnallistekniikan osasto olisi niissä mukana. (Jokinen 2015.)

### 7.3.4 Kustannusten lisääntyminen

Kustannusten kertymisen voidaan katsoa alkavaksi jo alueen suunnitteluvaiheessa. Suunnittelussa tehdyt ratkaisut määräävät sen, mitä kunnallistekniikan rakentaminen tulee kustantamaan niin rakentamis-, ylläpito- kuin korjausvaiheessakin. Mikäli suunnittelijalla ei ole kaikkea tarvittavaa tietoa käytössään heti suunnitteluprosessin alusta lähtien, voi hän tehdä tietämättään sellaisia ratkaisuja, joista tulee lisäkustannuksia jossakin vesihuollon tai kadun elinkaaren vaiheessa. Suunnittelija voi joutua tekemään asemakaavasta johtuen myös tietoisesti valintoja, jotka eivät ole edullisia esimerkiksi kunnallistekniikan ylläpidon tai korjauksen kannalta.

### Tiedon puute

Opinnäytetyössä suunniteltu Kajarinteen alue oli jatkoa vuonna 2011 rakennetulle Arosillantien alueelle. Mikäli Arosillantien ja Kajarinteen käsittävä alue olisi suunniteltu yhtenä kokonaisuutena, olisi vesihuoltolinjat sijoitettu todennäköisesti eri tavalla kuin ne on tällä hetkellä sijoitettu. Vesihuoltolinjat olisi yhtenä vaihtoehtona voitu suunnitella Arosillantien ja Kajarinteenkujan väliselle lähivirkistysalueelle. Tällöin Arosillantiellä ja Kajarinteenkujalla sijaitsevat vesihuoltolinjat olisi korvattu yhdellä kaivulinjalla, jolloin linjat olisi saatu myös pois katualueelta. Tämän lisäksi rakentamiskustannuksissa olisi tullut säästää, kun kahden linjan sijasta olisi rakennettu vain yksi linja.

### Lumitilan puute

Lumitilan puutteesta aiheutuvia lisäkustannuksia syntyy aurauksen ja polanteen poiston suorittamiseen käytetyn ajan lisääntymisestä sekä lumen kuljettamisesta lumenvastaanotopaikalle. Nämä kustannukset ovat pahimmassa tapauksessa jokavuotisia ja ne olisi vältettävissä paremmalla kaupungin osastojen välisellä yhteistyöllä kaavoitusvaiheessa.

Taulukossa 12 on esitetty esimerkkejä lumitilan puuttumisesta aiheutuvista kustannuksista aurauksissa ja polanteen poistoissa. Kustannusten laskemisessa on käytetty Oriveden kaupungin oman auruskaluston tuntihintaa (60 €, alv 0 %). Lumitilan puutteesta aiheutuvan työn keston on arvioitu kaupungin konekuljettajien antamien tietojen mukaan olevan 15 minuuttia enemmän yhtä katua kohden verrattuna siihen, että lumitilaa olisi katualueella riittävästi. Ausrakertoja on oletettu talven aikana olevan 10. Esimerkiksi kaupungin kalustolla hoidettavaan aurausalueeseen kuuluu 48 katua (Oriveden kaupunki 2014).

TAULUKKO 12. Lumitilan puuttumisesta aiheutuvia kustannusesimerkkejä, aurauksen ja polanteen poisto

Ajanjakso	Kustannukset	
	<i>1 katu</i>	<i>10 katua</i>
1 vuosi	150 €	1 500 €
10 vuotta	1 500 €	15 000 €

Taulukossa 13 on esitetty lumen kuormauksesta ja kuljettamisesta syntyviä kustannuksia Oriveden keskustan alueella. Lumen kuormauksen tuntihintana on käytetty kaupungin oman kaluston tuntihintaa (60 €, alv 0 %) ja kuljetuskaluston tuntihintana halvinta kaupungin kilpailuttamaa 3 -akselisen kuorma-auton tuntihintaa (52 €, alv 0 %). Lumen kuljetuksen on laskettu kestävän kerrallaan kaksi päivää ja talven aikana lumen kuljetusta on arvioitu suoritettavan kaksi kertaa.

TAULUKKO 13. Lumitilan puuttumisesta aiheutuvia kustannusesimerkkejä, lumen kuormaus ja kuljetus

Ajanjakso	Kustannukset
1 vuosi	3 360 €
5 vuotta	16 800 €

Lumitilan puutteen takia vahingoittuneiden kiinteistöjen piha-aitojen, katuvalopylväiden ja -perustusten sekä sähkökaappien korjaus keväisin tuo myös oman lisäyksensä kustannuksiin.

### Hankalat rakennuskohteet

Hankaliin rakennuskohteisiin voidaan lukea muun muassa kallio- ja pehmeikkökohteet, joissa tarvitaan järeämpiä toimia, kuten louhintaa, onnistuneen ja toimivan kunnallistekniikan aikaansaamiseksi. Rakennuskohde voi myös sijaita sellaisella paikalla, johon esimerkiksi painovoimalla toimivan jätevesiviemärin rakentaminen ei onnistu tai paineviemärin kunnollinen toiminta on mahdotonta vähäisten liittyjien takia. Tällaisessa tilanteessa viemärin ja mahdollisen jätevesipumppaamon rakentaminen sekä linjojen tuleva kunnossapito voi tulla kohtuuttoman kalliiksi.

### Ylläpito- ja korjaustyöt

Kadun ja vesihuoltoverkon ylläpito- ja korjaustyöstä syntyvät kustannukset ovat jokavuotisia, mikä tulisi muistaa niin alueita kaavoitettaessa kuin suunniteltaessakin. Esimerkiksi vesihuoltoverkon korjaustöihin lukeutuvat kaivojen vaihdot ja vesijohtovuotojen korjaukset on huomattavasti helpompi tehdä viheralueella kuin katualueella. Katualueella tulee huomioida muun muassa työnaikaiset liikennejärjestelyt sekä kaivannon täytössä käytettävät materiaalit ja niiden tiivistys erityisen tarkasti viheralueeseen verrattuna. Mikäli korjauksia täytyy tehdä talviaikaan maan ollessa jäässä, on töiden suorittaminen vielä astetta hankalampaa varsinkin katualueella.





Asemakaava ohjaa ja määrittelee hyvin paljon niin katujen ja vesihuollon kuin puistoaluidenkin suunnittelua. Tämän takia edellä mainittujen tahojen tulisi olla tiiviissä yhteistyössä maankäyttöinsinöörin kanssa heti kaavan laatimisen alkuvaiheilta lähtien. Kaavoitusprosessiin pitäisi ottaa mukaan aina niiden alojen asiantuntijat, keitä kyseessä oleva kaava jollakin tavalla koskee. Näin asioihin voidaan ottaa kantaa ja tehdä niihin muutoksia jo hyvissä ajoin.

### **Käytännön toimia**

Oriveden kaupungin kaavoitustoimen ja teknisen puolen yhteistyötä kannattaisi lähteä kehittämään aloituspalaverin voimin, missä keskusteltaisiin vallitsevista toimintatavoista sekä niistä aiheutuvista ongelmista, haasteista ja kustannusten lisääntymisistä. Aloituspäälaverissa olisi hyvä olla mukana henkilöstöä kunnallistekniikan lisäksi myös muilta teknisen puolen osastoilta kuten puisto- ja liikuntapuolelta. Jokainen osasto listaisi ennen palaveria haasteita, mitä nykyinen yhteistyökäytäntö tai sen puute kaavoitusvaiheessa on tuonut suunnitelmien laatimiseen ja alueiden toteutukseen. Aloituspäälaverin pääasiallinen tarkoitus olisi antaa tietoa kaavoittajalle havaituista ongelmakohdista.

Aloituspäälaverin jälkeen pidettävät jatkopalaverit liittyisivät listattujen haasteiden ja ongelma-kohtien ratkaisemiseen. Tavoitteena olisi saada jatkossa laadittua sellaisia kaavoja, joissa asiat niin kunnallistekniikan, puisto- kuin liikunta-alueidenkin kannalta olisi otettu kokonaisvaltaisesti huomioon. Kun ongelmatilanteet sekä ratkaisut niiden välttämiseen on käyty läpi, osataan samanlaisia tilanteita välttää tulevien kaavojen laadinnan yhteydessä.

Palaverien pitoa tulisi jatkaa säännöllisesti vuoden aikana sekä tulevista kaavoista ja suunnitelmista keskustella hyvissä ajoin. Tiedon välittäminen ja avoin kommunikointi kaikkien asianomaisten kesken ovat edellytyksiä hyvän yhteistyön luomiselle, minkä takia niille pitäisi löytää aikaa kiireenkin keskeltä.

## 8 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia katu- ja vesihuoltosuunnitelmat Oriveden kaupungissa sijaitsevalle Kajarinteen erillispientaloalueelle. Suunnittelun yhteydessä tarkoituksena oli tarkastella asemakaavoitusta kunnallistekniikan näkökulmasta ottaen huomioon niin suunnittelu, toteutus kuin kunnossapitokin. Tarkastelulla pyrittiin kartoittamaan kaavoitusprosessin nykyisiä toimintatapoja ja mahdollisia kehityskohteita kunnallistekniikan kannalta.

Työssä laaditut suunnitelmat Kajarinteen alueelle ovat Oriveden kaupungin kunnallistekniikan päällikön tarkastamia ja hyväksymiä, ja niitä tullaan käyttämään alueen toteutukseen. Oriveden kaupungin tekniikka- ja ympäristöpalvelukeskuksen sisäistä yhteistyötä koskevien selvitysten tulokset käydään läpi palvelukeskuksen eri osastojen kanssa ja sovitetaan pelisäännöt yhteistyön kehittämiseksi. Se, kuinka yhteistyötä kehitetään jatkossa, on pitkälti kiinni asianomaisista sekä heidän halukkuudestaan toimintatapojen muutokseen.

Kaavoitus ohjaa ja vaikuttaa vahvasti kaikkeen rakentamiseen oli kyse sitten kaduista, vesihuollosta, lähivirkistysalueista, leikkipuistoista tai liikunta-alueista. Laajan vaikuttavuutensa johdosta olisikin ensiarvoisen tärkeää, että kaikki osapuolet pääsisivät osallistumaan kaavoitusprosessiin ja tuomaan näin oman vastuualueensa näkökulman esiin alueiden kokonaisvaltaisessa suunnittelussa. Yhteistyö on ennen kaikkea kompromissien tekoa ja asioiden näkemistä suuremmissa mittakaavassa.

## LÄHTEET

Aluehallintovirasto. 2015. Vesilain mukaiset luvat eli vesiluvat. Luettu 9.12.2015.  
<https://www.avi.fi/web/avi/vesiluvat#.VmfMmUYRpwg>

Cad-Q Addnode Group. 2015. FIKSU - Kunnallistekniikka. Luettu 2.4.2015.  
<http://www.cad-q.com/fi/tuotteet/tuotteet/fiksu-kunnallistekniikka>

Finnfoam Oy. 2015a. Finnfoam. Levyn mitat ja tyypit. Luettu 21.11.2015.  
<http://www.finnfoam.fi/finnfoam-eristelevyt/levyn-mitat-ja-tyypit/>

Finnfoam Oy. 2015b. Finnfoam. Koostumus ja rakenne. Luettu 21.11.2015.  
<http://www.finnfoam.fi/finnfoam-eristelevyt/koostumus-ja-rakenne/>

Fonecta Kartat. 2015. Luettu 2.4.2015. <https://www.fonecta.fi/kartat>

Google Maps. 2015. Luettu 2.4.2015. <https://www.google.fi/maps>

Jokinen, S. Kunnallistekniikan päällikkö. 2015. Haastattelu 8.5.2015. Haastattelija Tuikka, A. Oriveden kaupunki. Tekniikka- ja ympäristöpalvelukeskus.

Keypro Oy. 2015. KeyAqua Orivesi (v.1.8). Luettu 2.4.2015.  
<https://orivesi.keyaqua.keypro.fi/login/?next=/>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132.

Oriveden kaupunki. 2010. Rovastintien eteläpään ympäristö. Asemakaava 15.3.2010.

Oriveden kaupunki. 2014. Aurasalueet. Päivitetty 2.11.2015.

Oriveden kaupunki. 2015a. Orivesi info. Tietoja Orivedestä. Luettu 12.3.2015.  
<http://www.orivesi.fi/?pid=27&cg=3&sg=27&lang=fi>

Oriveden kaupunki. 2015b. Tekniset palvelut. Luettu 12.3.2015.  
<http://www.orivesi.fi/?pid=7&cg=7&lang=fi>

Oriveden kaupunki. 2015c. Tekniset palvelut. Konekeskus ja tekninen varikko. Luettu 12.3.2015.  
<http://www.orivesi.fi/?pid=448&cg=7&sg=448&lang=fi>

Oriveden kaupunki. 2015d. Tekniset palvelut. Liikenneväylät. Luettu 12.3.2015.  
<http://www.orivesi.fi/?pid=446&cg=7&sg=446&lang=fi>

Oriveden kaupunki. 2015e. Tontit ja asuminen. Asuntotontit. Kajarinne. Luettu 12.3.2015.  
<http://www.orivesi.fi/?pid=9984&cg=9&sg=54&lang=fi>

Oriveden kaupunki. 2015f. Ympäristöpalvelut. Kaavoitus ja mittaus. Kaavoitus. Luettu 12.3.2015.  
<http://www.orivesi.fi/?pid=267&cg=261&sg=263&lang=fi>

Oy Uponor Ab. Suunnittelijan käsikirja. Kunnallistekniset putkistot.

Pelastuslaki 29.4.2011/379.

Suomen Kuntaliitto. 2002. Kunnallisteknisten töiden yleinen työselostus 02. KT 02. Helsinki: Kuntatalon paino.

Suomen Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopus. Helsinki.

Suomen kuntatekniikan yhdistys. 2003. Katu 2002 Kadunrakennuksen tekniset ohjeet. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2010a. RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Perusteet ja toiminnallisuus. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2010b. RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Mitoitus ja suunnittelu. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Terveydensuojelulaki 19.8.1994/763.

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 4.9.2014/713.

Vesihuoltolaki 9.2.2001/119.

Vesilaki 27.5.2011/587.

Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527.

**LIITTEET**

Liite 1. Asemapiirustus, Kajarinteen alue 1:500

Liite 2. Pituusleikkaus, Kajarinteenkuja 1:1000 / 1:100

Liite 3. Pituusleikkaus, Kajarinteentie 1:1000 / 1:100

Liite 4. Pituusleikkaus, Kajarinteenpolku 1:1000 / 1:100

Liite 5. Tyypipoikkileikkaus, Kajarinteentie / Kajarinteenkuja 1:100

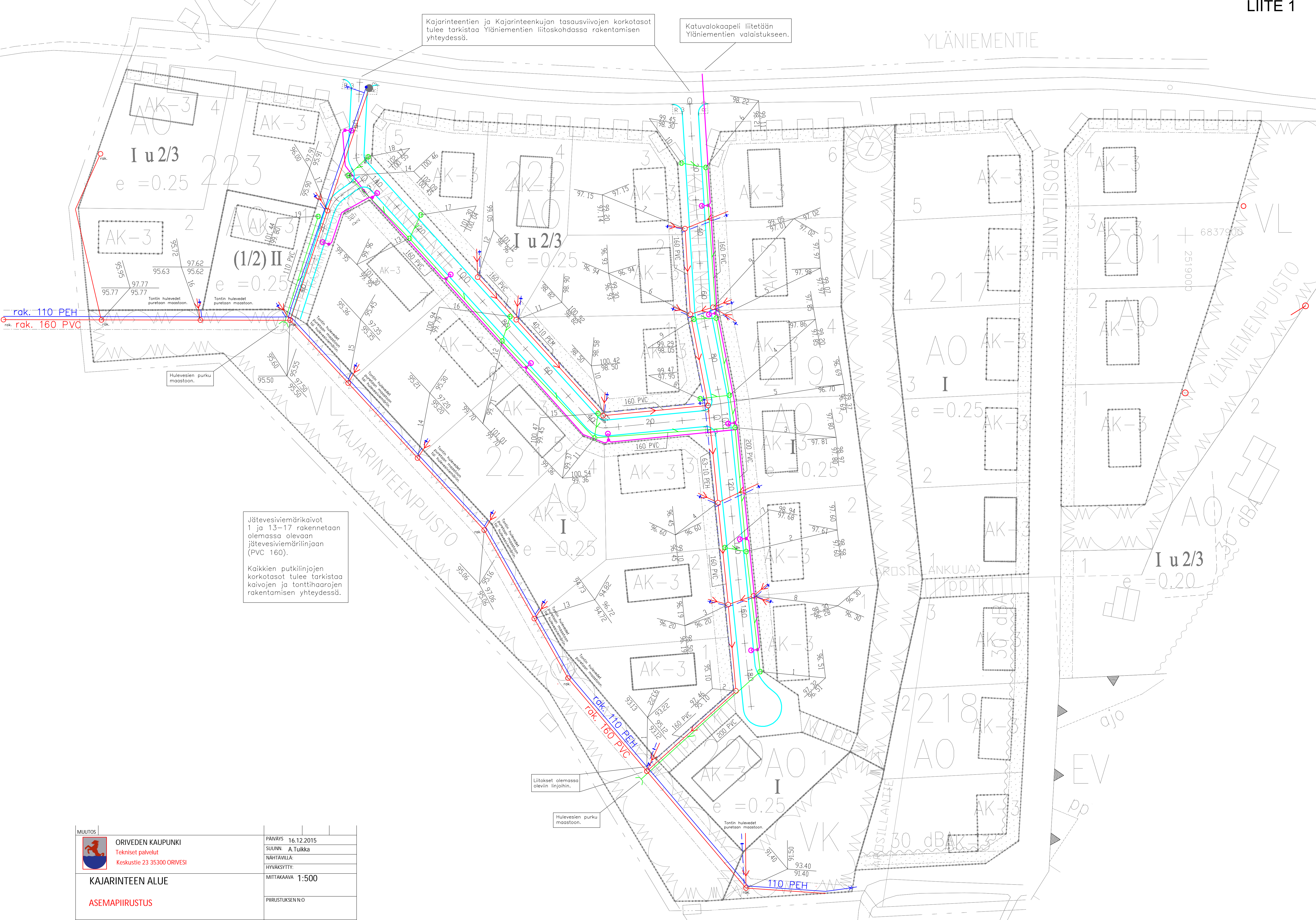
Liite 6. Tyypipoikkileikkaus, Kajarinteenpolku 1:100



Kajarinteentien ja Kajarinteenkujan tasausviivojen korkotasot tulee tarkistaa Yläniementien liitoskohdassa rakentamisen yhteydessä.

Katuvalokaapeli liitetään Yläniementien valaistukseen.


YLÄNIEMENTIE



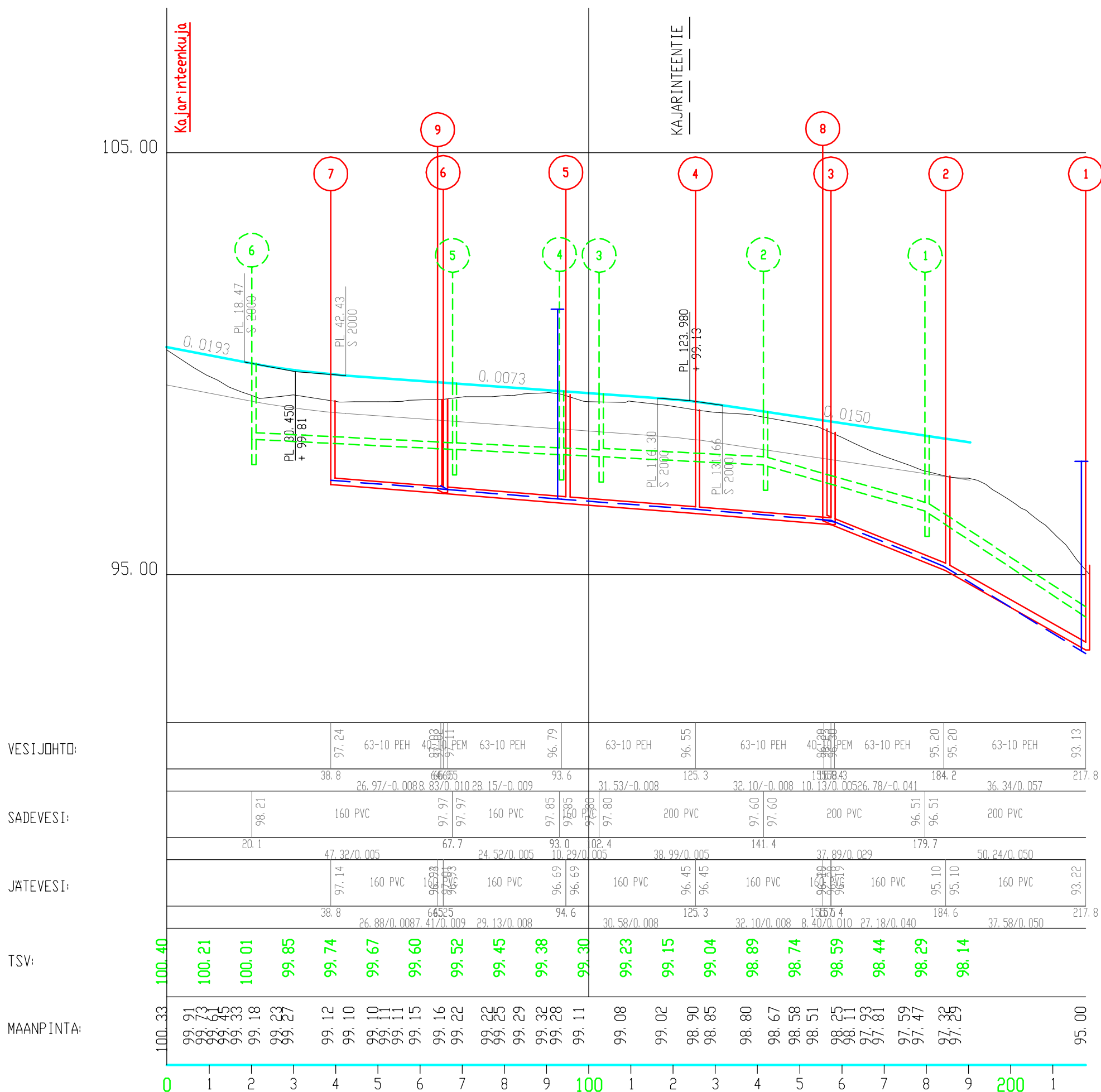
Jätevesiviemärikaivot 1 ja 13-17 rakennetaan olemassa olevaan jätevesiviemäriin jaan (PVC 160).  
Kaikkien putkilinjojen korkotasot tulee tarkistaa kaivojen ja tonttihaarojen rakentamisen yhteydessä.


Liitokset olemassa oleviin linjoihin.

Hulevesien purku maastoon.

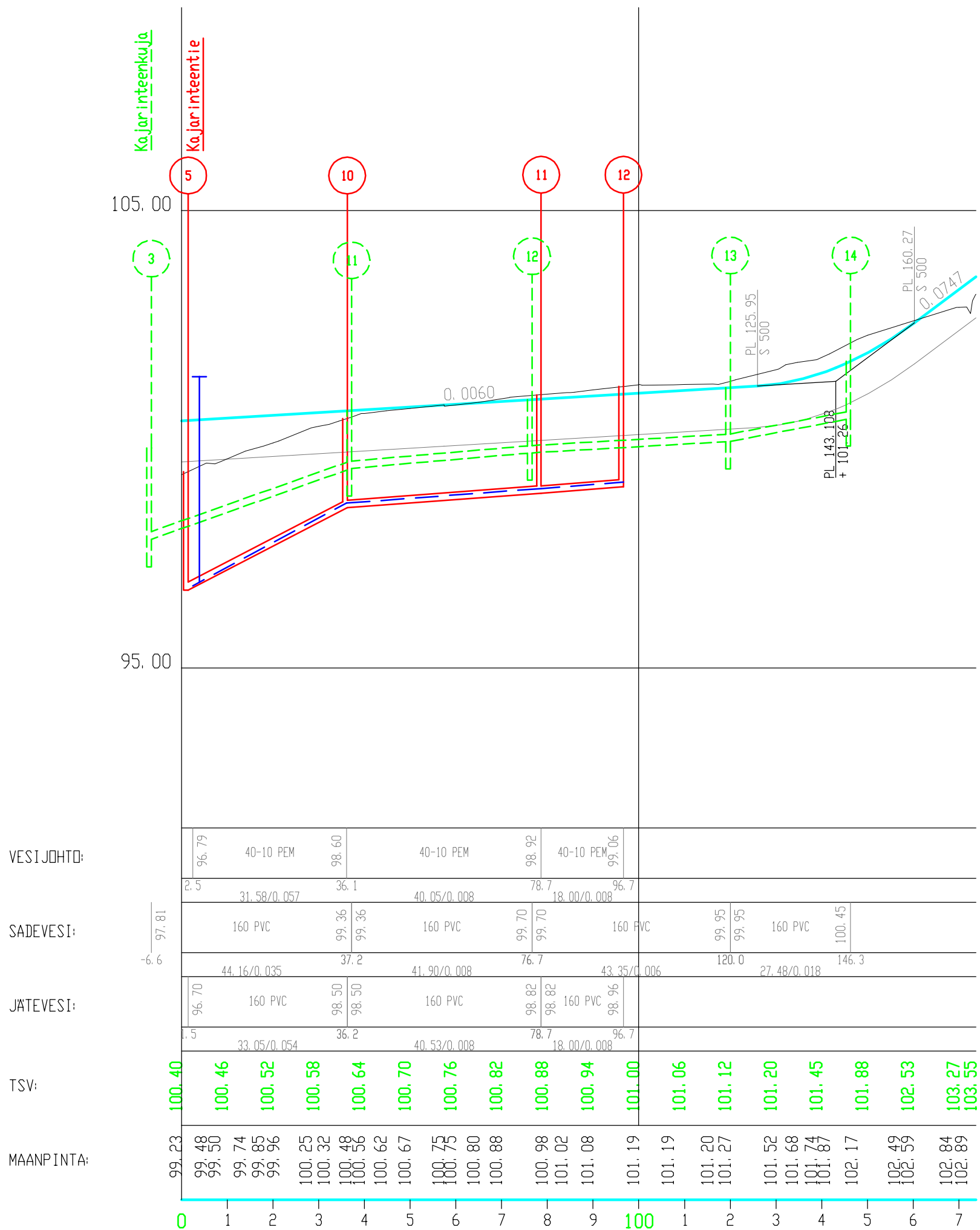
 ORIVEDEN KAUPUNKI Tekniset palvelut Keskustie 23 35300 ORIVESI	PÄIVÄYS 16.12.2015 SUUNN. A.Tuikka NAHTAVILLA: HYVÄKSYTTY:
	MITTAKAAVA 1:500 PIIRUSTUKSEN N:O LIITYY PIIR.N:O
KAJARINTEEN ALUE ASEMAPIIRUSTUS Korkeustaso N 2000 , koordinaatisto ETRS GK24	




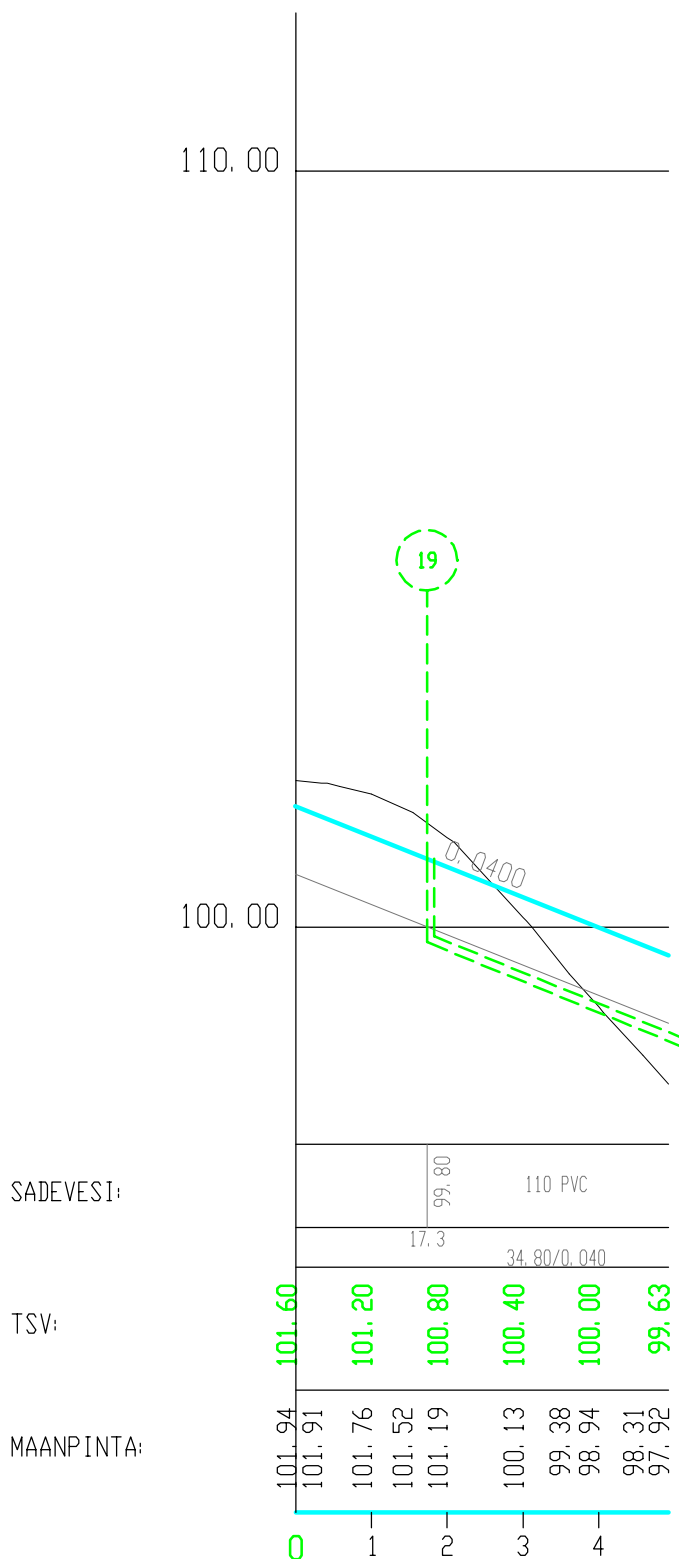


MUUTOS			
 <b>ORIVEDEN KAUPUNKI</b> Tekniset palvelut Keskustie 23 35300 ORIVESI	PÄIVÄYS	16.12.2015	
	SUUNN.	A.Tuikka	
<b>KAJARINTEENKUJA</b>  <b>PITUUSLEIKKAUS</b>	NÄHTÄVILLÄ:		
	HYVÄKSYTTY:		
	MITTAKAAVA	1:1000 / 1:100	
	PIIRUSTUKSEN N:O		
Korkeusasto N 2000 koordinaatisto FTRS GK24	LITTYY PIIR.N:O		





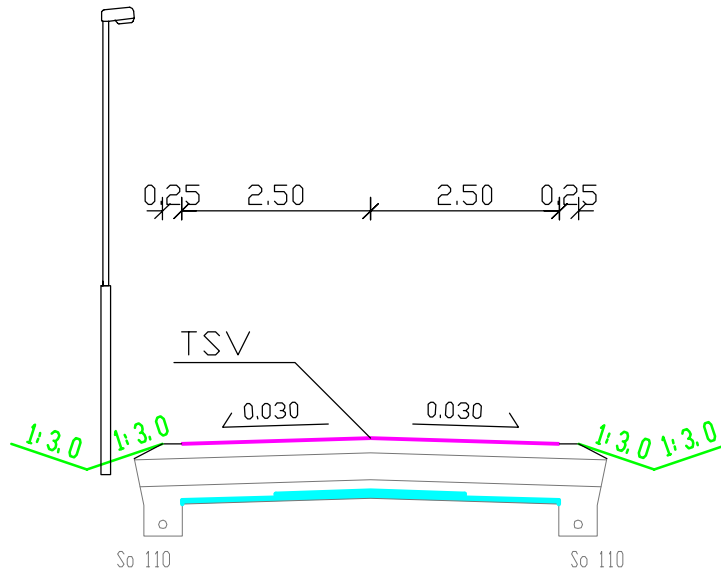
 <p><b>ORIVEDEN KAUPUNKI</b> Tekniset palvelut Keskustie 23 35300 ORIVESI</p>	PÄIVÄYS 16.12.2015 SUUNN. A.Tuikka NÄHTÄVILLÄ: HYVÄKSYTTY:
	MITTAKAAVA 1:1000 / 1:100 PIIRUSTUKSEN N:O LIITTY PIIR.N:O
Korkeustaso N 2000 koordinaatisto FTRS GK24	



MUUTOS			
 <p><b>ORIVEDEN KAUPUNKI</b> Tekniset palvelut Keskustie 23 35300 ORIVESI</p>	PÄIVÄYS	16.12.2015	
	SUUNN.	A.Tuikka	
	NÄHTÄVILLÄ:		
	HYVÄKSYTTY:		
<p><b>KAJARINTEENPOLKU</b></p> <p><b>PITUUSLEIKKAUS</b></p>	MITTAKAAVA	1:1000 / 1:100	
	PIIRUSTUKSEN N:O		
Korkeustaso N 2000 , koordinaatisto ETRS GK24	LITTYY PIIR.N:O		

## VALAISIN:

ST-50 W  
Valaistusluokka AL 5  
Pylväs 6 m suora  
Jalusta SJ-1



## RAKENNEKERROKSET:

Kulutuskerros	AB 16/100	50 mm
Kantava kerros	KaM 0-32 mm	150 mm
Jakava kerros	KaM 0-90 mm	250 mm
Suodatinkerros	Hk	350 mm
Routaeriste		50-100 mm

MUUTOS



ORIVEDEN KAUPUNKI

Tekniset palvelut

Keskustie 23 35300 ORIVESI

PÄIVÄYS 16.12.2015

SUUNN. A.Tuikka

NÄHTÄVILLÄ:

HYVÄKSYTTY:

KAJARINTEENTIE / KAJARINTEENKUJA

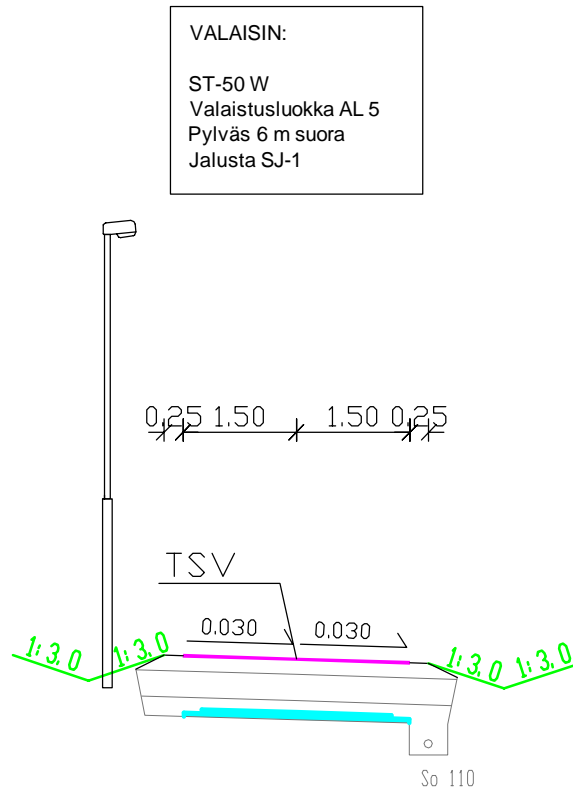
MITTAKAAVA 1:100

TYYPPIPOIKKILEIKKAUS

PIIRUSTUKSEN N:O

Korkeustaso N 2000 , koordinaatisto ETRS GK24

LITTYY PIIR.N:O



## RAKENNEKERROKSET:

Kulutuskerros	AB 16/100	50 mm
Kantava kerros	KaM 0-32 mm	150 mm
Jakava kerros	KaM 0-90 mm	250 mm
Suodatinkerros	Hk	350 mm
Routaeriste		50-100 mm

MUUTOS			
 <p>ORIVEDEN KAUPUNKI Tekniset palvelut Keskustie 23 35300 ORIVESI</p>		PÄIVÄYS 16.12.2015	
		SUUNN. A.Tuikka	
		NÄHTÄVILLÄ:	
		HYVÄKSYTTY:	
<p>KAJARINTEENPOLKU</p> <p>TYYPPIPOIKKILEIKKAUS</p>		MITTAKAAVA 1:100	
		PIIRUSTUKSEN N:O	
Korkeustaso N 2000 , koordinaatisto ETRS GK24		LITTYY PIIR.N:O	