

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka, Lappeenranta
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infra-suunnittelu

Joonas Pirhonen

**KUNNALLISTEKNISEN
YLEISSUUNNITELMAN LAATIMINEN
RAKENNETTUUN YMPÄRISTÖÖN**

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

Joonas Pirhonen

Kunnallisteknisen yleissuunnitelma laatiminen rakennettuun ympäristöön,
64 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikka, Rakennustekniikan koulutusohjelma

Infra-suunnittelu

Ohjaajat: Sami Laakso, Saimaan ammattikorkeakoulu
Simo Koivuniemi, Ramboll Finland Oy

Tämä opinnäytetyö on prosessikuvaus kunnallisteknisen yleissuunnitelman laatimisesta. Työssä tarkastellaan rakennetun ympäristön vaikutuksia maankäytön, katujen ja vesihuollon suunnitteluun, kustannusten arviointiin sekä muihin suunnitteluosa-alueisiin, kuten geotekniseen suunnitteluun.

Prosessikuvaus on tehty Espoon Kaupungin Teknisen keskuksen tilaaman ja Ramboll Finland Oy:n laatiman Lillhemtin asemakaava-alueen kunnallisteknisen yleissuunnitelman havaintojen perusteella. Prosessikuvausta varten on tutkittu suunnitteluosa-alueisiin liittyvää kirjallisuutta ja haastateltu suunnitteluosa-alueiden ammattilaisia.

Prosessikuvaukseen liittyvä työskentely aloitettiin vuoden 2010 kesäkuussa Lillhemtin asemakaava-alueen kunnallisteknisen yleissuunnitelman alkaessa. Yleissuunnitelma valmistui joulukuun alussa ja prosessikuvaus vuoden 2011 tammikuussa.

Asiasanat: prosessikuvaus, kunnallistekniikan yleissuunnitelma, rakennettu ympäristö, maankäytön suunnittelu, katujen suunnittelu, vesihuollon suunnittelu

ABSTRACT

Joonas Pirhonen

Municipal engineering general planning in a built-up area, 64 pages

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Technology, Construction engineering

Infrastructure planning

Instructors: Sami Laakso, Saimaa University of Applied Sciences

Simo Koivuniemi, Ramboll Finland

This thesis work is a process description concerning municipal engineering general planning. The process description examines effects of built-up areas to different planning domains, such as land use planning, street planning and municipal utilities planning. Effects of built-up area to cost estimations and different planning domains, such as geotechnical planning, are also examined on a general level.

This process description is based on the municipal engineering general plan of Lillhemt region in Espoo. The municipal engineering general plan was ordered by Technical center of Espoo City and was planned by Ramboll Finland. Observations of effects in a built-up area on process description are based on the municipal engineering general plan of Lillhemt. Literature and interviews concerning different planning domains support the observations.

Work relating to the process description began in June 2010, at which time the municipal engineering general planning commenced. The general plan was completed in December and the process description in January 2011.

Keywords: process description, municipal engineering general plan, built-up area, land use planning, street planning, municipal utilities planning

SISÄLTÖ

| | |
|---|----|
| 1 JOHDANTO | 6 |
| 2 LILLHEMT, HENTTAA | 7 |
| 2.1 Nykyinen maankäyttö | 9 |
| 2.2 Nykyinen liikenneverkko | 11 |
| 2.3 Väylien ja vesihuollon nykytila | 11 |
| 2.4 Kevennetty kunnallistekniikka | 12 |
| 2.4.1 Vesijohdot ja viemärit | 13 |
| 2.4.2 Katuverkko | 14 |
| 2.4.3 Kuivatusjärjestelmät | 15 |
| 2.4.4 Päätelmä | 15 |
| 3 MAANKÄYTÖN SUUNNITTELU | 15 |
| 3.1 Suunnittelun lähtökohtien kiinnittyminen | 16 |
| 3.2 Kaavoitukseen liittyvä liikennesuunnittelu | 17 |
| 3.2.1 Lillhemtin liikennesuunnittelu | 18 |
| 4 KATUJEN SUUNNITTELU | 18 |
| 4.1 Katutilan mitoitus | 20 |
| 4.1.1 Muut katutilan mitoitukseen vaikuttavat asiat | 22 |
| 4.1.2 Kadun päällysrakenne | 24 |
| 4.2 Kadun vaakageometria | 25 |
| 4.2.1 Suunnittelun lähtökohtien kiinnittyminen | 25 |
| 4.2.2 Maaston muodot ja pohjaolosuhteet | 26 |
| 4.3 Kadun pystygeometria | 26 |
| 4.3.1 Tonttiliittymät ja tonttien tasot | 27 |
| 4.3.2 Kuivatus ja tulvareitit | 28 |
| 4.3.3 Pohjaolosuhteet | 32 |
| 4.3.4 Olevat tekniset verkostot ja rekenteet | 34 |
| 4.4 Liikenneturvallisuus | 34 |
| 4.4.1 Liittymien parantaminen | 35 |
| 4.4.2 Pituuskaltevuudet | 36 |
| 5 VESIHUOLLON SUUNNITTELU | 38 |
| 5.1 Vesihuollon yleissuunnitelma | 38 |
| 5.1.1 Nykyisen vesihuollon selvitys | 39 |
| 5.1.2 Ennusteet ja mitoitusarvot | 40 |
| 5.1.3 Vesijohtoverkon mitoitus | 41 |
| 5.1.4 Viemäriverkon mitoitus | 43 |
| 5.1.5 Viemärin ja laitteiden sijoittaminen | 44 |
| 5.1.6 Viemärin ja laitteiden korkeusasema | 45 |
| 5.1.7 Lillhemtin vesihuollon täydentäminen | 48 |
| 5.2 Hulevesien johtaminen ja käsittely | 48 |
| 5.2.1 Lähtökohdat | 49 |
| 5.2.2 Käsittelyn prioriteetit | 50 |
| 5.2.3 Maankäytön suunnittelun toimenpiteet | 51 |
| 5.2.4 Rakentamisen ja suunnittelun periaatteet | 52 |
| 6 MUUT SUUNNITTELUOSA-ALUEET | 53 |
| 6.1 Geotekninen suunnittelu | 53 |
| 6.1.1 Periaatteet | 53 |
| 6.1.2 Sovellukset | 54 |
| 6.2 Kaupunkikuvallinen suunnittelu | 55 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 6.2.1 Lähtökohdat | 55 |
| 6.2.2 Tavoitteet ja periaatteet | 56 |
| 6.3 Liikenteen ohjaus | 57 |
| 6.3.1 Yleissuunnitelman sisältö..... | 57 |
| 6.4 Katuvalaistus | 58 |
| 6.4.1 Periaatteet | 58 |
| 6.4.2 Yleissuunnitelman sisältö..... | 59 |
| 7 PÄÄTELMÄT..... | 60 |
| KUVAT..... | 62 |
| LÄHTEET..... | 63 |

LIITTEET

| | |
|---------|---|
| Liite 1 | Asemakaavoituksen ja kunnallistekniikan yleissuunnittelun vuorovaikutteinen prosessikaavio |
|---------|---|

1 JOHDANTO

Kunnallistekniikka käsittelee muun muassa katuja, vesihuollon verkostoja ja teknisiä verkostoja katualueilla ja muilla yleisillä alueilla. Opinnäytetyö kuvaa kunnallisteknistä yleissuunnitteluprosessia suunnittelukohteessa, joka sijaitsee rakennetussa ympäristössä. Uudisrakentamisen yleissuunnitteluun nähden suunnitteluprosessin käytännöt muuttuvat rakennetussa ympäristössä. Suunnitteluprosessin kuvaus tukeutuu Ramboll Finland Oy:n laatimaan Lillhemtin kunnallistekniseen yleissuunnitelmaan, jossa tilaajana on Espoon kaupungin Tekninen keskus.

Espoossa on Lillhemtin kaltaisia pientaloalueita, joille ei ole vielä laadittu asemakaavaa. Tarve ohjata maankäytön kehitystä luo tarpeen kaavoittaa myös olemassa olevia pientaloalueita. Maankäytön suunnittelun yhteydessä alueille laaditaan kunnallistekninen yleissuunnitelma. Kunnallistekninen yleissuunnitelma tulisi laatia maankäytön suunnittelun rinnalla. Yleissuunnitelmalla varmistetaan mm. että aluevaraukset ja yleisten alueiden laatutaso ovat riittävät. Lisäksi yleissuunnitteluvaiheessa arvioidaan suunniteltujen toimenpiteiden toteutuskustannukset.

Tässä prosessikuvauksessa tarkastellaan maankäytön, katujen ja vesihuollon suunnittelun käytäntöjä. Liitteen 1 kuvassa on esitetty suunnitteluprosessi kaaviona. Yleisemmällä tasolla tarkastellaan myös geoteknistä, kaupunkikuvallista, liikenteen ohjauksen ja valaistuksen suunnittelua. Prosessikuvaus tuo esille näkökohtia rakennetun ympäristön vaikutuksista yleissuunnitelman laatimiseen. Esille tuodut näkökohdat perustuvat Lillhemtin suunnittelutyön aikana tehtyihin havaintoihin. Havaintoja tukevat edellä mainittujen suunnitteluosa-alueisiin liittyvä kirjallisuus sekä alalle vakiintuneet käytännöt.

2 LILLHEMT, HENTTAA

Espoon Kaupunkisuunnittelulautakunta mainitsee Lillhemtin asemakaava-alueen lähtökohdat ja tavoitteet Espoon kaupungin asiakirjassa vuonna 2009.

Lillhemtin asemakaava-alue kuuluu Henttaan kaupunginosaan Espoossa (Kuva 1). Alue on pientalovaltaista. Lillhemtin alueen eteläpuolella sijaitsee Suurpelto III:n kaava-alue. Itä- ja pohjoispuolella aluetta rajaa Suurpelto V:n kaava-alue. Lillhemtin länsi- ja eteläpuolella aluetta rajaa Espoon Keskuspuisto, joka on laaja lähivirkistysalue.

Alueelle on rakennettu asuinrakennuksia laajemmin 1930-luvulta alkaen. Alueen merkittävin ja vanhin rakennus on Lillhemtin päärakennus, jonka vanhimmat osat ovat 1700-luvulta. Alueen nykyinen kiinteistöjen muodostus on peräisin 1950-luvulta tehdyistä lohkomisista. Näin perustettuja uusia tiloja käytettiin tuolloin lähinnä loma-asutukseen. 1990-luvulla enää vain noin neljännes kiinteistöistä oli loma-asutuskäytössä. Lillhemtin alue on kooltaan noin 50 ha ja asukkaita on alueella noin 400.

2.1 Nykyinen maankäyttö

Henttaan osayleiskaavassa alue on osoitettu pääosin pientaloasumiseen. Osayleiskaava on hyväksytty Espoon kaupunginvaltuustossa 2.11.1988 ja vahvistettu Ympäristöministeriössä 21.12.1989. Pohjoisessa, idässä ja etelässä nykyiset asuinalueet ulottuvat osayleiskaavan rajauksen laidolle asti. Osayleiskaava-alueen kaakkoisosa on vielä rakentamaton. Osa Lillhemtin alueesta on merkitty maakuntakaavassa taajamatoimintojen alueeksi ja osa virkistysalueeksi. Osa alueesta on maakuntakaavassa pohjavesialuetta. (Kuva 2)

Espoon kaupunki on käynnistänyt alkuvuodesta 2010 alueen asemakaavaan laatimisen. Asemakaavan tavoitteena on kehittää Henttaan asuinaluetta luomalla edellytykset täydennysrakentamiselle sekä lisätä alueelle pienimittakaavaista ja luonnonläheistä pientaloasumista. Lisäksi tavoitteena on luoda hyvät edellytykset joukko- ja kevyen liikenteen yhteyksille ja virkistykseen, sekä varmistaa alueelle riittävät palvelut.



Kuva 2. Henttaan osayleiskaava. Hyväksytty Espoon Kaupunginvaltuustossa 2.11.1988

2.2 Nykyinen liikenneverkko

Ennen 1990-lukua alueen ajotiet olivat kaupungin hoidossa olevia yksityisteitä. Ne olivat kapeita, noin 3...4 metriä leveitä ja sorapäällysteisiä. Teiden linjaukset ja tasaukset olivat maaston muotoja mukailevia. Alueen liikenneverkossa Väli-Henttaantie on kokoojakuu. Tärkeimpiä tonttikatuja ovat Tikasmäentie ja Tikasniityntie. Edellä mainittuihin tonttikatuihin liittyy useita lyhyitä, muutamaa taloutta palvelevia tonttikatuja. Lisäksi alueella on useampi lyhyt päättyvä tonttikatu. Väli-Henttaantie liittyy alueen ympäröivään päätie ja -katuverkkoon Suurpelto I-, III- ja V- asemakaava-alueiden kautta.

Nykyisillä ajoteilla ei ole kevyelle liikenteelle raitteja, vaan kevyt liikenne käyttää ajoratoja. Rakentamattomille alueille on myös muodostunut kulkupolkuja. Lillhemtistä luoteeseen Kuurinniityyn ja Espoon Keskuspuistoon johtavat yhteydet ovat tärkeitä kevyen liikenteen reittejä.

Nykyisten ajoteiden linjaukset ovat muotoutuneet maastonmuotojen ja rakentamisen myötä, nykyisistä ohjeista poikkeavia suuria pituuskaltevuuksia ja pieniä kaarresäteitä esiintyy alueen ajoteilla. Aluetta palvelee kaksi bussilinjaa. Väli-Henttaantien eteläpäässä on linja-autopysäkki, joka toimii niiden päätepysäkkinä.

2.3 Väylien ja vesihuollon nykytila

1990-luvulle asti kiinteistöjen käyttövesi saatiin porakaivoista. Jätevedet johdettiin erikseen tyhjennettäviin sakokaivoihin. Alueen sähkö- ja puhelinverkot toimivat ilmajohdoin.

Lillhemtin alueen väylät on rakennettu yksityisteinä alueen muun rakentamisen myötä. 1990-luvulla sorapäällysteiset tiet saneerattiin ns. kevennetyn kunnallistekniikan periaatteiden mukaisesti ja ajotiet saivat sirotepinnan. Samalla alueelle rakennettiin vesijohto ja jätevesiviemäri. Suurimmalta osin hulevesien johtaminen jäi avo-ojin hoidetuksi. Henttaan alue toimi tuolloin

Ympäristöministeriön kaavoitus- ja rakennusviraston vetämän kevennetyn kunnallistekniikan rakentamisen yhtenä esimerkkikohteena.

2.4 Kevennetty kunnallistekniikka

Ympäristöministeriön kaavoitus- ja rakennusosaston laatimassa selvityksessä (Ympäristöön sopeutettu kunnallistekniikka 1993) käsitellään kevennetyn kunnallistekniikan ratkaisuja.

Kevennetyllä kunnallistekniikalla tarkoitetaan erilaisia tavanomaisesta kunnallistekniikasta poikkeavia, tingittyjä ratkaisuja. Toteutettujen koerakentamiskohteiden, kuten Henttaan osalta tavoitteet ovat olleet kahdenlaisia. Tavoitteena oli säästää toteutuskustannuksissa sekä vähentää rakentamisen haittoja olevassa ympäristössä.

Keskeisimpiä kevennetyn kunnallistekniikan teknisiä ratkaisuja ovat:

- katujen liikenneteknisen mitoituksen minimoinnissa
- katujen rakennekerrosten ohentamisella ja halvemmilla päällysteillä
- vesihuoltoverkoston tiukassa mitoituksessa
- putkiverkoston matalaan tasoon asentamisessa
- hulevesien imeyttämisessä

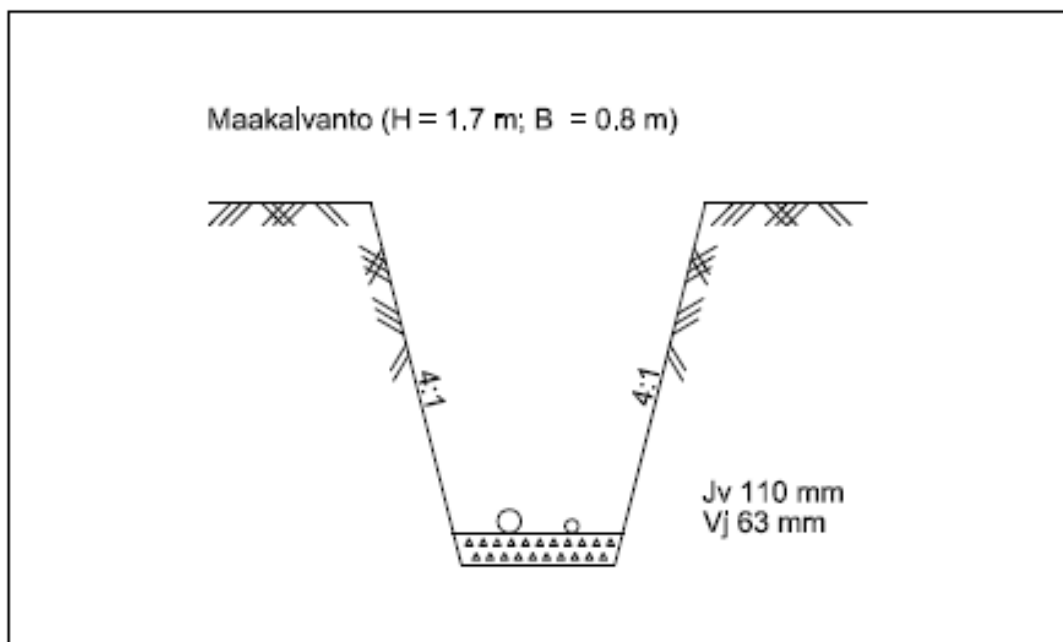
Tavoitteina kevennetyn kunnallistekniikan tavoitteena on mm:

- säilyttää olemassa olevaa ympäristöä mahdollisimman paljon
- olla toteutuskustannuksiltaan perinteiseen rakennustapaan verrattuna edullinen
- lyhentää rakentamiseen kuluva-aikaa.

2.4.1 Vesijohdot ja viemärit

Kevennetyssä kunnallistekniikassa pyritään säästämään rakennuskustannuksissa muun muassa vähentämällä tarkastuskaivojen määrää. Kaivot ja putkilinjat pyritään sijoittamaan liikennöitävien katualueen osien ulkopuolelle, jotta kunnossapitokustannukset vähenisivät. Johtojen mitoituksessa pyritään minimoimaan johtojen putkikoot, tosin vesijohtojen mitoittavana tilanteena on yleensä sammutusveden otto.

Putkikaivannot pyritään toteuttamaan niin, että putket olisivat rinnakkain samalla asennusalustalla. Kaivannot pyritään myös pitämään mahdollisimman matalina, että säästettäisiin kaivu-, tuenta- ja perustamis- sekä täyttökustannuksissa.



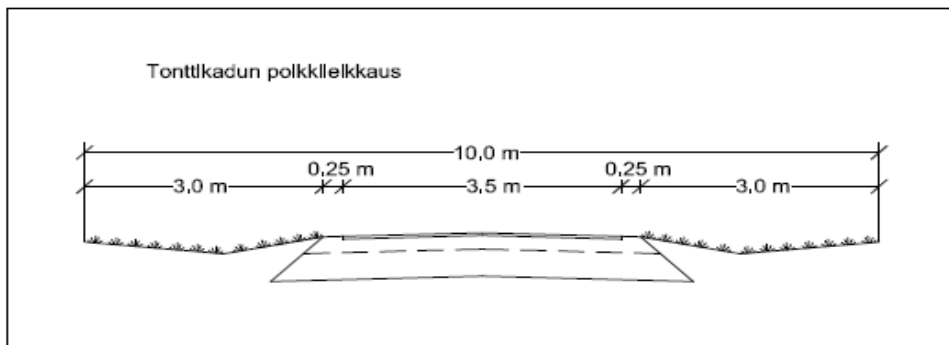
Kuva 3. Maakaivanto kevennetyn kunnallistekniikan ratkaisuisissa.

Maakaivannon syvyys voi vaihdella sen sijoittamisesta riippuen (Kuva 3). Liikennöityjen kadunosien ulkopuolelle sijoitettaessa voidaan tinkiä kaivannon syvyydestä talvenajan lumen eristävän vaikutuksen perusteella.

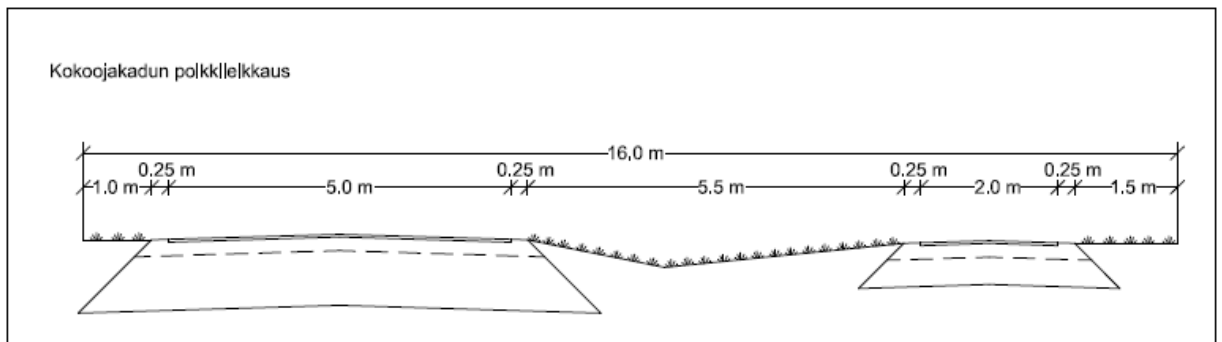
2.4.2 Katuverkko

Kapeilla poikkileikkauksilla vähennetään rakennus- ja ylläpitokustannuksia. Kunnossapidossa saadaan hyöty riittävällä lumitilalla ja kevyen liikenteen väylien rakentamatta jättämisellä. Kapea poikkileikkaus alentaa ajonopeuksia ja vähentää osaltaan kunnossapitokustannuksia.

Olemassa olevaa päällysrakennetta voidaan hyödyntää esimerkiksi lisäämällä siihen esimerkiksi sementtiä, kalkkia, bitumia tai muita lisäaineita, jolloin kantavuusvaatimukset voidaan saavuttaa.



Kuva 4. Esimerkki kevennetyn kunnallistekniikan mukainen tonttikadun tyyppi-poikkileikkaus.



Kuva 5. Esimerkki kevennetyn kunnallistekniikan mukainen kokoojakadun tyyppi-poikkileikkaus.

Kuvien 4 ja 5 esimerkitapauksista voidaan todeta, että niissä ei täyty Espoon kaupungin Teknisen keskuksen ohjeidenmukaiset katujen liikennetekniset mitoitusvaatimukset. Esimerkkipoikkileikkaukset eivät myöskään täytä

kunnossapidon ja ajoneuvojen kohtaamisen osalta yleisesti käytössä olevien suunnitteluohjeiden vaatimuksia.

2.4.3 Kuivatusjärjestelmät

Sadevesiviemäri voidaan korvata joissakin tapauksissa kokonaan avo-ojilla, painanteilla tai salaojilla, jolloin rakentamiskustannuksissa on saavutettavissa säästöä. Odotettavissa kuitenkin on, että kunnossapitokustannukset kasvavat avo-ojien ja rumpujen vaatiman kunnossapitotarpeen vuoksi. Toisaalta avo-ojat säilyttävät usein alueen vesitasapainoa, jolloin pohjavedenpinta säilyy ja jälkipainumat vähenisivät.

2.4.4 Päätelmä

Kevennetyllä kunnallistekniikalla voidaan säästää rakennuskustannuksissa, mutta muut mahdolliset hyödyt ovat kyseenalaisia. Kevennetystä kunnallistekniikasta ei ole korvaamaan normaalien rakennustapojen mukaan toteutettua kunnallistekniikkaa. Se ei vastaa sääolosuhteiden asettamiin haasteisiin eikä vesihuollon, kunnossapidon ja liikenteellisen mitoituksen yleisiin laatuvaatimuksiin. Sen ratkaisut voivat aiheuttaa lisäkustannuksia kunnossapidon ja saneeraustarpeiden takia. Taloudelliset suhdanteet saattavat ohjata kevennetyn kunnallistekniikan ratkaisujen käyttämiseen.

3 MAANKÄYTÖN SUUNNITTELU

Eri kaavatasoja on neljä:

- valtakunnalliset alueiden käyttötavoitteet
- maankuntakaavoitus
- yleiskaavoitus
- asemakaavoitus.

Valtioneuvosto asettaa valtakunnalliset alueiden käyttötavoitteet. Maakuntien liitot vastaavat maakuntakaavojen laatimisesta, ja asemakaavan ja yleiskaavan laatimisesta vastaa kunta.

Asemakaavan laadinta voi olla kunnallistekniikan yleissuunnittelun kanssa rinnakkain tai peräkkäinen prosessi. Pienemmissä kunnissa voi sama viranomainen vastata kaavoituksesta ja katusuunnittelusta. Rinnakkain toteutetussa asemakaava- ja kunnallistekniikan yleissuunnittelussa vähenee mahdollinen tarve kaavamuutoksien tekemiselle rakennusvaiheen aikana. (Meronen 2003)

Lillhemtin tapauksessa asemakaavaa laadittiin vuorovaikutteisesti kunnallisteknisen yleissuunnittelun kanssa. Kunnallistekniikan yleissuunnitelma ohjaa asemakaavan sisältöä yleisten alueiden osalta ja varmistaa, että aluevaraukset ja laatutaso ovat oikein.

3.1 Suunnittelun lähtökohtien kiinnittyminen

Suuri osa katujen suunnittelun lähtökohdista määräytyy maankäytön suunnittelun kautta asemakaavoitusvaiheessa. Asemakaavoituksessa tarkennetaan yleiskaavassa esitettyjä alueiden käyttötarkoituksia, yhdyskuntarakennetta, liikennetkaisuja ja niiden tarvitsemia aluevarauksia. Kaavoitusta säätelevät maankäyttö- ja rakennuslaki sekä -asetus. Asemakaavassa esitetään yksityiskohtaisesti rakentamisen käyttötarkoitus, tyyppi ja laatu, rakennusoikeuden määrä sekä tarvittavat aluevaraukset, kuten tontit, puistot ja katualueet.

Kaavojen laatimiseen osallistuu itse kaavoittajan lisäksi useiden eri ammattialojen edustajia. Yleiskaavan laadinnassa tarvitaan liikennesuunnittelijan erityisosaamista liikenneverkko- ja liikennejärjestelykysymysten ratkaisemiseksi. Viimeistään asemakaavoituksen laadinnan yhteydessä tarvitaan katusuunnittelijan ammattitaitoa. Kaupunkikuvan, geotekniikan ja muiden suunnittelijoiden sekä biologisten, eri

viranomaisten ja osallisten ammattitaitoa ja näkemyksiä tarvitaan kaavoitusprosessissa.

Kaavoitusvaiheessa laaditaan asemakaavakartan ja -selostuksen lisäksi muun muassa seuraavia aluetta koskevia yleissuunnitelmia sekä selvityksiä, joita voidaan hyödyntää katujen yksityiskohtaisemmassa katu- ja rakennussuunnittelussa:

- liikennesuunnitelmat
- teknisen huollon yleissuunnitelmat
- geotekniset yleissuunnitelmat
- katu ympäristön yleissuunnitelma
- ympäristöselvitykset
- kaavatalousselvitykset
- suunnitelmat luonnon ja rakennetun ympäristön suojelutoimenpiteistä
- lähiympäristön suunnitteluohjeet ja rakentamistapaohjeet
- rakennusten viitesuunnitelmat.

(Meronen 2003)

3.2 Kaavoitukseen liittyvä liikennesuunnittelu

Liikennejärjestelmäsuunnitelma on eri kulkumuodot kattava pitkän aikavälin kehittämissuunnitelma, joka tukee maakunnan tai kaupunkiseudun maankäytön suunnittelua eli maakuntakaavaa tai yleiskaavoja. Suunnitelmassa määritellään tavoitteena olevan liikenneverkko ja sen kehittämistoimenpiteet. Liikennejärjestelmäsuunnitelman alkuvaiheessa arvioidaan alueen liikennejärjestelmän tila ja kartoitetaan seudun liikenteelliset tavoitteet. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2009)

Yleiskaavoitukseen liittyvässä liikennesuunnittelussa määritetään kunnan liikenteen yleiset suuntaviivat. Asemakaavoitukseen liittyvässä liikennesuunnittelussa täsmennetään yleiskaavavaiheen ratkaisuja. Asemakaavavaiheen liikennesuunnittelu on katujen toiminnallista ja yleispiirteistä suunnittelua. Liikennesuunnittelussa määritetään kaava-alueen

liikenneverkko sekä niiden aluevaraukset. Suunnitelmassa otetaan huomioon myös kevyen liikenteen, joukkoliikenteen, pysäköinnin tarpeet ja aluevaraukset sekä huolto-, hälytys- ja muun erityisliikenteen reitit sekä arvioidaan liikenteen ympäristövaikutuksia ja mahdollisten melunsuojausten tarvetta. (Meronen 2003)

3.2.1 Lillhemtin liikennesuunnittelu

Uusista pientalokortteleista johtuen alueelle oli tarpeen muodostaa uusia sisäisiä kulkuyhteyksiä. Myös suunnittelualueen liikenneturvallisuutta pyrittiin parantamaan. Väli-Henttaantien järjestelyissä varauduttiin joukkoliikenteen etelä-pohjoissuuntaiseen yhteystarpeeseen.

Väli-Henttaantien, Henttaankallion ja Tikasmäentien katualueille varattiin tilaa erilliselle kevyen liikenteen väylälle. Alueen länsipuolella kulkeva pohjois-eteläsuuntainen ulkoilureitti Keskuspuistoon sekä jalankulku- ja pyöräily-yhteys alueen itäpuolella sijaitsevalle Suurpellon alueelle turvattiin. Uusia kevyen liikenteen yhteyksiä muodostettiin myös alueen sisällä.

Lillhemtin liikennesuunnittelun tavoitteena oli myös parantaa Henttaan ja Kuurinniityn joukkoliikenteen palvelutasoa, tehostaa Espoon kaupungin joukkoliikenteen toimivuutta ja vähentää joukkoliikenteen kustannuksia. (Espoon Kaupunkisuunnittelulautakunta 2009)

4 KATUJEN SUUNNITTELU

Katujen suunnittelun tarve syntyy yleensä seuraavista päätöksistä:

- kaavan laatimispäätös
- kadun liikennejärjestelyjen muutos
- kadun laatutason parantaminen
- kadun kunnostus ja saneeraus

(Meronen 2003).

Maankäyttö- ja rakennuslain 85§ mukaan: ”Katu rakennetaan kunnan hyväksymän suunnitelman mukaisesti. Katu on suunniteltava ja rakennettava siten, että se sopeutuu asemakaavan mukaiseen ympäristöönsä ja täyttää toimivuuden, turvallisuuden ja viihtyvyyden vaatimukset.”

Lillhemtin katujen yleissuunnitelmat laadittiin rinnan maankäytön suunnittelun kanssa. Samanaikaisesti tehtävä asemakaavoitus ja yleissuunnittelu on kokemukseräisesti todettu hyväksi menettelytavaksi. Kadut muodostavat yhden osan kaavan mukaisesti toteutettavasta yhdyskuntarakenteesta teknisen huollon verkoston ohella.

Kunnallisteknisen yleissuunnitelman lähtöaineistona Lillhemtin kaltaisessa saneerauskohteessa on yleensä:

- kantakartta suunnittelualueesta
- johtokartta ja muut tiedot rakennetuista putkista ja kaapeleista
- maaperäkartta ja pohjatutkimustiedot
- asemakaavan luonnos tai ehdotettava asemakaava, jos asemakaavan laadinta ja yleissuunnittelu tapahtuvat peräkkäisenä prosessina
- olemassa olevien ajoteiden, teknisten verkostojen, puistojen ym. yleisten alueiden suunnitelmat
- valokuvat.

Vaihtoehtoisesti lähtöaineistona on myös:

- maastomalli pohjakartta-aineistosta
- laserkeila-aineisto
- täkymetrimittausaineisto

Mikäsi suunnittelualueesta ei heti tehdä maastomittauksia voidaan pohjakarttaa tai laserkeila-aineistoa täydentää maastomittauksin, joissa kartoitetaan esim:

- kaupunkikuvallisesti merkittävä oleva kasvillisuus
- ajoteillä tai niiden välittömässä läheisyydessä olevat rakenteet, kivet, kalliopinnat yms.
- vesiuomien pohjat sekä merkittävät rummut ja sillat yms.

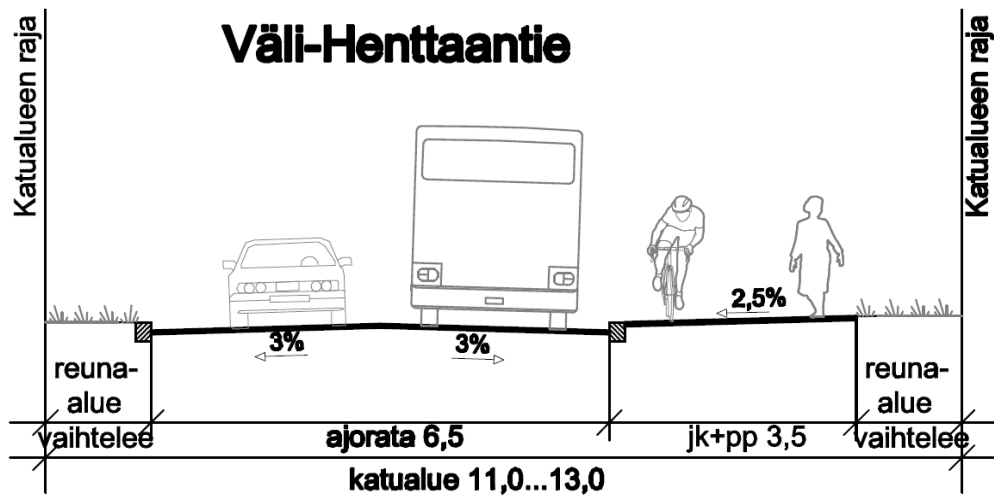
4.1 Katutilan mitoitus

Katutilan mitoituksessa kadulle määritetään liikenteellinen poikkileikkaus. Poikkileikkauksen mitoittamiseen vaikuttaa oleellisesti katuluokan mukaan vaihtelevat mitoitusperusteet. Usein mitoitukseen rakennetussa ympäristössä vaikuttavat myös alueen säilytettävät ominaispiirteet, kuten ovat istutukset, rakennukset, rakenteet ja tekniset verkostot.

Katutilan mitoittamisen tavoitteena on oikea palvelutaso ja hyvä liikenneturvallisuus. Tavoitteena on, että kadun poikkileikkaus, ulkoasu ja muoto osoittavat turvallisen ajonopeuden kadulla. Rakennetussa ympäristössä voi mitoituksen tavoitteena olla lisäksi ympäristön säästäminen. (Karppinen 2003; Espoon kaupungin Tekninen keskus 2010)

Espoon kaupungin Teknisen keskuksen mukaisessa ohjeessa (Katupoikkileikkauksen suunnitteluohje 2010) katutilan mitoitusperusteisiin vaikuttavat mm. seuraavatekijät:

- mitoitusnopeus
- mitoitusajoneuvo
- ajoneuvojen kohtaamistapa
- liikenneturvallisuus ja näkemäalueet
- liittymäratkaisut, esim. tasoliittymät, kiertoliittymät ym.
- geometrinen mitoitus, esim. ajodynamiikan, turvallisuuden tai ajonopeuden hillitsemisen perusteella
- linja-autopysäkkityyppi ja sen tilantarve
- pysäköintitarve
- liikennemäärät ja liikenteen koostumus
- kevyen liikenteen ja ajoneuvojen risteämiskohdan ratkaisu, esim. eritasojärjestely, valo-ohjaus, korotettu suojatie.
- kevyen liikenteen erotuksen tarve ajoradasta
- pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden erottamisen tarve
- ajokaistan, keski- ja välikaistan yms. suositellut mitat
- luiska- ja lumitila.

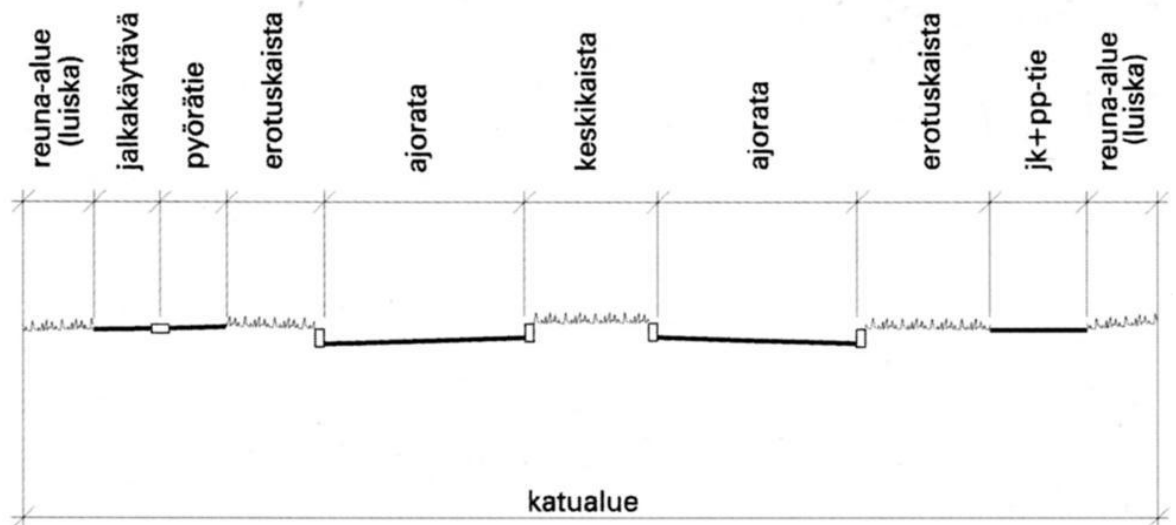


Kuva 6. Väli-Henttaantien tyypipoikkileikkaus

Väli-Henttaantie (Kuva 6) on kokoojakatu, jonka katutilan mitoitus tehtiin joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen tilantarpeet huomioiden. Myös säilytettävät ominaispiirteet, kuten istutukset ohjasivat paikoitellen katutilan mitoittamista.

Katutilan mitoitukseen vaikuttavat myös muun muassa seuraavat asiat:

- sivu- ja pituuskaltevuudet
- kadun tasaus ja tonttien korkeustasot
- kuivatuksen ratkaisut sekä tulvareittien sijainnit
- liittyvä maankäyttö ja kaupunkikuva
- pohjaolosuhteet
- kunnossapitonäkökohdat.



Kuva 7. Kadun tyypipoikkileikkauksen toiminnalliset osat.

Katualueen reuna-alue voi sisältää esimerkiksi tilavarauksen seuraaville asioille (Kuva 7):

- kadun rakennekerroksien ja mahdollisten kaivantojen luiskatila
- avo-oja
- lumitila
- näkemätila
- kadun kalusteet
- melueste
- tukimuuri
- istutusalue.

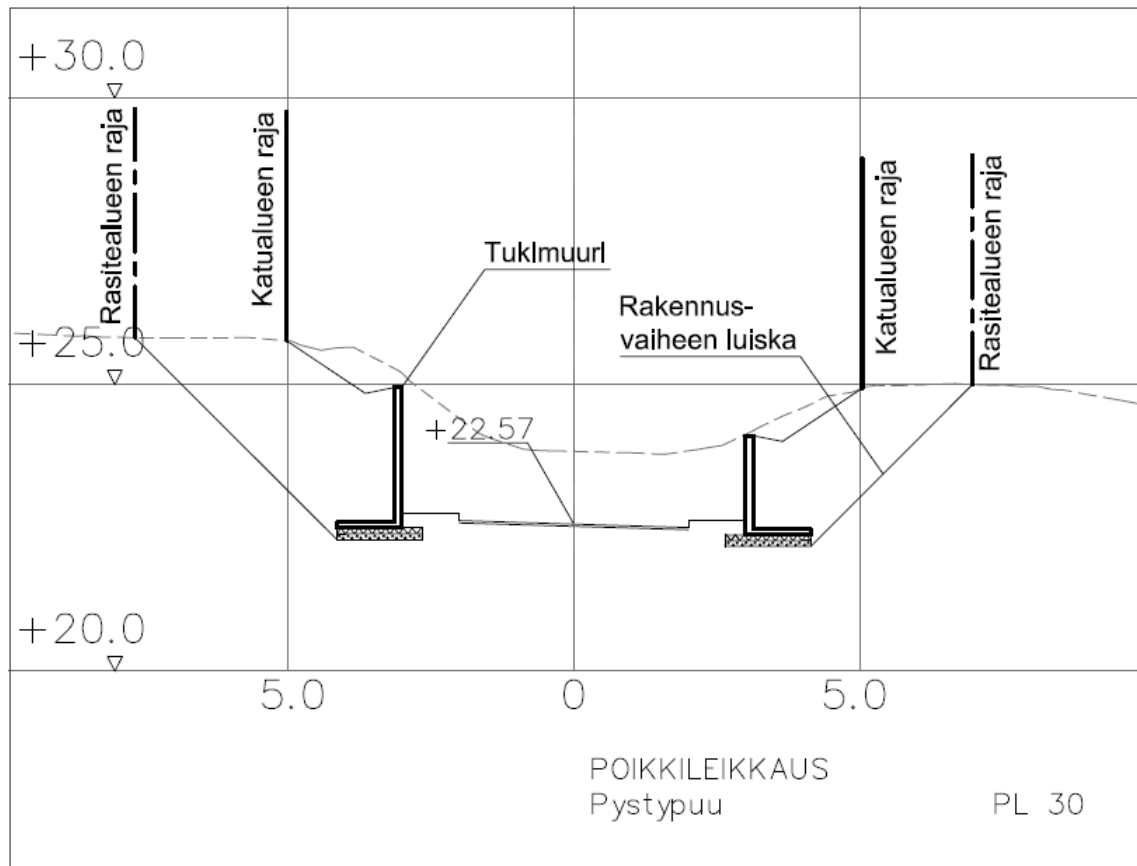
4.1.1 Muut katutilan mitoitukseen vaikuttavat asiat

Jokainen katu tarkastellaan erikseen sen todellisen tilantarpeen määrittämiseksi. Katualueelle sijoittuvien kadun rakenteiden, laitteiden ja kalusteiden, istutusten sekä leikkaus- ja pengerluiskien tilantarve otetaan huomioon katualueen leveydessä. Myös paikalliset ominaispiirteet antavat suunnittelulle omia lähtökohtiansa. (Espoon Kaupungin Tekninen keskus 2010) Kadun penkereiden tai leikkauksien luiskien tekniset ratkaisut tulee päättää

yleissuunnitteluvaiheessa, koska ne vaikuttavat luiska-alueen myötä katualueen rajan määrittymiseen.

Rakenteiden ja laitteiden sijoittamisessa otetaan huomioon rakennusvaiheen sekä tulevien huolto- ja korjaustoimenpiteiden tilantarpeet. Tukimuurien, siltojen tukien ja muiden vastaavien kaivutöitä edellyttävien rakenteiden rakennusvaiheen leikkausluiskien ulottumat määrittelevät katualueen rajan sijainnin. Joissakin tapauksissa voidaan asia ottaa huomioon muodostamalla rasite esimerkiksi viereiselle tonttialueelle. Kaivannot joudutaan tukemaan, jos maaperäolosuhteet ovat heikot. Kaivantoa tukevien elementtien työvarat tulee ottaa huomioon rasitealuetta muodostettaessa.

Putkikaivanto sijoitetaan katualueelle, puistoon tai muulle yleiselle alueelle. Jos kaivannon sijoittaminen yleiselle alueelle ei ole mahdollista, on muodostettava rasite putkilinjan kiinteistöjen puolella oleville osille. Rasitealueen mitoituksessa otetaan huomioon putkikaivannon vaatima työnaikainen tilantarve. Kaivannon tukeminen vähentää tilantarvetta, mutta on kustannuksiltaan luiskattua kaivantoa kalliimpi.



Kuva 8. Pystypuun poikkileikkaus PL 30.

Kuvassa 8 on esitetty tukimuurillinen ratkaisu ja sen vaikutus katualueen ja rasitealueen rajan muodostumiseen.

4.1.2 Kadun päällysrakenne

Vanhojen liikenneväylien päällysrakenteiden hyödyntämistä voidaan tapauskohtaisesti harkita, jos ne täyttävät yleiset laatuvaatimukset eikä kadun tasausta tai linjausta muuteta. Lillhemtin tapauksessa kaikkien ajoteiden osalta päällysrakenteet uusittiin laatututason ja kadun toimivuuden parantamiseksi.

Kadun päällysrakenne määritetään maaperäolosuhteiden ja katuluokan perusteella. Kadun kantavuusvaatimus määritellään katuluokan ja pohjaolosuhteiden mukaan. Yleissuunnittelussa maaperäolosuhteet voidaan määrittellä maaperäkartan perusteella. Apuna on hyvä käyttää olemassa olevia

pohjatutkimuksia saatavissa olevassa laajuudessaan, mutta tapauskohtaisesti harkitaan lisäpohjatutkimusten tarvetta.

Kadun päällysrakenteeseen liittyviä yksityiskohtaisia ratkaisuja, kuten mahdollisia lämmöneristeitä tai siirtymäkiiloja, ei ole aina tapana esittää yleissuunnitelmissa. Kustannuslaskelmia varten keskeisimpien erikoisratkaisujen laajuudet tulee kuitenkin arvioida.

4.2 Kadun vaakageometria

Kadun liikenteellinen luokka vaikuttaa vaakageometrian suunnitteluun. Esimerkiksi tonttikaduilla kaarresäteet voivat olla pieniä. Kaarresäteiden minimiarvot perustuvat pääasiallisesti mitoitusajoneuvojen liikennetilojen tarpeisiin sekä kohtaamistilanteiden huomioon ottamiseen. Kokooja- ja pääkaduilla käytetään suurempia kaarresäteitä. Yleensä ajodynamiikka vaikuttaa geometrian suunnitteluun mitoitusnopeuden ollessa yli 50 km/h. (Karppinen 2003)

Geometrian tulee olla kaduilla sellainen, että pysähtymisnäkemä toteutuu. Rakennettu ympäristö ja katualueen asettamat rajoitukset voivat vaikeuttaa pysähtymisnäkemän toteutumista. Rakennetussa ympäristössä on ajonopeuksia tästä syystä alennettava esimerkiksi pienimuotoisella katugeometrialla tai hidasteilla ja ajoradan kavennuksilla.

4.2.1 Suunnittelun lähtökohtien kiinnittyminen

Maankäytön suunnittelu ja katutilan mitoitus ohjaavat kadun vaakageometrian suunnittelua. Katutilan mitoituksessa määritetään kadun vaakageometrian parametrit ajodynamiikan, liikenneturvallisuuden tai ajonopeuden hillitsemisen perusteella. Kadun luokka, katuverkon rakenne ja sen liikenteelliset, tekniset ja rakenteelliset vaatimukset määrittävät katualueen leveyden.

4.2.2 Maaston muodot ja pohjaolosuhteet

Rakennettu ympäristö tarjoaa harvoin mahdollisuuksia maastonmuotojen, kuten mäkien ja painanteiden kiertämiselle. Suuria, jopa 12 % suositusarvon ylittäviä pituuskaltevuuksia voi esiintyä vanhojen alueiden ajoteillä. Jotta tasausta voitaisiin loiventaa, se edellyttäisi leikkaus- ja pengerrystöitä. Maaleikkauksissa ja -penkereissä on kuitenkin otettava huomioon olevien tonttiliittymien korkeusasemat. Uudisrakentamisessa voidaan katulinjat sovittaa maastomuotoihin paremmin.

Pohjaolosuhteita ei aina voida ottaa huomioon rakennetussa ympäristössä katualueen ollessa sidottu esimerkiksi nykyiseen sijaintiinsa tai säilytettävien kohteiden takia. Uudisrakentaminen mahdollistaa pohjaolosuhteiden huomioonottamisen paremmin ja kadun linjaukset voidaan esimerkiksi ohjata kiertämään pohjaolosuhteiltaan vaikeita alueita.

Lillhemmin osalta katuverkkoa laajennettiin suunnittelualueen luoteispuolella uusien kortteleiden takia. Uusien kortteleiden edellyttämien uusien katuosien linjauksilla vältettiin pehmeikköjä ja niiden tasaukset sovitettiin maastomuotoihin.

4.3 Kadun pystygeometria

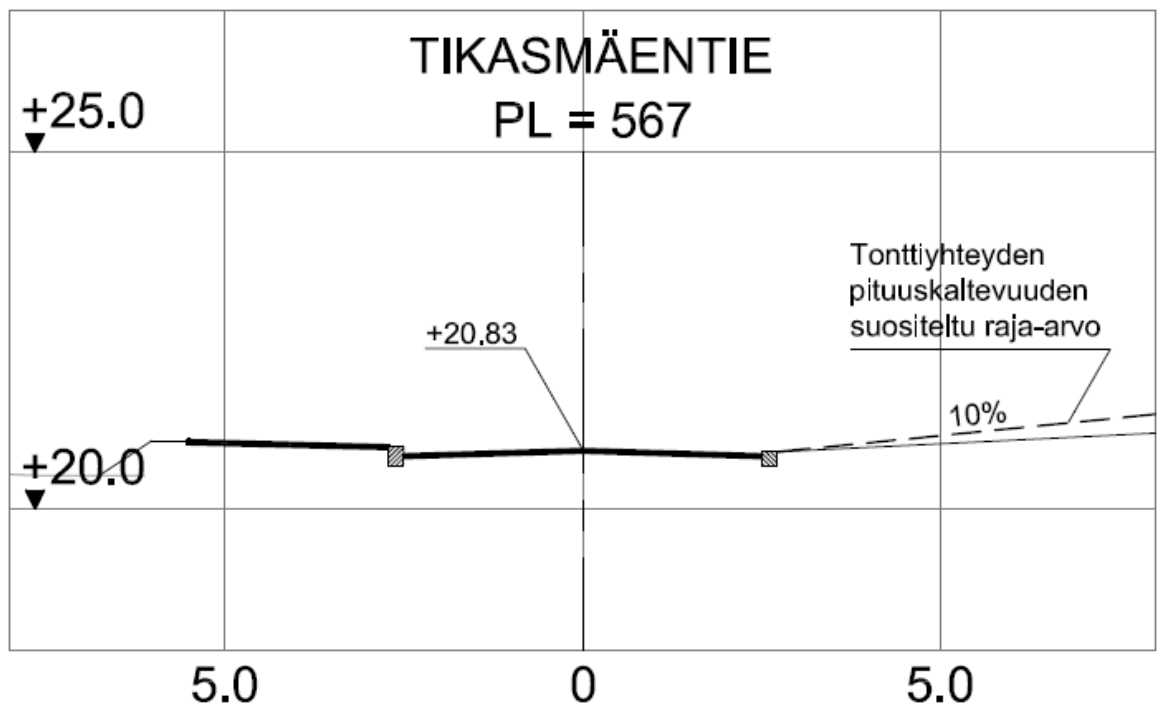
Kadun liikenteellinen luokitus vaikuttaa pystygeometrian suunnitteluun. Merkittävimpinä mitoittavina tekijöinä ovat pysähtymisnäkemän toteutuminen, mitoitusajoneuvon ja mitoitusnopeuden asettamat pyöristyssäteiden parametrit, esteettömyys, tonttien ja tonttiliittymien tasot, kuivatus ja tulvareittien sijainnit.

Rakennetussa ympäristössä kadun tasauksen sovittaminen tonttien tasoihin, sekä liikenneturvallisuuden ja kaupunkikuvallisten tavoitteiden täyttymisen korostuvat kadun tasauksen suunnittelussa. Olemassa oleva vesihuolto ja sitä täydentävät uudet vesihuoltolinjat ja niiden toiminnalliset tavoitteet voivat vaikuttaa oleellisesti tasauksen suunnitteluun. (Karppinen 2003)

4.3.1 Tonttiliittymät ja tonttien tasot

Merkittävin kadun pystygeometriaan vaikuttava asia rakennetussa ympäristössä ovat tonttien korkeusasemat. Tonttiliittymien korkeusasemat olisi säilytettävä nykytilassa mahdollisuuksien mukaan. Jos tonttiliittymän kohdan tasausta ei pystytä pitämään nykytilan mukaisena, tulee tontin tason liittyminen tutkia erikseen suunnitellulle kadun tasaukselle. Suositeltua raja-arvoa tonttiyhteyden pituuskaltevuudelle suunnitellulta kadun tasaukselta tontin tasolle on pidetty 10 %:n suuruisena. Kadun poikkileikkaus tulee huomioida tonttiliittymän tarkastelussa.

Tonttiyhteyden muodostuminen täytyy turvata rakennetussa ympäristössä. Saneerattavan kohteen muutokset katutilan mitoittamisen, olevan ajotien tasauksen ja linjauksen sekä maankäytön suunnittelun suhteen vaikuttavat erityisesti tonttiyhteyden muodostumiseen. Suositeltavaa on, että tonttiyhteydet tarkastetaan erikseen, jos edellä mainittuja muutoksia ilmenee tonttiliittymiä sisältävän kadun osalla.



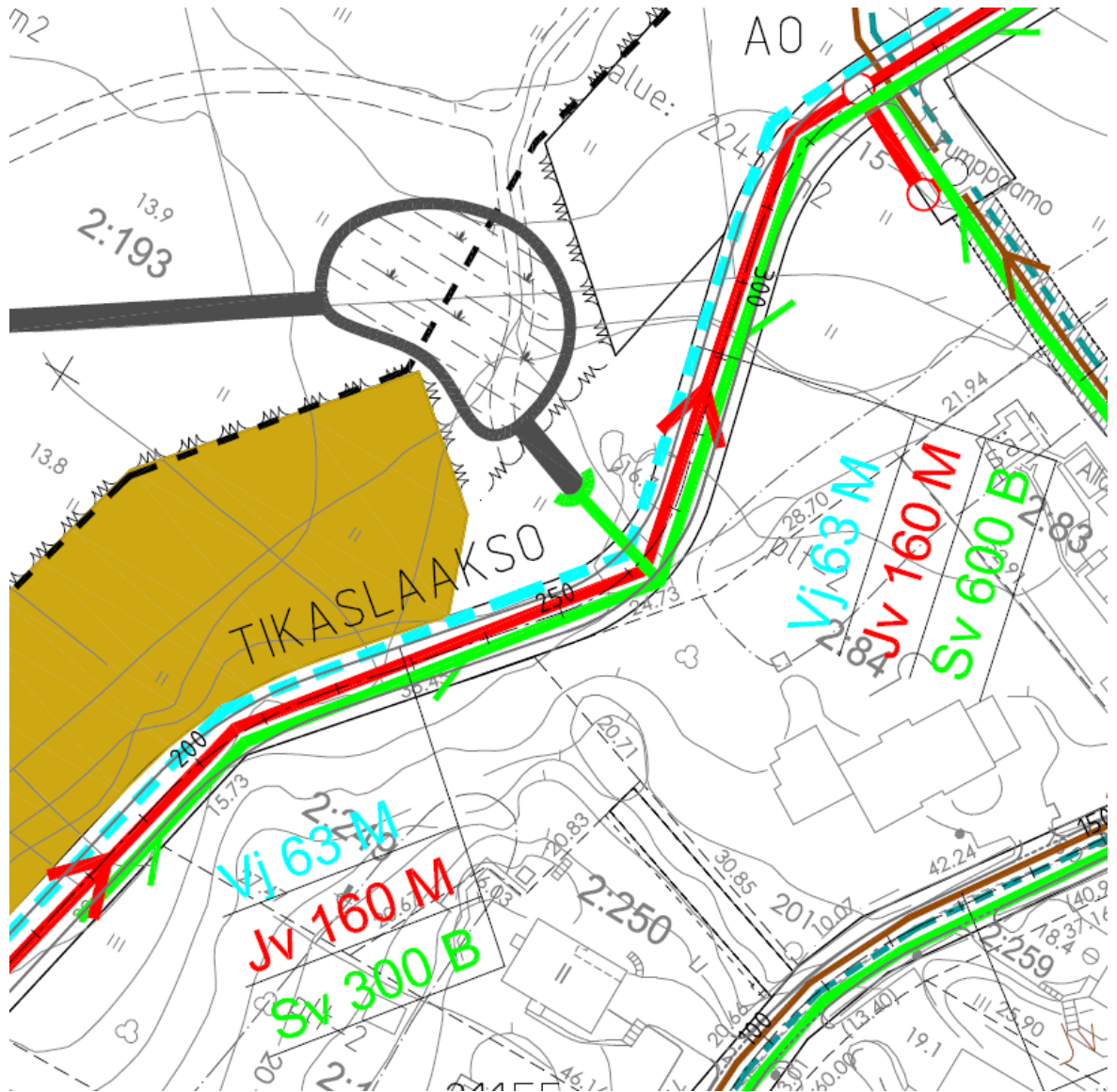
Kuva 9. Kadun poikkileikkaus tonttiliittymän kohdalta.

Tonttiyhteyden pituuskaltevuuden suositeltu raja-arvo on esitetty kuvassa 9 katkoviivalla. Pituuskaltevuuden raja-arvon ylittämistä ei suositella.

4.3.2 Kuivatus ja tulvareitit

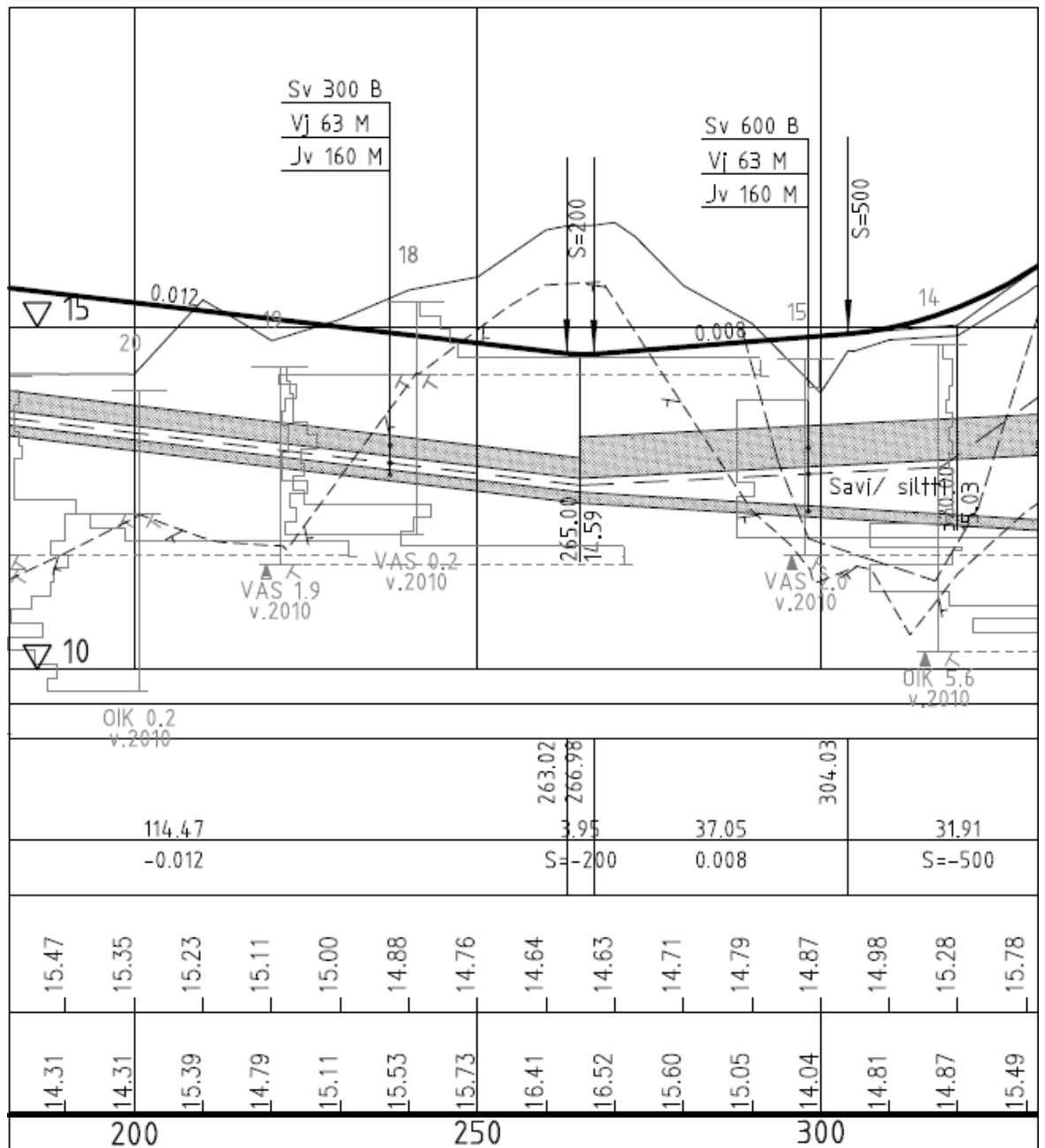
Kadun tasausta suunniteltaessa on oleellista, että hulevesien johtaminen ja hulevesien käsittelyalueet otetaan huomioon. Katutilan mitoituksessa määritetään hulevesien johtamisen tapa varaamalla sille riittävästi tilaa avo-ojallisen tai viemäroidyn ratkaisun perusteella. Tiivis rakentaminen ja kapeat katualueet ohjaavat yhä kasvavassa määrin viemäroityyn ratkaisuun hulevesien johtamisen suhteen. Vesihuollon yleissuunnitelmissa ja tasauksen suunnittelussa määrittyivät hulevesien johtamisen periaatteet ja hulevesien johtaminen käsittelyalueille.

Kunnallistekniikan yleissuunnitelmassa varaudutaan hulevesiviemäriin tukkeutumisen myötä tapahtuvalle tulvimiselle. Tulvimiseen varautuen tutkitaan tarpeelliset sijainnit tulvareiteille maastomallin sekä sitä täydentävien maastomittaustietojen perusteella. Maankäytön suunnittelussa muodostetaan rasite koskemaan tulvareittejä.



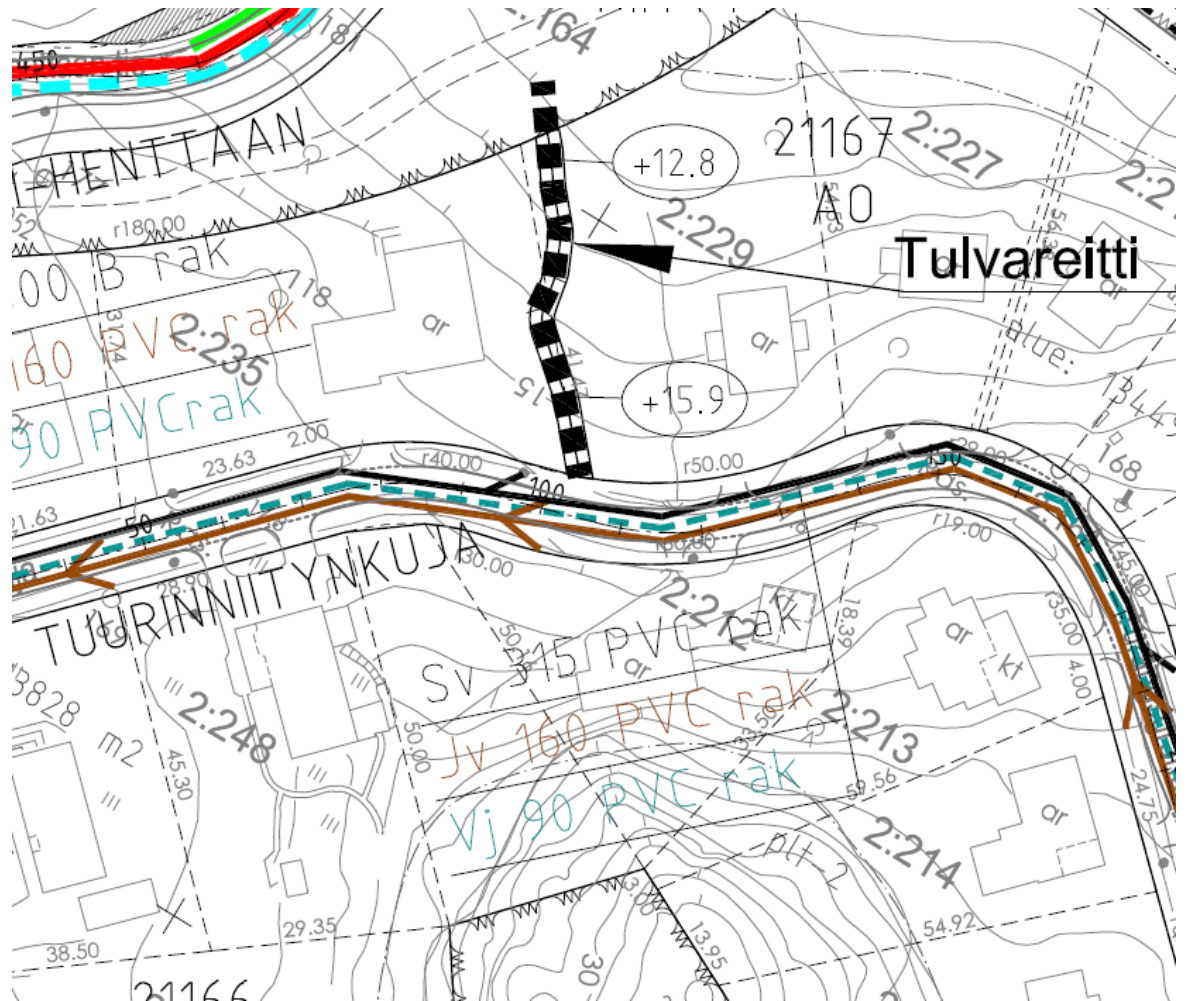
Kuva 10. Vesihuollon yleissuunnitelmassa on esitetty huleveden johtamisen periaate Tikaslaakso-kadulla.

Suunnitelmassa on esitetty karkeasti putkien sijainnit. Huleveden johtaminen käsittelyalueelle tapahtuu Tikaslaakson tasauksen paikallisella alimmalla tasolla (Kuva 10).



Kuva 11. Tikaslaakson pituusleikkaus PL 180 - 330.

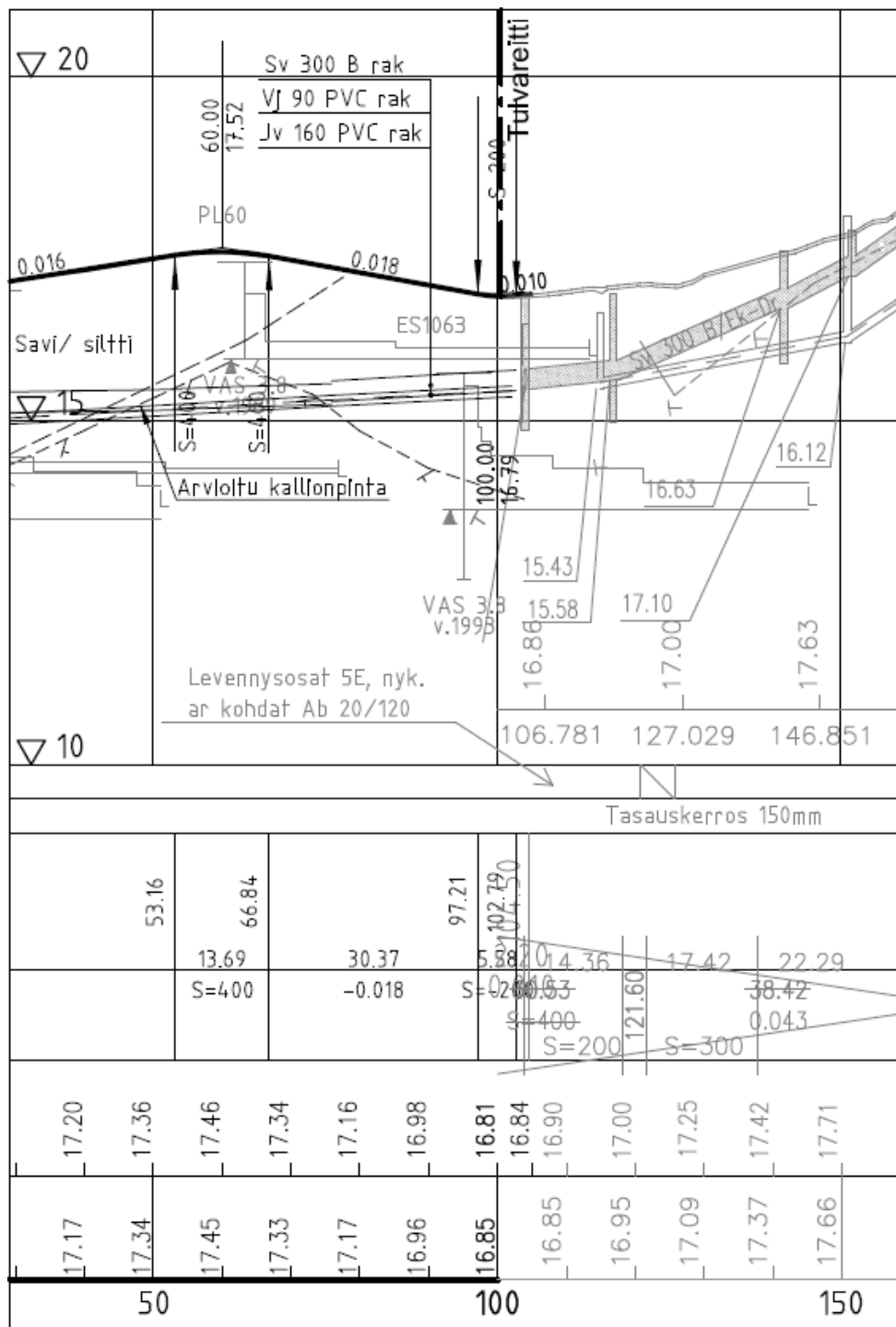
Kunnallistekniikan yleissuunnitelmassa on esitetty vesihuollon putkilinjojen korkeusasemat. Pituusleikkauksessa (Kuva 11) näkyy, kuinka tasauksen suunnittelussa on otettu huomioon vesihuollon yleissuunnitelman mukainen huleveden johtamisen periaate (Kuva 10). Hulevesi puretaan käsittelyalueelle Tikaslaakson tasauksen paikallisella alimmalla tasolla.



Kuva 12. Tulvareitin sijoittuminen.

Tulvareitin sijainti on määritetty tasauksen perusteella Tikasniitynkujalle kuvan 12 mukaisesti. Kadun tasausta ei ole voitu toteuttaa niin, että hulevedet valuisivat Tuurinniitynkujan liittymälle viemärin tukkeutuessa (Kuva 13). Tästä johtuen on jouduttu asettamaan tonttien välille tulvareitti, joka kaavassa on merkitty rasitteena.

Veden johtuminen tulvareittiä pitkin tulvimistilanteessa turvataan kuvassa olevien korkopisteiden osoittamien korkeusasemien säilyttämisellä. Tulvareitin suunnittelu voidaan toteuttaa maastomittaustietojen sekä laserkeila-aineiston mukaisen maastomallin perusteella.

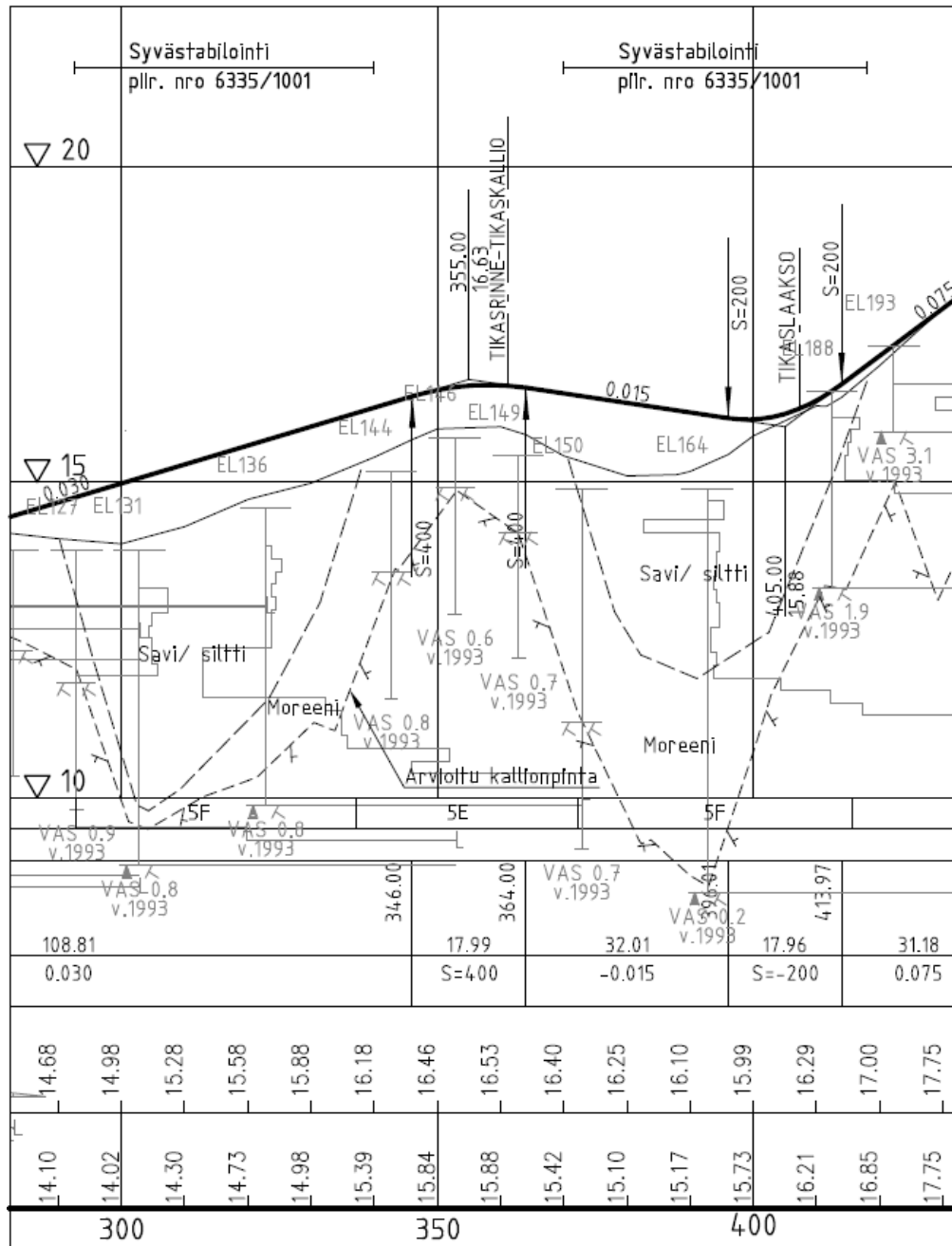


Kuva 13. Tikasniitynkujan pituusleikkaus PL 30 - 160 ja tulvareitin sijainti.

4.3.3 Pohjaolosuhteet

Pohjaolosuhteet on otettava mahdollisuuksien mukaan huomioon tasauksen suunnittelussa. Olevan ajotien tasausta muutettaessa ja maaperän kuormitusten muuttuessa tarkastellaan pohjaolosuhteita. Painumien

välttämiseksi voi pohjanvahvistaminen olla tarpeellista tasauksen muuttuessa nykyistä korkeammaksi ja maaperän kuormituksen kasvaessa.



Kuva 14. Esimerkki pohjanvahvistamisen tarpeesta Tikasmäentiellä.

Pengertä ollessa yli metri ja maaperän kantavuuden ollessa heikkoa, olisi syvästabilointi tarpeellista kuvan 14 mukaisella kadun osalla. Geoteknisen suunnittelun yleisiä periaatteita ja kadunrakentamisessa käytettäviä geoteknisiä sovelluksia käsitellään tarkemmin luvussa 6.1.

4.3.4 Olevat tekniset verkostot ja rekenteet

Tasauksen sekä linjauksen muuttuessa olevalla ajotiellä, joka sisältää teknisiä verkostoja, on otettava routaraja ja kadun tasauksen muutoksesta aiheutuvat painumat huomioon. Ajotien tasauksen korkeuden kasvaessa huomattavasti voi maaperän painumista seurata viettoviemäreiden toimivuudelle haittaa putkien kaltevuuksien muuttuessa. Pohjaolosuhteilla on merkittävä vaikutus painumien suuruuksiin. Putkien kaltevuuksien muuttuessa voi viemäröinnissä ilmetä tukoksia.

Kun tasausta lasketaan olevalla ajotiellä huomattavasti, tulee roudan vaikutusta teknisiin verkostoihin tutkia ja harkita lämmöneristämistä tai linjojen korkeusaseman tai sijainnin muutosta. Pystygeometrian muutosten vaikutusta oleviin rakenteisiin sekä kaupunkikuvallisesti arvokkaisiin kohteisiin tulee myös tarkastella.

4.4 Liikenneturvallisuus

Kadun tulee välittää sillä kulkevaa liikennettä sujuvasti, ilman että liikenneturvallisuus vaarantuu. Liikenteen sujuvuuden ja liikenneturvallisuuden painotus perustuu katuluokitukseen ja liikennemääriin. Tonttikatujen kohdalla liikenteen sujuvuus on usein toissijaista liikenneturvallisuuteen nähden. Kokoojakaduilla taas liikenteen sujuvuus nousee yhtä isoksi tavoitteeksi liikenneturvallisuuden kanssa.

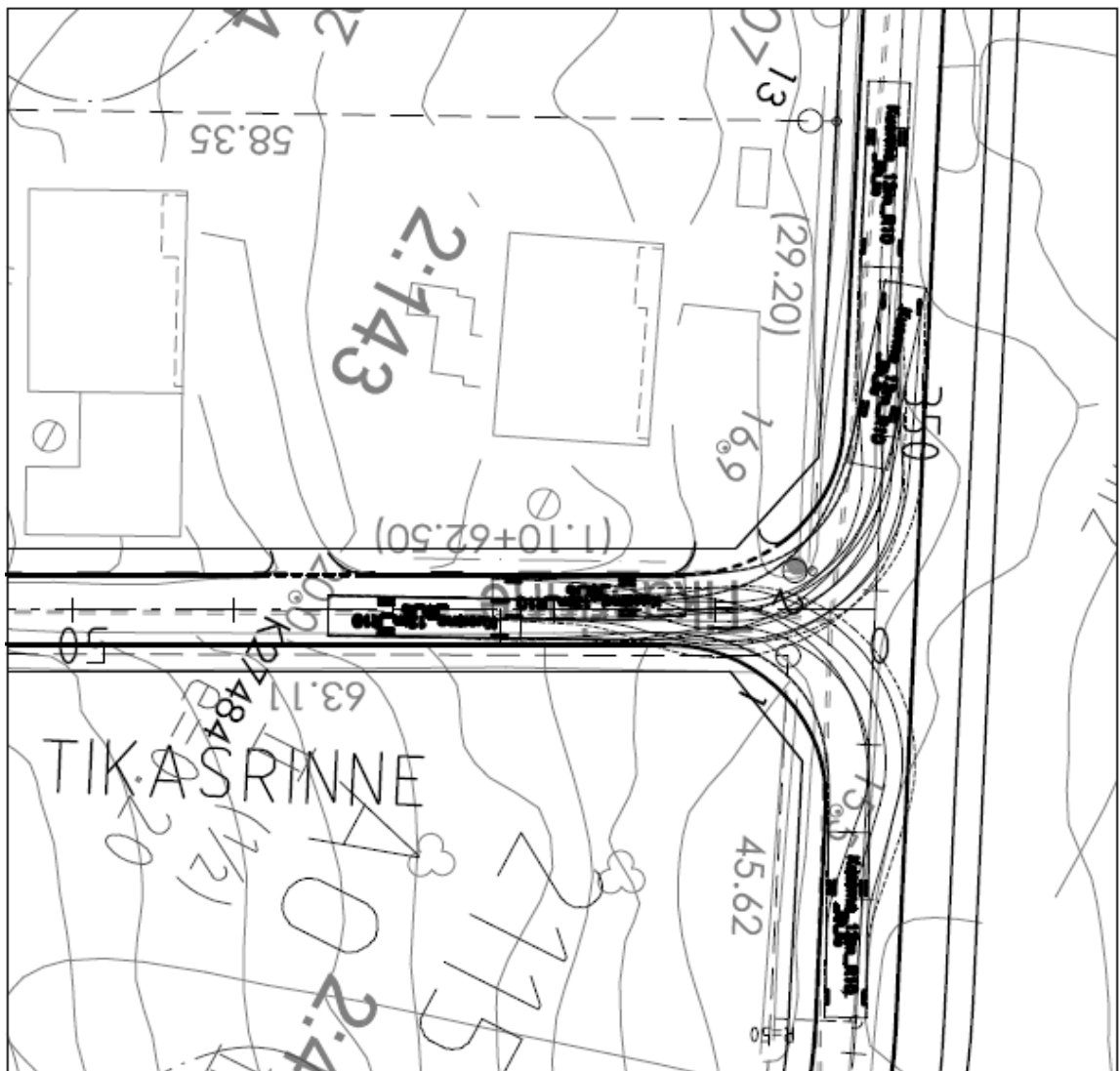
Tonttikaduilla tulisi liikenneturvallisuuden parantamiseksi välttää geometriassa pitkiä suoran elementtejä. Jos tämä ei ole mahdollista, tulisi kadun ajorataa mitoittaa sopivan kapeaksi tai sijoittaa kavennuksia ja hidasteita ajoradalle.

Liittymäalueille ja suojateille tulisi sijoittaa riittävät näkemäalueet mahdollisuuksien mukaan kevyen liikenteen turvallisuuden parantamiseksi. Rakennetussa ympäristössä esimerkiksi rakennukset, rakenteet ja istutukset vaikeuttavat näkemäalueiden muodostamista. Liikenteenohjauksen

suunnittelussa näkemäalueiden suhteen haastavien liittymien ohjaukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Maisemasuunnittelussa kyseisten alueiden läheisyyteen tulisi sijoittaa matalana kasvavia kasvilajeja tai jättää istutukset kokonaan pois. (Kettunen 2003)

4.4.1 Liittymien parantaminen

Kevennetyn kunnallistekniikan mallin mukaisesti toteutetuissa kaduissa liittymien läpiajettavuudet on mitoitettu normaalista mitoitusajoneuvosta poiketen huomattavasti pienemmällä ajoneuvolla. Yleisten laatuvaatimusten mukaisten tonttikatujen liittymiä mitoittava ajoneuvo olisi 12 metriä pitkä kuorma-auto 10 metrin kääntymissäteellä.



Kuva 15. (Edellinen sivu) Ajouramallinnus Tikasrinteen ja Tikasmäentien liittymän kohdalta.

Autoturn-ohjelman mukaan mitoitettussa tonttikatujen liittymässä kadun reunakivi asettuu kuvan mukaisesti mitoitusajoneuvon ollessa 12 metriä pitkä kuorma-auto, jolla on 10 metrin kääntösäde. Kiinteät viivat kuvaavat renkaiden tilantarpeen ja katkoviivat ajoneuvon rungon tilantarpeen. Renkaiden tilantarve on kriittinen reunakivilinjan määrittymisen kannalta. Usein tonttikatujen liittymäkaarten elementiksi riittää 10 metrin kaarresäde. Ajouramallin avulla tulee selvittää liittymän läpiajettavuus kaikista ajosuunnista (Kuva 15).

Kun liittyvän tonttikadun pituuskaltevuuden on suuri ja pienen pituuskaltevuuden muodostaminen ajoneuvojen liikkeellelähdön tai pysähtymisen parantamiseksi on vaikeaa, tulisi tarkastella mahdollisuutta tasauksen muutokselle kadulla, jolle tonttikatu liittyy. Ratkaisussa on otettava huomioon tonttiliittymät, olemassa olevat tekniset verkostot ja maaperän pohjaolosuhteet (Kuva 16).

4.4.2 Pituuskaltevuudet

Kun pituuskaltevuus on yli 12 %, tulisi tutkia pituuskaltevuuden muuttamisen mahdollisuutta. Yli 12 % pituuskaltevuudet ovat liikenneturvallisuuden kannalta vaarallisia, erityisesti talven aikana. Rakennetussa ympäristössä voi ilmetä ajoteiden pituuskaltevuuksia, jotka ovat reilusti yli suositellun arvon. Näillä teillä on otettava liikenneturvallisuus erityisesti huomioon katutilaa mitoitettaessa. Ajouradalle olisi varattava runsaasti tilaa, yli 0,5 m suositeltua enemmän. Kunnossapidon kannalta pituuskaltevuudeltaan jyrkille kaduille tulee kiinnittää erityistä huomiota, mikä osaltaan lisää kunnossapidon kustannuksia.

Rakennetun ympäristön tonttiliittymät rajoittavat jyrkillä kaduilla tasauksen muuttamista loivemmaksi. Muutetun tasauksen tonttiyhteyden muodostamisesta seuraisi huomattavia maanleikkaus- tai -pengerrystoimenpiteitä kiinteistön omistajalle, jos tarkoituksena olisi käyttää tonttiyhteyden pituuskaltevuuden suositeltua raja-arvoa.

5 VESIHUOLLON SUUNNITTELU

Vesihuollon verkostot muodostavat yhden osan kaavan mukaisesti toteutettavasta yhdyskuntarakenteesta. Tässä luvussa käsitellään tarkemmin vesihuollon yleissuunnitelman laatimisen sekä hulevesien johtamisen ja käsittelyn perusteita ja niihin vaikuttavia asioita. Vesihuollon yleissuunnitelmassa vesijohtoverkostot ja viemäriverkostot voidaan pääasiassa mitoitaa RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu -julkaisun mukaisesti.

5.1 Vesihuollon yleissuunnitelma

Vesihuollon toteuttamisvaiheiden ja jatkuvuuden rungoksi tarvitaan vesihuollon yleissuunnitelma, johon yksityiskohtaiset rakentamissuunnitelmat ja niiden ajoitus voidaan perustaa. Yleissuunnitelmia voi edeltää alustava suunnittelu, joka antaa vesihuollon kehittämiselle yleiset suuntaviivat.

Alueellisessa vesihuollon yleissuunnittelussa esitetään usein siirtovesijohto- ja viemäriinjoja sekä hulevesien johtamisen periaatteet. Yksittäisten verkkojen ja siirtolinjojen yleissuunnitelmia tehdään yksityiskohtaisten rakennussuunnitelmien lähtökohdaksi ja asemakaavoituksen tarpeisiin.

Yleissuunnitelma sisältää ohjeellisesti seuraavat asiat:

- selvityksen nykyisestä vesihuollosta
- ennusteet ja mitoitussarvot
- vaihtoehtoiset ratkaisut ja niiden vertailut
- valitun suunnitteluratkaisun tekninen yleissuunnitelma
 - tarvittaessa suunnitelmaselostus teknisistä ratkaisuista
 - kustannusarvio: investointikustannukset, käyttö- ja kunnossapitokustannukset
 - toteuttamisaikataulu, investointiohjelma
 - suunnitelmapiiirustukset
- mitoituskalkelmat ja toiminnalliset tarkastelut
 - vesijohtoverkon mitoitus verkkomallinnuksella

- viemärointijärjestelmän mitoitus verkkomallinnuksella (suositus)
- siirtoviemäreiden ja –vesijohtojen paineiskulaskelmat ja toiminnallinen suunnittelu
- järjestelmien käytön ja valvonnan suunnitelmat
 - vedenjakelujärjestelmän käytön, valvonnan ja ohjauksen kehittämissuunnitelma, esimerkiksi paineolojen tarkkailu ja säätö, virtaamamittaukset, vuotovesien seuranta, pumppaamojen ja säiliöiden valvonta ja käytön taloudellisuus, putkirikkojen paikallistaminen
 - viemäristön valvonnan ja ohjauksen yleissuunnitelma
- muut tarpeelliset suunnitelmat, esimerkiksi poikkeuksellisten olojen vedenhankinnan suunnitelma.

Suunnittelukohteesta on hankittava seuraavia lähtötietoja:

- suojelukohteet, mm. luontokohteet, muinaismuistot, maisemakohteet
- pohjavesialueet ja vedenottamot
- aiemmat suunnitelmat ja niiden soveltuvuus
- kartat muista johdoista ja rakenteista tarvittavassa laajuudessaan
- muut vireillä olevat rakennushankkeet, kuten tie-, rata-, katu-, kaukolämpö- ja kaasulinjahankkeet
- maaperäkartat
- aiemmat pohjatutkimukset ja tarvittaessa uudet pohjatutkimukset.

5.1.1 Nykyisen vesihuollon selvitys

Kunnan vesihuollon toteuttamisen suuntaviivoja ohjaavat suunnitelmat ja niiden suunnittelutyölle asettamat reunaehdot on selvitettävä työn alkaessa. Vesihuoltolain mukainen kuntakohtainen vesihuollon kehittämissuunnitelma on keskeisin reunaehdot asettava suunnitelma. Huomioon otettavia näkökohtia ovat vahvistetut vesihuoltolaitoksen toiminta-alueet sekä mahdollisesti myös valmius- ja sammutussuunnitelmat. Yleissuunnitelman pohjaksi on selvitettävä tehdyt yhteistyösopimukset ja mahdolliset yhteistyömuodot kunnan sisällä, naapurikuntien kanssa ja alueellisesti. Nykyisestä vesihuollosta selvitetään yleissuunnittelua varten seuraavat tiedot tapauskohtaisesti tarpeen mukaan:

Vedenjakelujärjestelmästä:

- toiminta-alueet, verkkokartat
- vesimäärätiedot: verkkoon pumpattu vesimäärä, laskutetut vesimäärät
- raakavedenhankintaratkaisut ja veden syöttökohdat
- vedenottamoiden, käsittelylaitosten ja niiden pumppaamoiden sijainti-, mitoitus- ja kapasiteettitiedot, vedenottamoiden antoisuudet ja luvat
- olevan vesijohtoverkon mitoitus-tiedot
- painepiirien rajat ja painetasotiedot, painepiirien välinen vedensyöttö, ottamoiden ja laitosten sijoittuminen painepiireittäin
- vesisäiliöiden sijainti, tilavuus ja vedenpintojen korkeustiedot
- paineenkorotusasemien tehot ja nostokorkeudet sekä muut tarpeelliset tiedot
- kuntotutkimukset, saneeraustoiminta.

Viemäröintijärjestelmästä:

- toiminta-alueet
- verkkokartat: Jätevesi-, hulevesi-, ja sekaviemärit
- mitatut viemäri-veden määrät ja niiden vaihtelu sekä vuotovesimäärät
- käsittelylaitokset ja niiden sijainti-, mitoitus- ja kapasiteettitiedot sekä ympäristölupien ehdot
- pumppaamot ja niiden pumppujen tyypit ja kapasiteetit, imusäiliön mitta- ja pinnankorkeustiedot
- verkon kuntotutkimukset ja saneeraustoiminta.

5.1.2 Ennusteet ja mitoitusarvot

Vedenkulutuksen ja jätevesimäärien kehittymistä koskevat tiedot selvitetään seuraavaa:

- asukasmäärät osa-alueittain, nykytilanne ja ennuste, samalla määritetään ennustetilanne
- palvelutoiminnat, yksikköinä esimerkiksi työpaikkamäärät tai kerrosalat, nykyinen tilanne ja ennuste

- kaavat ja maankäyttösuunnitelmat sekä niiden vaikutukset vedenkulutusennusteisiin, suunnitellut liike-, teollisuus- ja asuinalueiden kerrosalat, liikenneväylien sijainnit
- teollisuutta ja muita suurkuluttajia koskevat tiedot ja ennusteet, esim. vedenkulutus ja sen vaihtelu, tarvittavat painetasot, mahdollinen paineenkorotus- tai alentaminen, palonsammutuslaitteet, sopimuksien erityisehdot, liittymiskohdat
- ominaiskäyttö ja liittymisaste sekä niiden kehittyminen.

Ennusteiden pohjalta määritetään järjestelmän eri osien mitoitusvirtaamat. Vedenjakelujärjestelmän mitoitusta varten määritetään verkko-osittain keskimääräinen käyttö, suurin vuorokausikäyttö ja huippukäyttö. Jätevesiviemärien osalta määritetään vastaavat jätevesimäärätiedot lisättyinä maksimitilanteen vuotovesimäärällä.

5.1.3 Vesijohtoverkon mitoitus

Verkon mitoituslaskelmat ja putkivirtausten häviöiden laskelmat voidaan tehdä RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu -julkaisun kohdan 1.3 mukaisesti. Lähtökohtina ovat julkaisun kohdassa 1.1 määritetyt mitoitusvirtaamat ja kohdan 1.2 mukaiset toiminnalliset vaatimukset. Esitetyt mitoitus- ja suunnitteluohjeet ovat pääasiassa suositusluonteisia, alalle vakiintuneita käytäntöjä.

Järjestelmän rakennevaihtoehtojen on perustuttava olemassa olevan järjestelmän tarkoituksenmukaiseen hyväksikäyttöön. Kuntakohtaisten tai alueellisten vaihtoehtojen teknistaloudellisten selvitysten tulee olla perustana rakenteen valinnalle. Rakenteessa tulee ottaa huomioon poikkeuksellisten tilanteiden aikainen toimivuus.

Vedenjakelujärjestelmän eri osien suunnittelussa käytettävät vaihtoehdot:

- pumppaus vedenkuluttajille voi tapahtua keskitetysti vedenkäsittelylaitokselta, jolloin jakelualue on yhtenä painepiirinä.

- jakelualue voi muodostua useista painepiireistä, jotka ovat joko suoraan laitokselta tapahtuvan pumppauksen, alueellisen lisäpumppauksen tai paineenalennuksen vaikutuspiirissä.
- päävesijohdot ja jakelujohdot suunnitellaan ensisijaisesti verkkojärjestelmän ja toissijaisesti haarajärjestelmän mukaisesti.
- veden varastotilana toimivat joko ala- tai ylävesisäiliöt, erikoistapauksissa myös painesäiliöt tai näiden yhdistelmät.

Järjestelmän rakentamisen ja käytön kannalta on yksinkertaisinta pitää jakelualue yhtenä painepiirinä. Veden syöttö verkkoon olisi tapahduttava vähintään kahdesta lähteestä. Veden syöttö on varmistettava varalaittein ja -johdoin sekä riittävän säiliötilavuuden avulla. Vesijohtoverkon lisäksi vedenottamot, puhdistamot, pumppaamot ja säiliöiden muodostama kokonaisuus vaikuttavat järjestelmän mitoittamiseen.

Vedenjakelujärjestelmän mitoitusta tarvitaan seuraaviin tarkoituksiin:

- jakelujärjestelmän vaihtoehtojen tutkimiseen ja edullisimman ratkaisun etsimiseen
- valitun järjestelmän lopulliseen mitoitukseen, testaukseen eri käyttötilanteissa sekä edullisimman vaiheittaisen toteuttamissuunnitelman laadintaan
- suunnitelmien ajan tasalla pitämiseen ja tarkistuksiin toteuttamisen edistyessä
- erityistarpeisiin, kuten painetasosuunnitelman laatimiseen ja sammutusvesisuunnitelman lähtötietojen määrittelyyn.

Vesijohtoverkko mitoitetaan ensisijaisesti seuraavien käyttötilanteiden mukaisesti:

- veden huippukäyttö tavanomaisiin tarkoituksiin käytettäessä
- sammutusvesisuunnitelman mukaisessa sammutusveden otossa
- vesisäiliön täyttötilanne alhaisen kulutuksen aikana
- häiriötilanne, kuten putkirikon tai pumppaushäiriön, aikana.

5.1.4 Viemäriverkon mitoitus

Viemäriverkon, paineviemärien, siirtoviemäriinjojen ja kiinteistökohtaiset paineviemärijärjestelmien mitoitukset sekä viemäriverkon mallintaminen voidaan tehdä RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu -julkaisun kohdan 2.2 mukaisesti. Esitetyt mitoitus- ja suunnitteluohjeet ovat pääasiassa suositusluonteisia, alalle vakiintuneita käytäntöjä. Viemäri mitoitetaan 20 – 40 vuoden aikana esiintyvän suurimman tuntivirtaaman mukaan. Viemäreiden teknisenä käyttöikänä pidetään 50 – 100 vuotta.

Viemäreiden mitoitusehdot ovat:

- kapasiteetti (riittävä halkaisija mitoitusvesimäärän johtamiseen)
- minimikaltevuus huuhtoutumisen varmistamiseksi
- maksimikaltevuus eroosion välttämiseksi
- eri putkimateriaalien asettamat vaatimukset
- viemärointitavan vaikutus.

Viettoviemäriä määritettäessä etenemisjärjestys on seuraava:

- lasketaan mitoitusvirtaama
- määritetään putkilinjan kaltevuus
- määritetään putkikoko mitoitusvirtaaman ja putkilinjan kaltevuuden perusteella
- valitaan alustava putkikoko monogrammista saatua teoreettista putkikokoa lähinnä oleva suurempi putkikoko
- tarkistetaan viemäriin huuhtoutuminen.

Jätevesiviemäreiden kaltevuuden tulisi olla sellainen, että viemäri on huuhtoutuva. Viemäriin pohjalle laskeutuvan sedimentin tulisi irtautua putken pohjalta virtaaman vaikutuksesta vähintään kerran vuorokaudessa. Hulevesiviemäreiden osalta minimikaltevuuksien määrittäminen ei ole aina perusteltua virtaaman voimakkaiden vaihtelujen vuoksi. Betoniviemärit 2003-ohjekirjassa on käsitelty hulevesiviemäreiden pienimpien kaltevuuksien määrittämistä huuhtoutumisen perusteella.

Viemäriputkien sisäpuolinen kuluminen on tärkein tekijä määrittäessä maksimivirtausnopeutta. Viemäriputkien kaltevuuksien tulisi olla sellaiset, että putkimateriaali ei kuluisi liiallisessa määrin virtausnopeuden vaikutuksesta. Virtausnopeuden lisäksi jäteveden laatu vaikuttaa putkimateriaalien syöpymiseen.

5.1.5 Viemäriin ja laitteiden sijoittaminen

Vesihuollon yleissuunnitelmassa esitetään pääpiirteinen sijainti vesihuollon linjoille. Tulee kuitenkin myös määrittellä vesihuoltoa täydentävien uusien linjojen tarkka sijainti olemassa oleviin vesihuollon linjoihin nähden ja varsinkin linjojen liittyminen toisiinsa. Vesihuollon linjojen tarkan sijainnin määrittäminen on myös tärkeää kustannuslaskelmien tarkkuuden kannalta. Rakennetussa ympäristössä vesihuoltoon liittyviä lisäkustannuksia aiheuttavat vesihuolto-
linjojen taitteiden määrät. Kiinteistöjen rajat, pienimuotoinen kadun geometria ja kapea katualue pakottavat tavallista useampiin linjojen taitteisiin. Taitteiden kohtien kaivot ja mahdolliset kulmatuet lisäävät rakennus- ja ylläpitokustannuksia. Lillhemtin alueen kunnallisteknisessä yleissuunnitelmassa kaivojen tarkkojen sijaintien määrittäminen jätettiin yksityiskohtaisempaan rakennussuunnitteluvaiheeseen.

Yleiset viemärit pyritään sijoittamaan asemakaava-alueilla katualueille tai muille yleisille alueille. Mikäli tämä ei ole mahdollista, on linjalle perustettava rasite. Vesihuollon linjojen sijoittamisessa on otettava huomioon muut tekniset verkostot. Uudet vesihuoltolinjat on sijoitettava katualueella erilleen nykyisistä vesihuoltolinjoista ja sivukaltevilla kaduilla tapauskohtaisesti kadun alareunan puolelle. Vesihuoltolain mukaan on viemäriverkkoon liitettävää kiinteistöä varten määrättävän liittymiskohdan sijaittava kiinteistön läheisyydessä.

Istutetulle alueelle sijoitettaessa on otettava huomioon istutusten suositellut minimietäisyydet vesihuoltolinjoihin. Joidenkin kasvilajien juuret voivat kasvaessaan tukkia putkistoja. Olemassa oleva puusto on otettava huomioon

vesihuoltolinjaa suunniteltaessa, koska ympäristön kannalta arvokkaita puita on suojeltava. Linjaa ei saa sijoittaa liian lähelle säilytettävää puustoa, kun kaivutöissä on vaarana puiden juurien vahingoittuminen. Kadun liikennöitäville osille vesihuoltolinjoja sijoitettaessa on otettava huomioon liikenteen toimivuus kadulla putkien ja laitteiden raekntamisen ja huoltamisen aikana. (RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu)

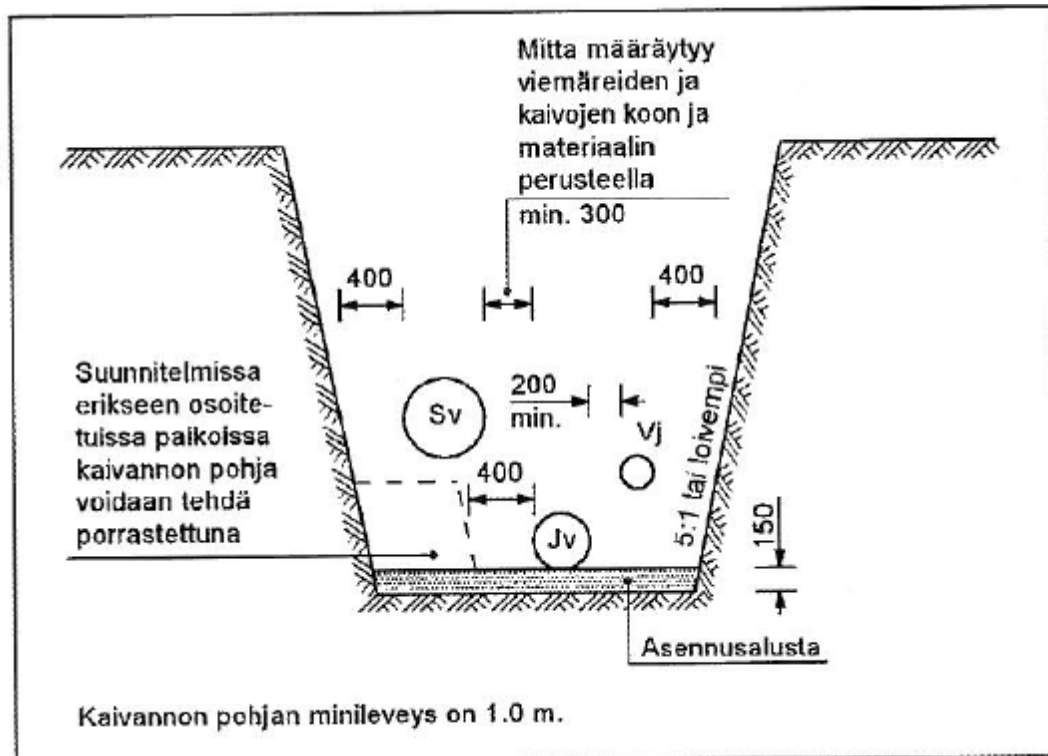
Vesijohdot ja paineputket tulee sijoittaa vaakasuoraan mitattuna minimissään 200 mm etäisyydelle muista vesijohdoista, viemäriputkista, kaivoista ja rakenteista. Vesijohdon ja kaukolämpöputken välinen etäisyys tulisi olla 2,5...3,0 m. Viemäriinjat voivat olla vaakasuoraan mitattuna minimissään 100 mm etäisyydellä kaivoista ja rakenteista. Viemäriinjat asennetaan toisistaan vähintään 300 mm etäisyydelle vaakatasossa mitattuna, ellei suunnitelma-asiakirjoissa ole toisin ilmoitettu. Muihin linjoihin, kaivoihin ja rakenteisiin nähden viemärit voi asentaa vähintään 100 mm etäisyydelle vaakatasossa mitattuna. (InfraRYL Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat 31300.3.1.1 Vesijohtoputken asentaminen, yleistä; InfraRYL Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat 31100.3.1.1 Jätevesiviemäriputken asentaminen, yleistä)

5.1.6 Viemäriin ja laitteiden korkeusasema

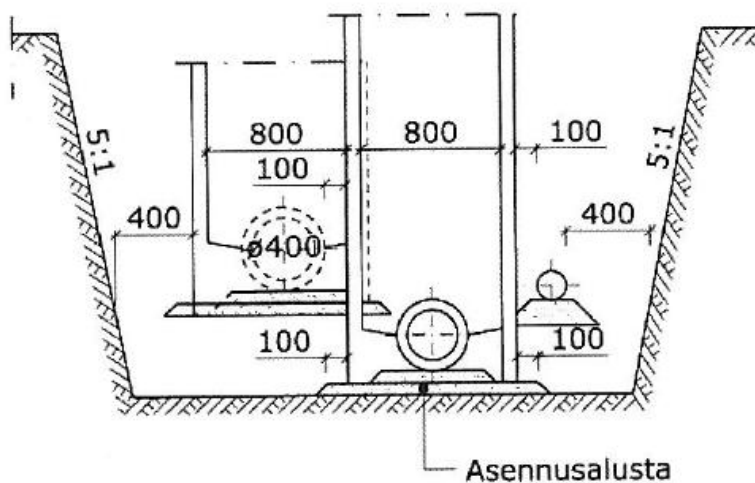
Yleensä kunnallistekniikan yleissuunnitelman pituusleikkauksissa esitetään vesijohtojen ja viemäreiden alustavat korkeusasemat, mutta ei kaivojen sijainteja. Kaivojen sijaintien määrittely kuuluu yleensä yksityiskohtaisempaan rakennussuunnitteluun. Lähtökohtaisesti viemäriin tulee olla niin syväällä, että kiinteistöt voivat liittyä siihen. Aina tämä ei ole kuitenkaan mahdollista. Joskus vaatimuksen täyttäminen edellyttää kohtuuttoman syviä kaivantoja. Tällöin on tarpeen tarkastella kiinteistökohtaisten pumppaamojen käytön mahdollisuutta, toteuttamisen työturvallisuustekijöitä, tontin käyttötarkoitusta sekä rakennus- ja käyttökustannuksia. Korkeusasemiin vaikuttavat myös vesihuoltolaitoskohtaiset määräykset tonttijohtojen liittymisestä yleiseen viemäriin, kuten padotuskorkeus, liittymiskorkeus, suoraan tarkastuskaivoon tai putkeen liittyminen sekä tonttijohtojen minimikaltevuudet.

Hyvien suunnittelutapojen mukaisesti jätevesiviemäri tulisi sijoitettua muiden johtojen alapuolelle. Syynä tähän on vesijohtoon saastumisen riski häiriötilanteessa. Usein myös tonttien kellaritasot pakottavat jätevesiviemäriin korkeusaseman alas. Hulevesiviemäri sijoitetaan usein kustannussyistä muita putkia ylemmäksi, vaikka se voisi sijaita alimpana rakennusten perustusten kuivatuksen takia. Vesijohto sijoitetaan routarajan alapuolelle. Routaraja kasvaa pituusasteiden suunnassa etelästä pohjoiseen. Eteläisessä Suomessa routaraja on noin 1,6 - 1,9 metrin syvyydessä. Yleensä voidaan olettaa, että viemäriinjat eivät ole yhtä alttiita roudalle kuin vesijohto. Kalliokanaaleissa vesijohtojen ja muiden putkien peitesyvyudet tulee olla maakaivantoja suuremmat. Muussa tapauksessa joudutaan viemäri lämpöeristämään. (RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu)

Pystysuora etäisyys risteävissä vesijohtojen ja paineputkien linjoissa saa olla vähintään 100 mm, ellei suunnitelma-asiakirjoissa ole toisin ilmoitettu. Viemäriinjat voivat olla 100 mm etäisyydellä risteävissä linjoista pystysuoraan mitattuna. (InfraRYL Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat 31300.3.1.1 Vesijohtoputken asentaminen, yleistä; InfraRYL Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat 31100.3.1.1 Jätevesiviemäriputken asentaminen, yleistä)



Kuva 17. Tukemattoman kaivannon vähimmäismitat



Kaivojen ja laitteiden kohdalla asennusalusta tehdään leveämpänä.

Kuva 18. Tukemattoman kaivannon vähimmäismitat kaivon kohdalla

Kuviin 17 ja 18 liittyen, katso luvut 5.1.5 sekä 5.1.6 jätevesiputken ja vesijohdon sijoittamisen periaatteista ja vähimmäismitoista risteäviin linjoihin, rakenteisiin, kaivoihin ja muihin teknisten verkostojen linjoihin nähden.

5.1.7 Lillhemtin vesihuollon täydentäminen

Lillhemtin vesihuolto toteutettiin alueelle 90-luvun alussa kevennetyn kunnallistekniikan periaatteiden mukaisesti. Alueelle rakennettiin vesijohtolinjat ja jätevesiviemärit, mutta ei hulevesiviemäreitä.

Kunnallistekniikan yleissuunnitelmassa esitetään Lillhemtin vesihuollon liittyminen Suurpellon vesihuoltoverkostoon. Lisäksi selvitettiin olemassa olevat vesihuoltolinjat sekä tulvareitit, jotka jäävät tuleville tonttialueille. Näille kaavoittaja merkitsee asemakaavaan tarvittavat rasitealueet.

Avo-ojin tapahtuvasta kuivatusjärjestelmästä luovuttiin Lillhemtin alueella ja hulevesiviemärit esitettiin toteutettavaksi jokaiselle kadulle. Hulevesien johtaminen ja hulevesien käsittelyalueiden sijoittuminen vaikuttivat osaltaan Suurpelto III:n ja V:n kaava-alueiden hulevesien johtamisen periaatteisiin.

5.2 Hulevesien johtaminen ja käsittely

Espoon Lillhemtin kaltaisten pientaloalueiden kapeat katualueet ja niiden liikenteellinen ja tekninen suunnittelu asettavat tarpeen luopua avo-ojituksista ja siirtyä tilantarpeeltaan pienempään hulevesiviemäröintiin. Lisäksi hulevesiviemäröinnillä parannetaan tonttien kuivatusta ja vältetään rumpujen käyttämiseltä.

Vesihuoltolaki määrittelee hulevedeksi maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettavan sade- tai sulamisveden. Veden kiertokulku muuttuu rakennetussa ympäristössä. Hulevesiviemäröinnillä on tähän suuri vaikutus. Tehokas kuivatus, kasvillisuuden ja maan pintakerrosten poistaminen, vettä pidättävien painanteiden tasaaminen sekä vettä läpäisemättömien pintojen rakentaminen muuttavat veden luonnollista kiertokulkua. Muutokset lisäävät pintavaluntoa ja vähentävät vesien imeytymistä maaperään, jonka seurauksena kasvillisuuden menestymisen vähenee ja maaperän eroosio voimistuu.

5.2.1 Lähtökohdat

Rakennetun ympäristön laajeneminen ja tiivistyminen, vesihuoltolain uudistaminen, haitalliset kemikaalit ja ilmastonmuutosennusteet asettavat uusia vaatimuksia hulevesien johtamiselle ja käsittelylle. Myös Euroopan Unionin direktiivit, kuten vesipuite- ja tulvadirektiivit ohjaavat hulevesien käsittelyä. Tästä johtuen Helsingin ja Vantaan kaupungit ovat määritelleet hulevesien johtamiselle ja käsittelylle omat strategiansa. Helsingin kaupungin rakennusviraston katu- ja puisto-osasto julkaisi strategian vuonna 2008 ja Vantaan kaupungin Kuntatekniikan keskus vuonna 2009. Myös Espoon kaupunki on laatimassa omaa hulevesistrategiaansa.

Hulevesistrategioiden päämäärinä on pidetty seuraavia asioita:

- hulevesien hallinnan parantaminen ja hulevesitulvien ehkäiseminen
- hulevesien laadun parantaminen ennen vastaanottavaan vesistöön laskemista
- kaupunkiluonnon monimuotoisuuden lisääminen
- pohjaveden laadun säilyttäminen ja parantaminen sekä pohjaveden pinnantason säilyttäminen
- vesialueiden arvostuksen nostaminen ja hulevesien hyödyntäminen resurssina
- toimiva viranomaisyhteistyö ja tiedonkulun parantaminen hulevesiasioissa
- alueellisen ja paikallisen kuivatuksen varmistaminen.

5.2.2 Käsittelyn prioriteetit

Hulevesistrategiat ovat asettaneet hulevesien käsittelylle prioriteettijärjestyksen, jonka mukaisesti hulevesien johtamisen ja käsittelyn järjestelmät tulisi suunnitella:

I) Ensisijaisesti hulevedet pyritään imeyttämään syntypaikoillaan, tonteilla ja yleisillä alueilla, mikäli maaperä ja olosuhteet sen mahdollistavat. Huleveden virtaamista pyritään hidastamaan tai viivästyttämään esimerkiksi lammilla, imeytyspinnoilla tai luonnonmaastolla. Osa vedestä haihtuu tai imeytyy kasvillisuuteen.

II) Jos hulevesiä ei voida imeyttää tai viivyttää syntypaikoillaan, on hulevedet johdettava hidastaen ja viivyttäen vesien kulkua pintajohtamisjärjestelmillä painanteiden ja ojien kautta suodattaen siitä samalla epäpuhtauksia. Suodattanut hulevesi pääsee haihtumaan tai imeytymään maahan ja kasvillisuuteen. Menetelmä voidaan toteuttaa pintavalutus- tai suodatuskentillä ja kasvillisuuspainanteilla. Suodatusalueiden koko, rakenne ja vesien viipymisaika mitoitetaan valumien määrän ja laadun sekä maa-ainesten läpäisy- ja puhdistuskyvyn mukaan.

III) Jos hulevesiä ei voida imeyttää syntypaikalle tai johtaa tonteilta tai yleisiltä alueilta suodattavalla ja viivyttävällä pintajohtamisjärjestelmällä, on hulevedet johdettava hulevesiviemärillä eteenpäin. Ennen kaupunkipuroon, luonnonuomaan tai vesistöön johtamista hulevesien virtaamista hidastetaan ja viivytetään. Järjestely voidaan toteuttaa avouomilla, hulevesilammilla ja kosteikoilla. Järjestelmät voidaan suunnitella ja mitoitettaa niin, että niissä voi tapahtua virtaaman tasaantumista, kiintoaineksen laskeutumista sekä ravinteiden ja haitta-aineiden puhdistumista.

IV) Hulevedet johdetaan hulevesiviemärissä suoraan vesistöön, jos hulevesiä ei voida imeyttää eikä viivästyttää tonteilla tai yleisillä alueilla ennen vastaanottavaa vesistöä

V) Hulevedet voidaan johtaa, mikäli mikään muu ei ole mahdollista, sekaviemärissä puhdistamolle.

5.2.3 Maankäytön suunnittelun toimenpiteet

Luonnonmukainen, hidastava ja avoin hulevesien käsittely on otettava huomioon maankäytön suunnittelussa. Luonnonmukaisen huleveden käsittelyn suunnittelun edistämiseksi kuntien tulisi laatia hulevesien hallintasuunnitelma. Hulevesien hallintasuunnitelma voi käsitellä myös kaava-alueiden ulkopuolisia alueita. Suunnitelma laaditaan valuma-aluelähtöisesti vastaanottavaan vesistöön asti.

Hulevesien hallinnan edellyttämien toimien tarvitsemien tilavarausten lisäksi asemakaavoissa voidaan antaa tapauskohtaisesti hulevesien hallintaa koskevia määräyksiä. Määräyksillä turvataan pohjavesialueiden veden määrä ja laatu. Rakennettavat alueet on sijoitettava ja mitoitettava siten, että hulevesien hallinta on mahdollista toteuttaa toimivasti ja kustannustehokkaasti. Korkeusasemat ja mahdolliset tulvareitit on otettava huomioon.

Alueiden tulvaherkkyys otetaan maankäytön suunnittelussa huomioon. Imeytys, viivytyks ja hallittu tulviminen pienentävät tulvahuippuja alajuoksuilla, minkä vuoksi hulevesien käsittelylle varataan riittävästi tilaa asemakaavoituksessa. Aluevarausten suunnittelussa on otettava huomioon hulevesien valuma-alueet. Lisäksi olennaista on, että hulevesijärjestelmä integroidaan osaksi muuta maankäyttöä, jolloin se olisi maisemallisena osana virkistysalueilla. Kaavamuutokset voivat tulla kyseeseen riippuen siitä, missä hulevedestä aiheutuvia haittoja esiintyy keskitetysti. Huleveisen takia tehtävien kaavamuutoksien tekeminen edellyttää riittävän kattavan hulevesiongelma-alueiden kartoituksen ja arvion muista mahdollisuuksista haittojen poistamiseksi.

5.2.4 Rakentamisen ja suunnittelun periaatteet

Yleisten alueiden suunnittelu- ja rakentamisperiaatteisiin sisällytetään luonnonmukainen, hidastava ja avoin hulevesien käsittely. Yleisillä alueilla, muun muassa puisto- ja virkistysalueilla, sijaitseviin pienvesiin joudutaan usein johtamaan hulevesiä tonteilta ja kaduilta. Vesiuomien eroosion ja monimuotoisuuden säilyttämiseksi, veden laadun parantamiseksi sekä virtauksien tasaamiseksi on tarpeellista imeyttää, haihduttaa, hidastaa ja viivyttää hulevesiä käsittelyalueilla ennen luonnonuomaan johtamista. Hulevettä voidaan hyödyntää yleisillä alueilla mm. puistoalueilla. Lillhementin vesihuollon yleissuunnitelmassa varattiin tilaa hulevesien käsittelyalueille mm. lähivirkistysalueilta.

Tarve puisto- ja virkistysalueilla sijaitseville hallitun tulvimisen alueille kasvaa tulevaisuudessa. Tällaisia alueita voivat olla esimerkiksi luonnolliset tai rakennetut kosteikot, notkelmat, lammikot, uomien levennykset ja tulvatasanteet. Hallituilla tulvimisalueilla ehkäistään hulevesien aiheuttamia vahinkoja rakennuksille ja vähennetään eroosiosta aiheutuvaa kunnostustarvetta.

Tonttien rakentamis- ja suunnitteluperiaatteisiin sisällytetään luonnonmukainen, hidastava ja avoin hulevesien käsittely. Hulevesien johtamisessa ja käsittelyssä noudatetaan edellä kirjattua prioriteettijärjestystä. Maaperän salliessa ainakin osa hulevedestä imeytetään suoraan tontilla. Mahdollisuus toteuttaa usean kiinteistön yhteinen hulevesijärjestelmä tulee tarvittaessa selvittää.

6 MUUT SUUNNITTELUOSA-ALUEET

Kunnallistekniikan yleissuunnitelmaan sisältyy liikenne- ja katuteknisten sekä vesihuollon yleissuunnitelmien lisäksi muun muassa geotekninen, kaupunkikuvallinen, liikenteen ohjaus sekä valaistuksen yleissuunnittelu. Näiden osa-alueiden ratkaisut otetaan huomioon yleissuunnitteluvaiheen rakennuskustannuksissa. Tässä luvussa käsitellään yleisellä tasolla edellä mainittuja osa-alueita ja niiden roolia kunnallistekniikan yleissuunnittelussa.

6.1 Geotekninen suunnittelu

Geoteknisessä suunnittelussa otetaan huomioon kaikki olevat ja suunnitellut rakenteet. Geotekninen yleissuunnittelu tehdään muun yleissuunnittelutyön rinnalla kaavoitusvaiheen aikana, jolloin geotekniikka ohjaa omalta osaltaan myös maankäytön suunnittelua. Geosuunnittelu jatkuu ja tarkentuu rakennussuunnitteluvaiheessa.

Tärkeintä geoteknisessä yleissuunnittelussa on määrittää tarpeelliset pohjarakentamistoimenpiteet katualueilla ja arvioida tarpeellisten ratkaisujen vaikutukset, tilantarpeet sekä rakennuskustannukset.

6.1.1 Periaatteet

Mahdollinen maaperäkartta tarjoaa lähtökohtaiset tiedot maaperästä. Yleissuunnittelun lähtöaineistona toimivat pääsääntöisesti maaperäkartta, olemassa olevat pohjatutkimukset ja alueelta mahdollisesti olemassa olevat aiemmat suunnitelmat sekä johto- ja putkikartat. Yleissuunnitteluvaiheessa ei uusille pohjatutkimuksille ole aina tarvetta, mutta niitä tehdään tarpeen mukaan. Maaperätietoja tarvitaan geoteknisessä suunnittelussa muun muassa kadun rakennekerroksen, siirtymärakenteiden ja kaivantojen tukemisen tarpeellisuuden, putkikaivantojen perustamistavan sekä kadun perustamistapojen määrittelyyn.

Lillhemtin tapauksessa pohjatutkimustietoja oli jo ennestään runsaasti. Pohjatutkimuksia tehtiin uusien katujen kohdalla mm. kalliopintojen määrittämiseksi.

Rakennetussa ympäristössä otetaan huomioon muun muassa kaapelit, putket ja muut tekniset verkostot sekä rakenteet kadun geoteknisessä suunnittelussa. Geotekniset ratkaisut, esimerkiksi syvästabiloinnit, vaikuttavat yleensä myös teknisten verkostojen järjestelyihin.

6.1.2 Sovellukset

Rakennuskustannuksien arviointia varten on tärkeää kadun perustamistapojen määrittäminen. Mahdollisia pohjanvahvistustoimenpiteitä ovat Tiehallinnon (2003) mukaan muun muassa seuraavat:

- Massanvaihto

Massanvaihdossa pehmeät maakerrokset poistetaan kovaan pohjaan tai määräsyyvyteen saakka ja korvataan karkearakeisemmalla täyttömällä. Katujen rakentamisessa menetelmän soveltamista rajoittavat kaivannon vaatima tilantarve ja vakavuus sekä kaivumassojen aiheuttamat ympäristöhaitat. Pengertämällä tapahtuvaa massanvaihtoa tulee harkita mahdollisuuksien mukaan. Pengertämistä rajoittavat olevat rakenteet.

- Syvästabilointi

Syvästabiloinnissa heikosti kantava maaperä lujitetaan sekoittamalla siihen sideainetta, joka koostuu kalkista ja sementistä tai teollisuuden sivutuotteista. Yleisimmin käytetty menetelmä on pilaristabilointi. Maasta ja sideaineesta koostuvat pilarit ovat halkaisijaltaan 600 - 800 mm ja ne voivat ulottua 18 - 20 metrin syvyyteen asti. Syvästabilointi parantaa penkereen vakavuutta ja pienentää painumia. Katujen rakentamisessa pilaristabilointia suositellaan yleisesti pohjanvahvistuksen toteuttamiseen.

- Paalulaatta

Menetelmällä siirretään penkereen kuorma paalujen välityksellä kantavaan maakerrokseen. Kuorma välittyy paaluille laatan välityksellä. Paalulaattoja käytetään, kun penkereen korkeuden takia ei voida käyttää syvästabilointia,

pehmeikön paksuus on suuri ja on varottava olevia rakenteita. Katujen rakentamisessa menetelmää ei kovin usein käytetä. Paalut aiheuttavat ongelmia vesihuollon linjoille ja kaapeleille. Menetelmä on kallis toteuttaa ja tulisi ensisijaisesti tutkia vaihtoehtoisia ratkaisuja. Kaduilla menetelmää voidaan joutua käyttämään esimerkiksi siltojen tulopenkereiden kohdilla, koska penkereiden korkeudet voivat olla hyvinkin suuri.

Lillhemtin kunnallistekniikan yleissuunnitelmissa määritettiin tarvittavat pohjanvahvistustoimenpiteet katualueille ja laadittiin toimenpiteiden yleisasemapiirustus. Pohjanvahvistustarpeisiin vaikuttivat erityisesti katujen suunnitellut tasaukset ja pohjaolosuhteet (Kuva 14).

6.2 Kaupunkikuvallinen suunnittelu

Kaupunkikuvallinen suunnittelu sisältää kaupunkivihreän, pintamateriaalit, kalusteet ja varusteet sekä valaistuksen. Pintamateriaalit ja istutukset vaikuttavat muun muassa liikenneturvallisuuteen ja ympäristön viihtyvyyteen. Lillhemtin pientalovaltaisen alueen vehreys muodostuu pääasiassa tonttien kasvillisuudesta ja lähivirkistysalueiden luonnonkasvillisuudesta. Katualueiden istutusten merkitys katsottiin toissijaiseksi katualueita ympäröivien alueiden voimakkaan vehreyden vuoksi.

6.2.1 Lähtökohdat

Kunnallistekniseen yleissuunnitelmaan liittyvässä kaupunkikuvallisessa suunnittelussa kartoitetaan yleensä suunnittelualueen kasvillisuus katualueiden välittömässä läheisyydessä. Lisäksi määritetään kartoitettujen kohteiden maisemakuvallinen arvo. Kartoitustietojen perusteella laaditaan ehdotus säilytettävästä kasvillisuudesta ja tarvittavista uusista istutuksista. Usein katualueiden katuvihreästä laaditaan erillinen yleisasemapiirustus. Kustannusarvion osaan kuuluu katuvihreän ja pinnoitteiden rakennuskustannusten arviointi.

Katujen suunnittelun yhteydessä selvitetään, voidaanko olemassa olevaa kasvillisuutta säilyttää siirtämällä katualueen liikennöityjä osia riittäväälle etäisyydelle säilytettävistä kohteista. Etäisyyteen vaikuttavat pensasaitojen ja puiden juuristoalueen laajuudet, jotka vaihtelevat eri kasvilajeilla. Näin tehtävät ratkaisut vaikuttavat osaltaan maankäytön suunnitteluun katualueiden sijaintien määrittymisellä ja katualueen rajan tarkentumisella.

Lillhemin asemakaava-alueen kaupunkikuvallisessa suunnittelussa lähtökohtana pidettiin tavoitetta ja olettamusta, että asukkaat tulevat itse pitämään kunnossa tonttinsa rajalle ulottuvan katuvihreän. Kaupungille jäisi näin yleisten alueiden katuvihreän kunnossapito pysäköintialueilla ja lähivirkistysalueisiin rajoittuvilla katualueen osilla. Tämän mukainen katuvihreän hoitotöiden epävirallinen jako on melko yleinen käytäntö pientalovaltaisilla alueilla.

6.2.2 Tavoitteet ja periaatteet

Alueiden käyttötarkoitukset ja maisemakuvalliset tavoitteet määrittelevät kaupunkikuvallisen suunnittelun lähtökohdat. Pääsääntöisesti Lillhemin kaltaisessa vehreässä ympäristössä ympäristösuunnittelun tulee sopeutua rakennettuun ympäristöön. Katuympäristön suunnittelun on tarkoitus tukea ja edistää alueen omaleimaista ilmettä ja toimintoja. Kunnallistekniseen yleissuunnitteluun liittyvä kaupunkikuvallinen suunnittelu on luonteeltaan yleispiirteistä. Yksityiskohtaisempi rakennussuunnittelu edellyttää yleissuunnitelmissa asetettuja tavoitteita.

Katuvihreän tulisi olla esteettisesti miellyttävää, vähäeleistä ja jäsenneltyä. Katualueeseen liittyvillä nurmikoilla tuetaan tavoitetta rakentaa avointa tilaa. Kunnossapidon kannalta nurmialueiden tulee olla riittävän leveitä, jotta niitä on mahdollista ylläpitää leikkuukalustolla. Pensasryhmien tulee olla yhtenäisiä, jolloin kunnossapidon helpottamisen lisäksi ne voivat myös vaikuttaa kevyen liikenteen käyttäytymiseen sitä ohjaavana tai rajoittavana elementtinä. Liikenneturvallisuuden kannalta näkemäalueilla tulee käyttää vain matalana

pysyviä maanpeitekasveja. Katupuiden laajamittaista istuttamista ei yleensä katsota tarpeelliseksi esikaupunkialueilla, jos katualueita rajaa vihreä ympäristö. (Peurasuo 2003; Korpinen 2011)

6.3 Liikenteen ohjaus

Liikenteen ohjauksen suunnittelu tarkoittaa liikenteen ohjauslaitteilla annettavan informaation suunnittelua. Suunnitteluun vaikuttavat keskeisesti muun muassa tieliikennelaki ja -asetus, liikenneministeriön päätös liikenteen ohjauslaitteista sekä liikenne- ja viestintäministeriön asetus tieliikenteen liikennevaloista. Liikenteen ohjauslaitteita ovat pääasiallisesti liikennemerkkit ja –valot, tiemerkinnot ja muut liikenteen ohjaukseen tarkoitetut laitteet.

Liikenteellisen informaation on oltava mahdollisimman yksinkertaista ja selkeää. Informaation määrä on oltava oikeassa suhteessa tienkäyttäjän havainnointikykyyn. Lisäksi ohjauslaitteiden informaation on oltava johdonmukaisia, eikä ristiriitaisuuksia saa ilmetä liikenneympäristön kanssa. (Laine 2003)

6.3.1 Yleissuunnitelman sisältö

Monet liikenteen ohjaukseen vaikuttavat asiat ratkaistaan jo asemakaavan ja kadun liikenteellisen mitoituksen yhteydessä. Katualueen rajat, ympäröivä maankäyttö sekä katualueiden poikkileikkaukset vaikuttavat liikenteen ohjauksen yleissuunnitelmaan.

Liikenteen ohjauksen yleissuunnitelman laadinnassa on otettava huomioon muun muassa seuraavaa (Laine 2003):

- katuluokitus
- kevyen liikenteen verkosto
- laajempien alueiden autoliikenteen ja kevyen liikenteen viitoituksen yleissuunnitelmat

- nopeusrajoitukset ja mitoitusnopeudet
- pysäköinti
- väistämisvelvollisuudet
- yksisuuntaisuudet
- tiemerkinnot
- hidasteet ja ajoradan kavennukset
- joukkoliikenteen reitit.

Viitoituksen yleissuunnitelmaa ei Lillhemin tapauksessa laadittu. Liikenteen ohjauksen periaatteet muun muassa tilavarausten osalta pyrittiin ottamaan huomioon katujen yleissuunnitelmissa. Esikaupunkialueilla sijaitsevat pientalovaltaiset alueet eivät yleensä vaadi tonttikaduilleen merkittäviä liikenteenohjausjärjestelyjä.

6.4 Katuvalaistus

Katuvalaistuksen suunnittelun perustavoitteena on liikenneturvallisuuden lisääminen sekä liikenteen suunnistautumisen ja katu ympäristön hahmottamisen helpottaminen. Katuvalaistus on myös tärkeä osa esteettistä kaupunkikuvallista kokonaisuutta. Se tuo turvallisuuden tunnetta ja tunnelmaa kaupunkiympäristöön. (Tiensuu 2003)

6.4.1 Periaatteet

Kaduilla ja taajama-alueen kulkuväylille valitaan valaistusluokat seuraavien kriteerien perusteella:

- kadun toiminnallinen luokka
- poikkileikkaus
- liikennelaji
- mitoitusnopeus ja nopeusrajoitukset
- liittymä- ja suojatiejärjestelyt
- ympäristön valoisuus.

Valotekniset vaatimukset täyttävät laitteet valitaan valaistusluokan perusteella katukohtaisesti. Valaistuksen keinoilla valon määrällä, värillä ja asennustavalla tuetaan katuverkon toiminnallista luokitusta.

Valaisimien sijoittaminen kadulle perustuu muun muassa seuraaviin tekijöihin (Tiensuu 2003):

- kadun toiminnallisen luokan edellyttämät valotekniset vaatimukset
- valaistustyyppin soveltuminen kadun liikenteen luonteeseen
- valaistustyyppin soveltuminen kaupunkikuvaan
- valaisimien taloudellisuus
- valaisinlaitteiden rakenne ja soveltuvuus ympäristön asettamiin vaatimuksiin.

6.4.2 Yleissuunnitelman sisältö

Perinteisissä tievalaistuskohdeissa yleissuunnitelmia ei aina tarvita, jos sitä vastaavat näkökohdat voidaan esittää tiesuunnitelman valaistus-suunnitelmaosassa. Suunnitelmien sisältö ja esittämistapa vaihtelevat kohteen mukaan.

Katuvalaistuksen yleissuunnitelmalla on yleensä seuraava sisältö (Tiehallinto 2006):

- lyhyt, perusteleva selostus
- valaisimien ja pylväiden sijoitteluperiaatteita esittävä kartta ja tyyppipoikkileikkauskuvat
- havainnollistavat leikkauskuvat valaistusta pinnoista, rakennuksista, puistoista yms.
- perspektiivikuvat
- valaisinlaitteiden yleispiirustukset.

Yleissuunnitelmassa esitetään yleensä valaistut kadut, niiden valaistusluokat ja pylväiden sijoitusperiaate tyyppipoikkileikkauskuvassa. Kustannuslaskelmien

tarkkuutta edellyttäen on valaisinlaitteita koskeva tarkastelu vietävä yleissuunnitelmissa esitettyä pitemmälle. Tarkastelussa olisi yleensä määriteltävä yksittäisten pylväiden sijoittuminen ja varmistaa pylvään sijoittamisen mahdollisuus.

7 PÄÄTELMÄT

Tässä opinnäytetyössä käsiteltävän prosessikuvauksen esitetyt menettelytavat ovat pääosin Lillhemtin kunnallistekniikan yleissuunnittelun aikana todettuja. Muissa rakennettuun ympäristöön kohdistuvissa kunnallistekniikan yleissuunnitelmissa voi ilmetä poikkeamia tämän prosessikuvauksen esitettyihin menettelytapojen suhteen. Suunnittelualueiden luonne voi poiketa Lillhemtin pientalovaltaiseen alueeseen nähden.

Eri kuntien kaavoituksen, liikenteen ja kunnallistekniikan suunnittelun sisältö ja menettelytavat voivat poiketa toisistaan paljonkin. Prosessikuvauksessa esitettyjen menettelytapojen poikkeamat voivat johtua kaavoituksen ja kunnallistekniikan suunnittelun vuorovaikutuksen poikkeamista. Suunnittelu voi tapahtua esimerkiksi peräkkäisinä vaiheina. Tämä prosessikuvaus on tehty kohteen suunnitelleen konsultin näkökulmasta. Joidenkin kuntien osalta konsulttipalveluiden käyttäminen voi olla vähäistä, jolloin prosessikuvauksen menettelytavat eivät välttämättä sovellu näiden kuntien käytäntöihin. Pienissä kunnissa voi esimerkiksi sama suunnittelija vastata maankäytön ja katujen suunnittelemisesta.

Prosessikuvauksen menetelmät ja esitetyt ratkaisut ovat yleispiirteisiä, eikä tarkkoja yksityiskohtia ole esitetty. Tätä prosessikuvausta voi käyttää rakennetussa ympäristössä sovellettavan maankäytön ja kunnallistekniikan suunnitteluohjeen laatimisen lähtökohtana. Suunnitteluohje voisi käsitellä jotakin tässä prosessikuvauksessa käsiteltyä suunnitteluosa-aluetta tai jossakin laajuudessa maankäytön suunnittelun kannalta merkittävimpiä suunnitteluosa-alueita. Prosessikuvausta voidaan käyttää oppimateriaalina infrasuunnittelua käsittelevissä koulutusohjelmissä.

Tämän opinnäytetyön laatimisesta on ollut erityisesti hyötyä opinnäytetyön laatijalle. Lillhemtin kunnallistekniikan yleissuunnitelma oli tekijän suunnittelijauran ensimmäinen suunnittelukohde. Lillhemtin kunnallistekniikan yleissuunnitelman ja prosessikuvauksen laatimisen aikana tekijä oppi paljon kunnallisteknisestä suunnittelutyöstä ja vuorovaikutuksesta maankäytön suunnittelun kanssa. Lisäksi kunnallisteknisen suunnittelun ja maankäytön suunnittelun eri tasot sekä muut suunnitteluosa-alueet tulivat tutuiksi Lillhemtin projektin aikana.

KUVAT

- Kuva 1. Nykyisen Henttaan alueen ilmakekuva. s. 8
- Kuva 2. Henttaan osayleiskaava. s. 10
- Kuva 3. Maakaivanto kevennetyn kunnallistekniikan ratkaisuisssa. s. 13
- Kuva 4. Esimerkki kevennetyn kunnallistekniikan mukainen tonttikadun tyyppi-poikkileikkaus. s. 14
- Kuva 5. Esimerkki kevennetyn kunnallistekniikan mukainen kokoojakadun tyyppi-poikkileikkaus. s. 14
- Kuva 6. Väli-Henttaantien tyyppipoikkileikkaus s. 21
- Kuva 7. Kadun tyyppipoikkileikkauksen toiminnalliset osat. s. 22
- Kuva 8. Pystypuun poikkileikkaus PL 30. s. 24
- Kuva 9. Kadun poikkileikkaus tonttiliittymän kohdalta. s. 27
- Kuva 10. Vesihuollon yleissuunnitelmassa on esitetty huleveden johtamisen periaate Tikaslaakso-kadulla. s. 29
- Kuva 11. Tikaslaakson pituusleikkaus PL 180 - 330. s. 30
- Kuva 12. Tulvareitin sijoittuminen. s. 31
- Kuva 13. Tikasniitynkujan pituusleikkaus PL 30 - 160 ja tulvareitin sijainti. s. 32
- Kuva 14. Esimerkki pohjavahvistamisen tarpeesta Tikasmäentiellä. s. 33
- Kuva 15. Ajouramallinnus Tikasrinteen ja Tikasmäentien liittymän kohdalta. s. 35
- Kuva 16. Tikasrinteen pituusleikkaus PL 0 – 80. s. 37
- Kuva 17. Tukemattoman kaivannon vähimmäismitat. s. 47
- Kuva18. Tukemattoman kaivannon vähimmäismitat kaivon kohdalla. s. 47

LÄHTEET

Espoon Kaupunkisuunnittelulautakunta. Henttaa, asemakaavan lähtökodat ja tavoitteet. 2009.

http://www.espoo.fi/asiakirja.asp?path=1;31;37423;37424;37425&id=B0A4E4D43D0792E8C22576A90039039B&kanta=Kunnari%5Cintrakun_e.nsf

Espoon kaupungin Tekninen keskus. Katupoikkileikkausten suunnitteluohjeet. 2010.

Helsingin kaupungin rakennusviraston katu- ja puisto-osasto. Helsingin kaupungin hulevesistrategia 2008.

InfraRYL Osa 2 – Järjestelmät ja täydentävät osat. 2009.

31300.3.1.1 Vesijohtoputken asentaminen, yleistä;

31100.3.1.1 Jätevesiviemäriputken asentaminen, yleistä

Karppinen S. 3.3.5 Geometria. Suomen kuntatekniikan yhdistys. Katu 2002 Katusuunnittelun ja –rakentamisen ohjeet. 2003.

Kettunen A. 3.2 LÄHTÖTIEDOT. Suomen kuntatekniikan yhdistys. Katu 2002 Katusuunnittelun ja –rakentamisen ohjeet. 2003.

Korpinen S. Ramboll Finland Oy. Henkilökohtainen tiedonanto. 10.1.2011

Laine H. 3.3.3 Liikenteen ohjaus. Suomen kuntatekniikan yhdistys. Katu 2002 Katusuunnittelun ja –rakentamisen ohjeet. 2003.

Liikenne- ja viestintäministeriö. Liikennejärjestelmäsuunnittelu. 19.3.2009.

http://www.tiehallinto.fi/servlet/page?_pageid=71&_dad=julia&_schema=PORTAL30&_menu=6342&_pageid=71&_kieli=fi&_linkki=10256&_julkaisu=4015

Meronen J. 2.1 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT. Suomen kuntatekniikan yhdistys. Katu 2002 Katusuunnittelun ja –rakentamisen ohjeet. 2003.

Maankäyttö- ja rakennuslaki. 85§

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Peurasuo P. 3.9 VIHERSUUNNITTELU. Suomen kuntatekniikan yhdistys. Katu 2002 Katusuunnittelun ja –rakentamisen ohjeet. 2003.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. RIL 237-2-2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. 2010.

Tiehallinto. Tievalaistuksen suunnittelu. 2006.

Tiehallinto. Tien perustamistavan valinta. 2003.

Tiensuu A. 3.11.2 Katuvalaistus. Suomen kuntatekniikan yhdistys. Katu 2002 Katusuunnittelun ja –rakentamisen ohjeet. 2003.

Vantaan kaupungin Kuntatekniikan keskus. Vantaan hulevesiohjelma 2009.

Ympäristöministeriön kaavoitus- ja rakennusosasto. Selvitys ympäristöön sopeutetusta kunnallistekniikasta. 1993.