

Havaintoja suunnittelutyön yhteydessä



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäen kampus, liikenneala

Syksy, 2017

Tomi Cavenius

Liikenneala
Riihimäki

Tekijä	Tomi Cavenius	Vuosi 2017
Työn nimi	Havaintoja suunnittelutyön yhteydessä	
Työn ohjaaja	Rami Tervo	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyöni aiheena oli tehdä katu- ja rakennussuunnitelmat Purolaaksonpihasta sekä kirjata erilaisia havaintoja siihen liittyen. Kohde sijaitsee Espoossa Niipperi II kaava-alueella, jolloin työntilaajana toimi Espoon kaupunki sekä toimeksiantajana FCG Finnish Consulting Group. Työn tarkoituksena oli suunnitella tilaajalle katu- ja rakennussuunnitelmatiedostot, oheiset asiakirjat sekä kustannusarvio.

Opinnäytetyössä käydään aluksi läpi yleisiä vaatimuksia, lähtökohtia ja tavoitteita, mitä tarvitaan suunnittelutyössä. Seuraavaksi käydään läpi suunnitteluun vaadittavat ohjelmistot sekä niiden käyttöympäristö, eli mitä kullakin ohjelmalla tai sen lisäosalla tehtiin kyseisessä työssä. Tarkastelua jatketaan yksityiskohtaisesti jokaisen suunnitelman osalta. Suunnitelmien jälkeen käsitellään tietomallinnusta, jossa perehdytään mallintamiseen yleisesti sekä kohteen osalta. Lopuksi opinnäytetyössä tarkastellaan mitä kaikkea suunnitteluvaiheen jälkeen tehdään, kuten kustannusarvion ja määräluettelon laatiminen sekä mitä kuvien siivoaminen pitää sisällään.

Työn tuloksena saatiin hyväksytyt katu- ja rakennussuunnitelmat, joita Espoon kaupunki voi käyttää, kun rakentamisvaihe alkaa. FCG sai puolestaan onnistuneen projektin, joka myös pysyi suunnitellussa budjetissa sekä aikataulussa.

Avainsanat Katusuunnitelma, rakennussuunnitelma, vesihuolto, suunnittelutyö

Sivut 26 sivua

Traffic Management
Riihimäki

Author	Tomi Cavenius	Year 2017
Subject	Observations on an urban planning project	
Supervisors	Rami Tervo	

ABSTRACT

The subject of my Bachelor's Thesis was to make street and building plans for the Purolaakso block of flats yard and to write down some observations about it. The site was located in Espoo Niipperi II, and the commissioner was the City of Espoo and the FCG Finnish Consulting Group. The purpose of the thesis project was to design the street and building plans, the documents associated with these and a cost estimate for the commissioner.

This thesis deals with the general requirements, the starting point and the goals that are needed in such kind of work. Next, we look at the software required for the design process, as well as their operating environment, examining closely each program or its add-on and its function in this work. The review is continued on a per-project basis looking at each drawing separately. Information simulation is discussed after the plans, which we will take a look at to using on modeling in general and with the target of this project as to focus. Finally, the thesis deals with the process after the design phase, such as making a cost estimate and a list of quantities as well as what the cleaning of the images entails.

The work resulted in approved street and building plans that the City of Espoo can use when the construction phase begins in the future. FCG received a successful project, which also remained within the planned budget. For my part, I got plenty of experience, as well as credits for drawing up these plans.

Keywords Street plan, construction plan, water supply, planning work

Pages 26 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	OHJELMISTOT	2
3	PIHAKATU	2
4	KATU- JA RAKENNUSSUUNNITTELU	3
4.1	Katusuunnitelma	4
4.2	Rakennussuunnittelu	5
4.2.1	Asemapiirustus	5
4.2.2	Pituus- ja tyyppipoikkileikkaus	7
4.2.3	Paalukohtaiset poikkileikkaukset	10
4.2.4	Tasauskuva	10
4.2.5	Mittapiirustus	11
4.2.6	Liikenteenohjaus.....	12
4.2.7	Kaapeleiden ja johtojen asemapiirustus	13
4.3	Vesihuollon suunnitelmat	14
4.3.1	Kaivokortit	16
5	TIETOMALLINNUS	16
5.1	Pintamallit	17
5.2	Vaaka- ja pystygeometria	17
5.3	Rakennekerrokset ja väylän pinnat	18
5.4	Vesihuolto	19
5.5	Novapoint-versioiden vertailu	20
6	VUOROVAIKUTTEISUUS SUUNNITTELUTYÖSSÄ	21
6.1	Projektin eteneminen.....	21
7	KUVIEN LOPPUSIIVOUS.....	22
7.1	Tulostus	24
8	KUSTANNUSARVION LAATIMINEN	25
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	26
10	LÄHTEET	27

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on Purolaaksonpihan katu- ja rakennussuunnittelu, joka on tilattu suunnittelutyönä FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:ltä. Suunnitelman tilaajana toimii Espoon kunta. Projektipäällikkönä FCG:n puolelta toimii Kari Manninen ja koulun puolelta työnohjaajana on Rami Tervo.

Työn tavoitteena on tehdä erillinen katu- ja rakennussuunnitelma Purolaaksonpihasta, joka sijaitsee Niipperi II asemakaava-alueella Pohjois-Espooissa. Nykyinen kaavoitettu katualue on tällä hetkellä vielä luonnontilassa. Katu suunnitellaan pihakaduksi, jonka eteläosa liittyy jo valmiiksi rakennettuun Purolaaksontiehen ja kadun pohjoisosa liittyy Niipperinkallion VL-alueeseen. Kadun varteen on kaavoitettu omakotiasutusta. Suunnitelmat laaditaan EUREF-FIN koordinaatti- ja N2000-korkeusjärjestelmään. Katusuunnitelma sisältää seuraavat asiat Purolaaksonpihasta:

- asemapiirustus
- tyyppipoikkileikkaukset
- katusuunnitelmaselostus
- alustavat kustannusarviot

Rakennussuunnitelma puolestaan sisältää seuraavat asiat:

- asemapiirustus
- pituusleikkaus
- rakenteelliset tyyppipoikkileikkaukset
- paalukohtaiset poikkileikkaukset
- tasauspiirustus
- mittapiirustus
- katuympäristöasemapiirustus
- vesihuollon asemapiirustus
- kaivokortit
- liikennemerkkisuunnitelma
- kaapeleiden ja johtojen asemapiirustus
- työkohtainen työselostus
- työturvallisuusasiakirja ja riskilomake
- kustannusarvio

Suunnitteluun liittyvä työ tehdään FCG:n toimistolla Helsingin Käpylässä, jossa katu- ja rakennussuunnitelmat tehdään AutoCad- ja Novapoint-suunnitteluohjelmistoilla. Suunnittelun tukena käytetään vanhoja suunnitelmia sekä Espoon mallikuvia ja ohjeita. Suunnittelutyön apuna käytetään myös InfraRYL 2010 -kirjaa, josta voidaan tarkastaa infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset.

2 OHJELMISTOT

Novapoint tarvitsee Autocad-ohjelmistoa, jotta se saadaan toimimaan. Autocad on suunnitteluohjelmisto, jolla suunnitellaan sekä piirretään suunnitelmia. Novapoint Base on koko Novapoint-ohjelmiston perusta ja se sisältää perusominaisuudet sekä siihen liittyvät työkalut, kuten maastotietokannan, kolmioinnin, piirustustuotannon sekä muiden sovellusten hallinnan. Työkaluilla hallitaan muun muassa ohjelmistojen ympäristöasetuksia, lisensointia, suunnitelmatiedostoja sekä mittakaavoja. Siihen kuuluu myös suomalaisille Novapoint-käyttäjille suunnattu Finnish Value Pack. (Civilpoint Oy 2017.)

Novapoint Road Professional on suunniteltu väyläsuunnitelmien laadintaan, niin tonttikaduille kuin moottoriteillekin. Suunnitelmaan voidaan lisätä myös liittymät, rampit, linja-autopysäkit sekä muut väylään kuuluvat rakenteet. Ohjelmiston perustana on geometrian, liittymien ja väylän rakenteen suunnittelu ja muokkaaminen. Ohjelmaan kuuluvat myös maaston muotoilu, ajourien mitoitus, ja piirustusten sekä raporttien tuottaminen. (Civilpoint Oy 2017.) Opinnäytetyössäni käytin Novapoint Road Professionalia väylämallin tekemiseen, suunnitteluun, muokkaamiseen sekä sen piirtämiseen.

Novapoint Road Signs on hyvä työkalu viitoitus suunnitelmien tekoon sekä uusiin, että myös vanhoihin kohteisiin. Ohjelma kattaa kaikki Suomen tieliikenneasetuksen mukaiset liikennemerkkit vakiomerkeistä opastusmerkkeihin. Digitaalisensuunnittelun hyötynä nähdään selkeys, ajan säästö, visuaalisesti oikean näköiset merkit, sekä sillä pystytään samalla hyödyntämään koordinaatti- ja paalutietoa merkkien sijainnista. (Civilpoint Oy 2017.) Opinnäytetyössäni käytin Novapoint Road Signs Professionalia liikennemerkkisuunnitelman tekemisessä.

3 PIHAKATU

Pihakatu on tarkoitettu yhteiseksi alueeksi jalankulkijoille, pyöräilijöille sekä ajoneuvoliikenteelle. Kadun yleisvaikutelman täytyy olla autoilijalle ja jalankulkijalle selkeä, jotta molemmat tielläliikkujat ymmärtävät olevansa yhteiseksi tarkoitettulla alueella. Liikennöintiympäristön on oltava turvallinen, jolloin luonnollinen ajonopeus on oltava tarpeeksi alhainen sen turvaamiseksi. Pihakadun pitää olla rakenteellisesti eroava muista kaduista, kuten esimerkiksi tonttikaduista. Tunnelmaa voi luoda pihakatumaiseksi esimerkiksi hyödyntämällä istutuksia, penkkejä sekä erilaisia päällysteitä, jotka saadaan aikaan huolellisella kokonaissuunnittelulla (Helsingin raken-

nusvirasto 2011). Tämän työn kohdekadussa käytettiin nurmikiveä ja istutuksia, jotta kadusta saatiin pihakatumainen sekä samalla saatiin myös rajattua ajoväylää.

Tieliikennelainsäädännössä on pihakadulle määritetty omat liikennesäännöt:

- pysäköinti on sallittu vain merkityillä paikoilla
- ajonopeus on sovitettava jalankulun mukaiseksi eikä se saa ylittää 20km/h
- ajoneuvon kuljettajan on annettava jalankulkijoille esteetön kulku
- jalankulkija saa kulkea pihakadun kaikilla osilla ajoneuvoliikennettä kuitenkin tarpeettomasti estämättä
- risteyksessä pihakadulta tulevan kuljettajan on aina väistettävä muuta liikennettä (Helsingin rakennusvirasto 2011).

Katusuunnitelman yhteydessä määritellään pihakadun yksityiskohtia ja ratkaistaan ongelmakohdat. Pihakadun pitää erottua selkeästi normaalista katuliittymästä. (Helsingin rakennusvirasto 2011.)

Pihakadun pysäköintipaikat tulee erotella selkeästi kadusta ja ne eroteltiin suunniteltavassa kohteessa selkeästi nurmikivellä ja maalattavilla valkoisilla tiemerkinnoilla.

Kunnossapidon osalta pihakatu ei eroa millään tavalla normaalista 3-luokan tonttikadusta. Nykyisin pihakaduilla ei pitäisi olla mitään erillisiä sopimuksia talvikunnossapidosta tai yleisestä puhtaanapidosta. Jos pihakadulla ei ole erillistä jalkakäytävää, on sen talvikunnossapito kokonaisuudessaan kaupungin vastuulla. Puhtaanapidon osalta (tilanne v. 2011) tilanne on kuitenkin erilainen. Tonttien omistajien vastuulla on kadun puhtaanapito keskilinjaan asti omalta puolelta katua, ellei kaupunki ole ottanut sitä omalle vastuulleen. (Helsingin rakennusvirasto 2011.)

4 KATU- JA RAKENNUSSUUNNITTELU

Katu- ja tiesuunnittelu ovat tärkeä osa-alue yhdyskuntasuunnittelua. Yhteistyö suunnittelussa on erittäin tärkeää kaikkien osapuolten kanssa, koska liikenteen, maankäytön ja alueiden suunnittelu vaikuttavat aina johonkin osa-alueeseen. Tästä syystä jokaisen vaiheen suunnittelutarkkuus sekä päätöksenteko pitää sovittaa yhteen muiden suunnittelualojen kanssa. (Hämäläinen & Karvonen 2006, 19-20.) Tämän projektin yhteydessä tehtiin yhteistyötä esimerkiksi maisema- ja katusuunnitteluyksiköiden kanssa, jolloin kokonaisuudesta saatiin monipuolinen.

Ihmisten toiminta ja tarpeet muuttuvat koko ajan, jolloin myös yhdyskuntarakenteen ja katujen pitää kehittyä samanaikaisesti. Katujen suunnitteluun, korjaukseen ja rakentamiseen voivat vaikuttaa seuraavat päätökset: -kaavan laatiminen

- liikennejärjestelyiden muuttaminen kadulla
- laatutason kehittäminen kadulla
- kadun kunnostus voimassa olevan katusuunnitelman rajoissa (Ojala 2006, 45).

Kadun suunnittelussa on tärkeää, että se täyttää sille asetetut vaatimukset ja tavoitteet niin hyvin kuin mahdollista. Ajan kuluessa kadun toimivuusaste huononee, kunto heikkenee sekä käyttökelpoisuus ei ole enää niin hyvää luokkaa kuin sen valmistumisvaiheessa. Jokaiselle kadulle määritetään aina sijainti, käyttötarkoitus ja laatutaso, johon pyritään. Suunnitteluvaiheessa on myös huomioitava riittävän hyvät edellytykset kadun rakentamiselle, ylläpidolle sekä korjausrakentamiselle. (Ojala 2006, 45-46.)

4.1 Katusuunnitelma

Kaavoituksessa määritetään valtaosa katusuunnittelun lähtökohdista. Käyttötarkoitus, yhdyskuntarakenne, liikenneneratkaisut ja niiden tarvitsemat aluerajaukset määritellään kaavoitusvaiheessa, jota säätelee maankäyttö- ja rakennuslaki. Kadun rakennus- ja suunnitteluvaiheessa tulee erityisesti huomioida, että se täyttää sille annetut vaatimukset mahdollisimman hyvin. (Ojala 2006, 46.)

Katusuunnitelmien laadinnassa on noudatettava kunnan antamia ohjeita, koska katua ei voida rakentaa ennen kuin kunta on hyväksynyt suunnitelman. Kadun pitää täyttää tiettyjä vaatimuksia, kuten ympäristö-, toimivuus-, viihtyvyys- ja turvallisuusvaatimukset. Katusuunnitelmassa tulee näkyä myös seuraavat asiat:

- kadun liikennejärjestelyperiaatteet (poikkileikkaukset, korotetut suojatiet yms.)
- kuivatus ja sadevesien johtaminen
- kadun korkeusasema suhteessa maanpintaan
- päällystemateriaali (kivituhka, asfaltti, kiveys tms.)

Jotta kaikki nämä asiat saadaan näkyviin selkeästi, on ulkonäköön panostettava. Karsimalla turhat asiat pois kuvista ja korostamalla pääkohtia saadaan kuvista selkeitä. Esimerkiksi värien käyttö (rasterit) parantavat luettavuutta. (Ojala 2006, 48-49.)

Katusuunnitelma pitää laatia kaikista seuraavista kohteista:

- uudisrakennuskohteet, jotka vaikuttavat katuihin, raitteihin, toreihin ja katuaukioihin
 - liikennejärjestelykohteet, jossa muutetaan kadun rakenteita esimerkiksi liikenteellisen, turvallisuuden tai muun vastaavan kannalta
 - perusparannuskohteet, jossa on sen verran isoja muutoksia nykytilaan, kuten esimerkiksi laatutason nostaminen tai toimivuuden parantaminen.
- Suunnitelmaselostus pitää laatia niistä asioista, jotka eivät käy ilmi suunnitelmapiirustuksista katusuunnitelman yhteydessä. (Ojala 2006, 49.)

Kohteen katusuunnitelmaluonnoksia aloitettiin tekemään ensimmäisenä varsinaisista suunnittelukuvista. Kuvan tarkoituksena oli olla selkeä kuvaus siitä, miten suunniteltava alue tehdään ja mitä sijoitetaan mihinkin kohtaan pihakatua. Maisemasuunnitteluyksikkö hahmotteli kadun muodot ja mitä materiaaleja alueella tulisi käyttää. Katusuunnittelun tarkoituksena oli tehdä sopiva ratkaisu niin toimivuuden, käytännöllisyyden kuin ulkonäönkin kannalta.

4.2 Rakennussuunnittelu

Väylien rakennussuunnittelu tarkoittaa poikkileikkauksien yleistä rakenteellista suunnittelua, sekä eri osien tarkempaa suunnittelua. Siinä päätehtään poikkileikkauksen maastoon sijoittumiskohta ja se käsittää yleispiirteisesti suojaavat ja tukevat rakenteet. Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa suunnitellaan poikkileikkauksen eri kohtien rakenteita, mikä koostuu suurimmilta osin liikennöitävien väylien, ajoratojen ja kevyenliikenteen väylien rakenteellisesta suunnittelusta. Näiden avulla pyritään valitsemaan oikeat materiaalit ja kerrospaksuudet väylän alus- ja päällysrakenteiden rakentamista varten. Valinnat perustuvat siihen, että väylänpinta saisi sille suunnitellun palvelutason eli sen toiminnallinen kunto olisi vaaditulla tasolla ja se tulisi säilymään myös tulevaisuudessa. (Lehtonen, Belt & Rönty 2006, 187.)

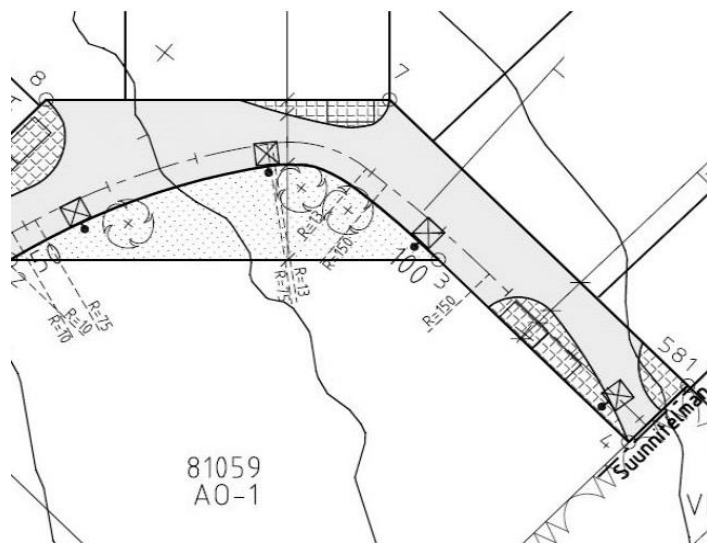
Suunnittelun tavoitteena on pyrkiä tienpinnan tasaisuuteen ja pysyvyyteen. Pysyvyydellä tarkoitetaan, että rakenteet suunnitellaan ehkäisemään ja vähentämään sellaisten ongelmien syntyä, jotka voivat vaikuttaa tienpinnan tasaisuuteen. Toinen pyrkimys suunniteltaessa on rajoittaa halkeamavaurioita mahdollisimman vähäisiksi. (Lehtonen, Belt & Rönty 2006, 187.) Kaikki nämä vaatimukset tulisi tehdä ja saavuttaa mahdollisimman taloudellisesti. Tämä tarkoittaa, että rakenteellista suunnittelua tehdessä on otettava huomioon niin rakenne- ja materiaalivaihtoehdot eli valittava halvin rakennekokonaisuus kuin myös väylän omistajan ja käyttäjän kustannukset (Lehtonen, Belt & Rönty 2006, 187).

4.2.1 Asemapiirustus

Katusuunnitelman asemapiirustus on ensimmäinen numeroitava kuva, jonka alapiirustusnumero on 001 ja rakennesuunnitelman asemapiirustuksen alapiirustusnumero on puolestaan 010. Purolaaksonpihassa edellä mainitut numeroinnit olivat 7146/001 ja 7146/010. Asemapiirustus on osana katu- ja rakennussuunnitelmaa, josta nähdään kadun sisältö, kuten esimerkiksi sijainti, malli ja viemäröinti. Helpoiten havaittavia kohtia ovat reunakivet, liikenteenjakajat, suojatiet, kevyenliikenteenväylät sekä ajorata. Nämä selkeyttävät sitä, mihin tarkoitukseen katua on ajateltu ja siitä voidaan päätellä myös, onko kyseessä esimerkiksi tonttikatu. Asemapiirustus on aina mittakaavassa, joka on 1:500. Kuvan ollessa mittakaavassa, on

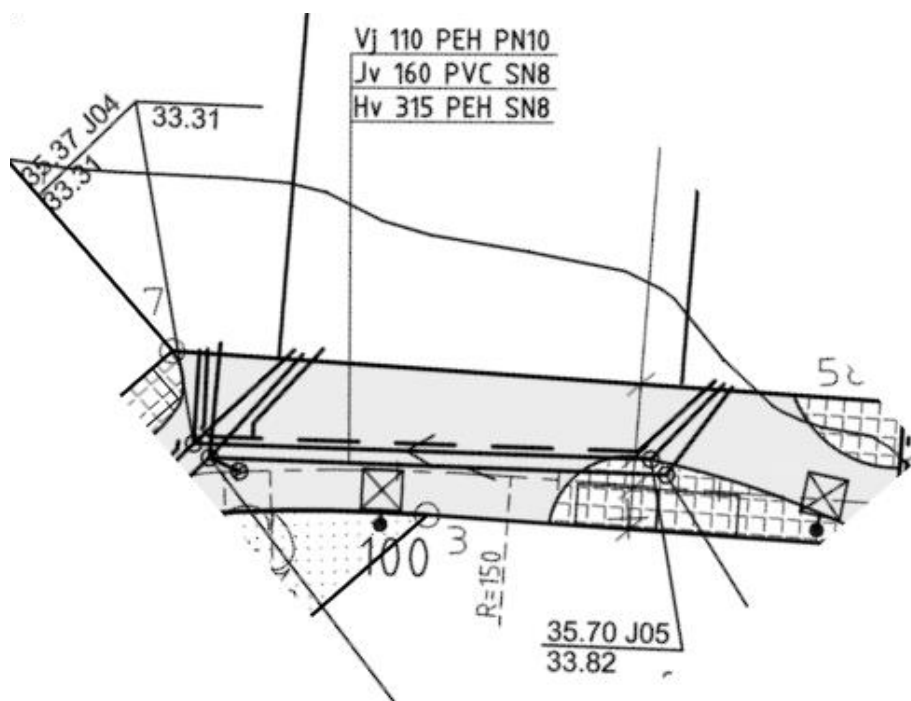
siitä helppo mitata erilaisia etäisyyksiä, kuten esimerkiksi kadun leveyttä tai pituutta.

Kadun pituuden hahmottamiseksi asemapiirustuksessa näkyy mittalinja, joka menee keskellä katuä osoittaen muun muassa alkupisteen, loppupisteen, suorat sekä kaaret. Mittalinjan yhteydessä näkyvät luvut ovat paalulukuja, joilla tarkoitetaan etäisyyttä sen alkupisteeseen eli nollapaaluun. Alla olevassa kuvassa paaluviivat ovat 10 metrin välein, mikä tarkoittaa, että esimerkiksi paaluluku 50 on 50 metrin päässä nollapaalusta (kuva 1). Piirustusta on helppo muokata esimerkiksi ongelmatilanteissa, sillä paalulukujen avulla pystytään kohdentamaan kyseessä oleva kohta.



Kuva 1. Mittalinja ja paalutuksen näkyminen.

Rakennussuunnitelmaan merkitään kaikki putket ja kaivot, sekä niiden korkeudet ja sijainnit. Putken korkeudella tarkoitetaan vesijuoksunkorkeutta. Merkittävät putket ovat vesijohto, jätevesi, paineellinen jätevesi ja hulevesi. Alla olevassa kuvassa näkyvät myös putken halkaisija ja materiaali (kuva 2). Siitä nähdään myös, miten kadun kuivatus on huomioitu ja mihin kohtaan rutiläkaivot on suunniteltu. Rutiläkaivot on yhdistetty suoraan runkolinjaan, eikä Espoon suunnitelmissa saa olla esimerkiksi rutiläkaivosta yhdistettyä linjaa toiseen rutiläkaivoon. Virtaussuunta on myös ilmoitettu väkäsillä, jotka ovat esillä kaivojen välissä putken kohdalla.

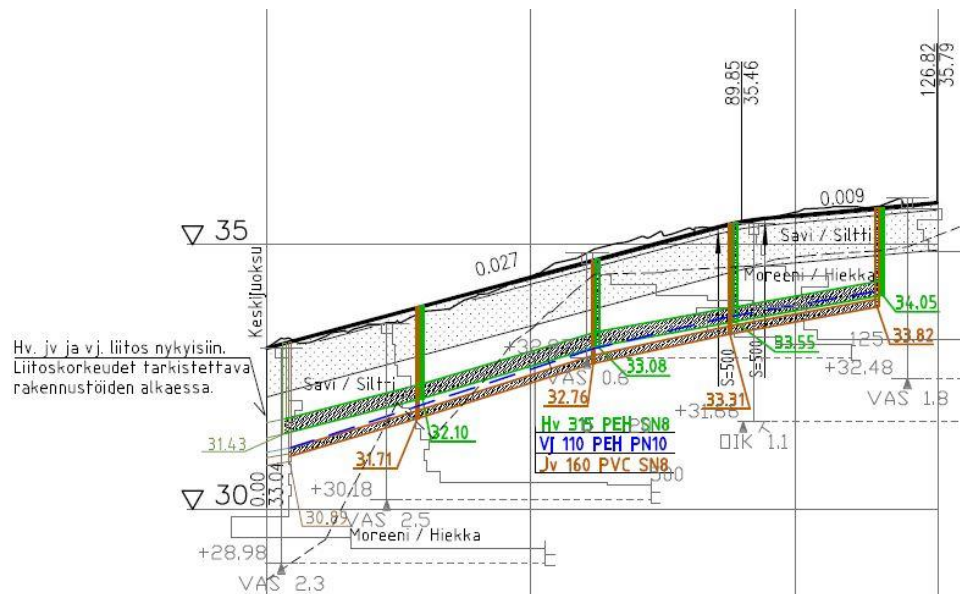


Kuva 2. Putkimateriaalien merkitseminen, kaivon kannen korko sekä viettosuunta ja sen korkeus.

4.2.2 Pituus- ja tyyppipoikkileikkaus

Pituus- ja tyyppipoikkileikkauksien alapiirustusnumero on 20, eli tämän kohteen osalta piirustusnumero on 7146/020. Pituusleikkaus kuvaa konkreettisesti pitkittäissuuntaista leikkausta kadusta, jolloin se kuvaa kadun pystygeometrian. Se esittää kadun korkeusvaihtelut pitkittäissuunnassa, määritetyllä paaluvälillä. Pituusleikkaus on aina mittakaavassa 1:1000/1:100. Vaakatasossa mittakaava ilmoitetaan 1:1000 ja pystysuunnassa 1:100, koska muuten pystysuunnassa olevista merkinnöistä ei saisi juurikaan mitään selvää. Ylimmät ja alimmat taitepisteet ilmoitetaan aina tarkalla korkeudella ja paaluluvulla. Kaarista merkitään aina säde, keski-kohta sekä aloitus- ja päätepiste. Nykyisen maanpinnankorkeus ja tasausviiva näkyvät myös kuvassa.

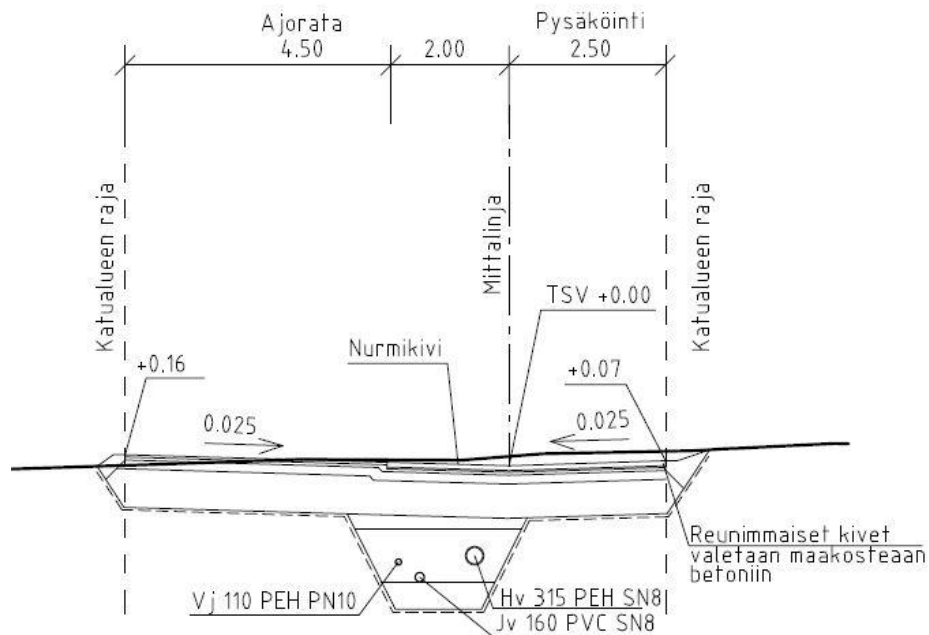
Pituusleikkauksessa määritetään myös vesihuollon runkolinjojen sijainti niin huleveden, jäteveden kuin vesijohdon osalta. Nämä kaikki on merkitty pituusleikkaukseen, koska Espoon uudessa vuoden 2017 ohjeessa on täten ohjeistettu. Kaivojen kohdat ilmoitetaan tarkalla paaluluvulla sekä vesijuoksunkorkeus lukuna. Putkista ilmoitetaan niiden halkaisija ja materiaali (kuva 3).



Kuva 3. *Pituusleikkaus*

Tyypipipoikkileikkauksella esitetään kadun poikkileikkausta tietyltä paaluväliltä (kuva 4). Se esitetään aina mittakaavassa, joka on 1:100. Kadulla voi olla yksi tai useampi tyypipipoikkileikkaus riippuen kadusta. Suunniteltavan kohteen leveyden vaihtelun takia kohteessa on esitetty useampi tyypipipoikkileikkaus. Mikäli katu pysyy samantyyllisenä koko matkan, ei tarvita kuin yksi tyypipipoikkileikkaus, mutta muussa tapauksessa on suotavaa esittää vähintään kaksi tyypipipoikkileikkausta.

Esimerkiksi ensimmäinen leikkaus voi olla paaluväliltä 0-30 ja toinen paaluväliltä 30-100. Leikkauksessa esitetään kadun kaltevuudet, jotka riippuvat siitä, onko alue jalkakäytävää vai ajorataa. Kadun korot näytetään myös tyypipipoikkileikkauksessa, jossa korot lasketaan mittalinjaan verraten eli mittalinjan korko on nolla. Korot ja kaltevuudet havainnollistavat hyvin sadededen viettosuunnan ja reunakivien korkeuden sekä sijainnin. Kuvasta 4. voi hyvin huomata kuinka tyypipipoikkileikkaus erittelee ajoradan, nurmikiveyksen ja reuna-alueiden leveydet sekä määritetyt rakennekerrokset kadun alla ja vesihuoltolinjojen sijainnit.



Kuva 4. Tyypipipoikkileikkaus Purolaaksonpihasta.

Pituus- ja tyypipipoikkileikkauksien lisäksi samassa kuvassa esitetään kadun rakennekerrokset. Ne on esitetty rakennekerrostaulukkona, jossa on määritetty maalaji ja sen korkeus millimetreinä. Jokainen kadun eri rakennekerros on omassa sarakkeessa, jotta taulukkoa olisi mahdollisimman selkeä ja helppo tulkita. Taulukon alapuolella on myös määritelty reunatuen materiaalit, mitat sekä asennusohjeet. Tässä kohteessa taulukosta ilmenee myös muiden tarvittavien materiaalien, kuten esimerkiksi suodatinkankaan tyyppi (kuva 5).

RAKENNEKERROKSET (mm)	Asfaltti	Kiveys
	5F	5F
Päällyste AB 16/100	40	–
Nurmikivi + asennusalusta	–	80+30
Päällyste ABK 32/120	50	50
Kantava kerros. murske (0...63mm)	150	150
Jakava kerros. murske (0...90mm)	650	580
Suodatinkangas N3	X	X
Yhteensä	890	890

Viheralueen kohdalla graniittireunatuki V170, harmaa

Suojatien kohdalla luiskattu reunatuki LR170, graniitti, harmaa

Reunatuen asennus suojateiden kohdalle ks. Espoon tyypipiirustukset 5222/020B ja 5222/021B

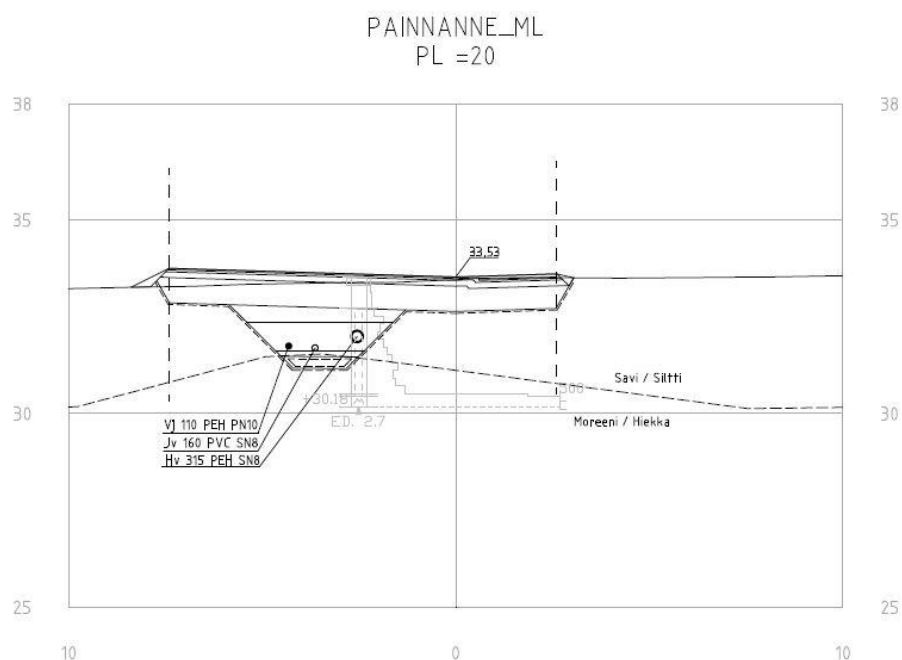
Reunatukien asennus ks. InfraRYL 2010

Kuva 5. Rakennekerrostaulukko Purolaaksonpihasta.

4.2.3 Paalukohtaiset poikkileikkaukset

Paalukohtaisten poikkileikkausten numerointi alkaa alapiirustusnumerosta 30 ja jatkuu juoksevasti siitä eteenpäin riippuen katujen määrästä. Purolaaksonpihassa paalupoikkileikkausten numero oli 7146/030. Paalukohtaiset poikkileikkaukset ovat samantyylliset kuin tyyppipoikkileikkaukset. Suurin ero tulee siinä, että paalupoikkileikkauksessa esitetty leikkaus on täsmälleen siltä kohtaa, miltä paalulta se on. Paalukohtaiset poikkileikkaukset ovat 20 paalunvälein eli 20 metrin välein olevia leikkauksia.

Niitä voi olla myös tiheämmin, kuten esimerkiksi tonttiliittymien kohdalla on yleensä aina oma poikkileikkauksensa. Tonttiliittymän kohdalla olevassa leikkauksessa esitetään myös tonttiliittymän kaltevuus prosentteina, koska siitä nähdään, miten se liittyy tiehen. Paalupoikkileikkausten mittakaava on aina 1:100. Kuvissa esitetään vesihuoltoputkien, mittalinjan ja katualueenrajan sijainti kyseessä olevalla paalulla. Putkien materiaali ja koko esitetään vain ensimmäisessä kuvassa, jossa niitä on, ja seuraavan kerran vain, jos putkien järjestys tai koko muuttuu (kuva 6).



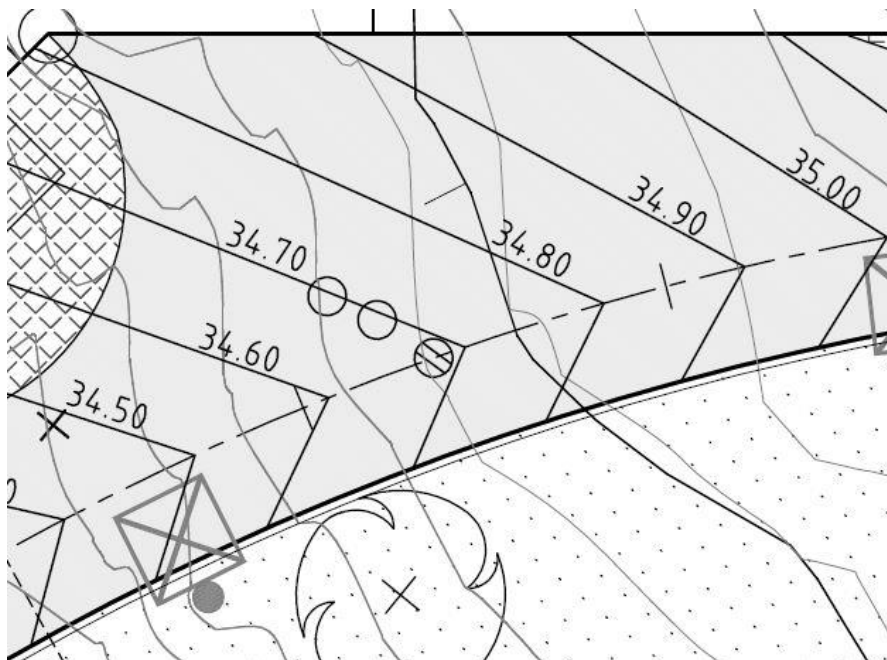
Kuva 6. Paalupoikkileikkaus

4.2.4 Tasauskuva

Tasauskuvan alapiirustusnumero on 40 eli tässä kohteessa 7146/040 ja mittakaava kuvassa on 1:200. Kadun tasausta suunniteltaessa pitää huomioida, millä sivu- ja pituussuuntaisella kaltevuudella tasaus tehdään. Tärkeä huomioitava asia on, miten kuivatus hoidetaan katualueella. Katu voidaan tasata harjakaltevaksi, eli kadun keskikohta jakaa vedet molemmin puolin katua, mistä ne sitten kerätään talteen. Katu voidaan myös suunnit-

tella siten, että vedet muodostuvat yhdelle puolelle tai yhteen kohtaan katuja, josta ne saadaan kerättyä. Kohteen ollessa pihakatu, on järkevintä kerätä hulevedet yhteen paikkaan katualueen ollessa niin pieni. Tasauksen avulla hulevedet johdetaan viemäriöityyn ratkaisuun, joka on Purolaaksonpihassa painanne. Kadun hulevedet kallistetaan painanteeseen, josta ne kerätään talteen ritiläkaivojen avulla. Tavoitteena on siis estää vesien valuminen tonttien puolelle.

Kohteen tasaus oli kaikin puolin selkeä tehdä, sillä pituuskaltevuus oli yhdensuuntainen. Korkeuseroja ei ollut maaston suhteen juurikaan, vaan pituuskaltevuus oli tasaisesti laskeva toiseen suuntaan. Ongelmakohta oli kuitenkin liityttäessä nykyiseen tasaukseen, sillä tasaus jouduttiin muokkaamaan käsin risteysalueen kohdalta, jotta luiskattu reunakivi saataisiin paikoilleen. Sivukaltevuudet kallistettiin kuivatuksen mukaan 2,5 % kaltevuudella kohti painannetta (kuva 7).

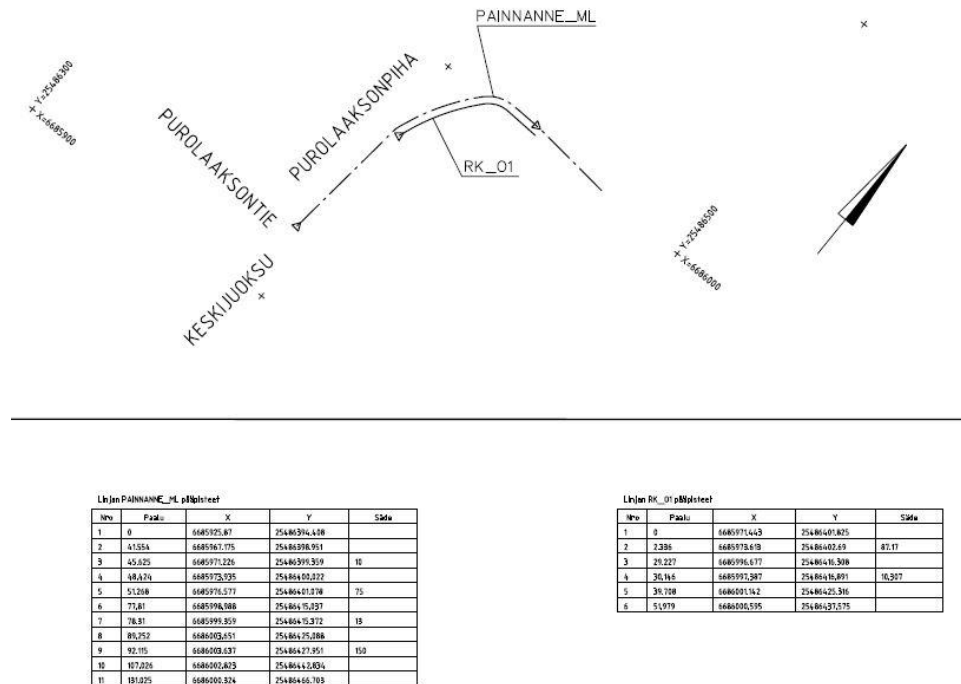


Kuva 7. Kuva tasauksen asemapiirustuksesta

4.2.5 Mittapiirustus

Mittapiirustus esitetään Espoon rakennussuunnitelmakohteissa aina omana kuvanaan. Sen mittakaava on aina Espoon ohjeen mukainen eli 1:1000. Mittapiirustuksen alapiirustusnumero on 50 eli tässä kohteessa kyseessä oleva piirustus nimetään luvuilla 7146/050. Siinä esitetään reunatukilinjojen ja mittalinjojen koordinaatit taulukoituna Espoon ohjeen mukaisesti. Koordinaattitaulukossa on esitetty kyseessä olevan kohdan x-koordinaatti, y-koordinaatti, säde ja paaluluku. Reunatukilinja ja mittalinja piirretään erilaisella viivatyyppillä, jotta ne erottuvat toisistaan selkeästi. Linjat

merkitään ja nimetään kuvaan vielä viiteviivoin, jotta ne on helppo yhdistää oikeaan koordinaattitaulukkoon. Muutoin kuva ei sisällä mitään muuta kuin pohjoisnuolen sekä koordinaattiristit (kuva 8).



Kuva 8. Mittapiirustus ja koordinaattitaulukko

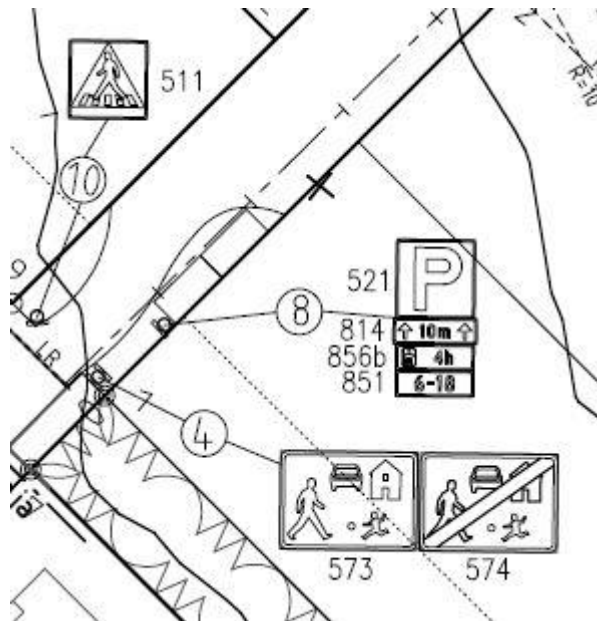
4.2.6 Liikenteenohjaus

Liikenteenohjauksen tarkoituksena on kehittää liikenneturvallisuutta sekä liikenteen sujuvuutta ohjeistamalla tienkäyttäjää tarkoituksenmukaiseen ja oikeaoppiseen käyttäytymiseen liikenteessä. Yleisimmät tavat, joilla liikenteenohjausta toteutetaan ovat liikennemerkkit, liikennevalot sekä tiemerkinnet. Tien lähiympäristössä ei saa olla muita kylttejä, jotka voivat muistuttaa liikennemerkkejä, sillä merkkien tulee olla hyvin nähtävissä ja tulkittavissa kaikille tienkäyttäjille. (Karhunen 2006, 325.)

On olemassa muutamia tärkeitä huomioita, joita pitää ottaa huomioon liikenteenohjausta suunniteltaessa. Liikennemerkkien määrä täytyy pitää maltillisena, koska esimerkiksi, jos merkkejä on liikaa, ei tienkäyttäjä pysty havainnoimaan ja ymmärtämään kaikkien merkkien viestiä ajoissa. Alueilla ja aluekokonaisuuksilla pyritään käyttämään yhtenäistä merkintä- ja sijoittamistapaa liikennemerkkien sekä tiemerkinntöjen osalta, koska se selkeyttää ja helpottaa käyttäjien havainnointia. Suunniteltaessa tulee huomioida myös esteettömyystarpeet ja -vaatimukset. (Karhunen 2006, 325-326.)

Liikennemerkkit sijoiteltiin annettujen ohjeiden mukaisesti seuraavasti: -"Pihakatu"-merkki sijoitettiin pihakadun alkuun kadun oikeaan reunaan -"Pihakatu päättyy"-merkki sijoitettiin kadunpäähän, jossa poistutaan pihakadulta, ja pihakadulta poistuttaessa on aina väistämisvelvollisuus

- "Pysäköintipaikka"-merkkejä käytettiin pysäköintipaikkojen yhteydessä sekä siihen liittyviä lisäkilpiä (kuva 9).



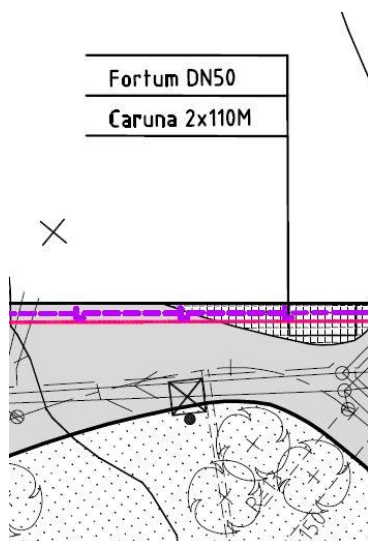
Kuva 9. Kuvassa kaikki kohteessa esiintyneet liikennemerkit ja niiden numerot.

Koulussa kävimme läpi liikenteenohjaukseen liittyviä kohtia teiden osalta, jolloin liikenteenohjauksen perusteet olivat hallussa jo aiemmin opitun tiedon osalta. Katujen liikenteenohjaussuunnitelmaa laatiessa eroavaisuudet olivat pieniä verrattaessa tiehen, eikä pihakatuun muutenkaan liikennemerkkejä tai muita opasteita paljon tarvinnut laittaa. Toisaalta pihakatu koskee kuitenkin hieman eri säännöt kuin normaalia tontti- tai kokoojaka-tua, koska pihakadulle tulee merkitä omat opasteet, mistä tie alkaa ja mi-hin se päättyy. Koulussa kävimme myös läpi Novapoint Road Sign professi-onal- ohjelmasta, miten liikennemerkit ja jalustat sijoitetaan Autocad ku-vaan. Tämän työn suunnitelmien teossa käytimme samoja Autocad- ja No-vapoint-versioita ohjelmistosta kuin koulussa, joten liikennemerkkien si-joittaminen sähköisiin suunnitelmiin olikin vaivatonta.

4.2.7 Kaapeleiden ja johtojen asemapiirustus

Sähkö- ja puhelinkaapeleiden sekä -johtojen tilavaraussuunnitelmassa näytetään kaapelit, johdot sekä kaukolämpö värillisillä viivoilla, jotta kuvaa on helppo sekä selkeä tulkita. Piirustuksen mittakaava on 1:500. Alapiirus-tusnumero on 700 Espoon ohjeiden mukaan ja suunniteltavan kohteen ky-seinen piirustusnumero on 7146/700. Merkintöjen selityksiin ja piirustuk-seen tulee kaapelit, joita tilavaraus koskee. Piirustukseen laitetaan myös värillisenä nykyiset kaapelit ja johdot, jotta tiedetään, mitä on jo valmiiksi rakennettu alueelle. Jos esimerkiksi telekaapelikaivannossa on paljon eri

valmistajien putkia, on siihen hyvä merkitä viiteviivalla mitä kaikkia kaapeleita kokonaisuus sisältää (kuva 10).



Kuva 10. Kaapelit ja niiden viiteviiva

4.3 Vesihuollon suunnitelmat

Vesijohtojen sekä jätevesiviemäreiden suunnittelussa käytetään vesihuoltoverkkojen suunnittelujulkaisua nimeltään RIL 237-2-2010. Hulevesiverkon suunnittelussa puolestaan käytetään Katu 2002 -julkaisua, Kuntaliiton Hulevesiopasta ja kaupungin omaa hulevesistrategiaa eli tässä kohteessa Espoon hulevesiohjelmaa. (Helsingin seudun ympäristöpalvelut)

Espoon kaupungin hulevesiohjelmalla pyritään kehittämään ja parantamaan hulevesiosaamista sekä -tietoisuutta yhteistyön ja toimintatapojen avulla. Tavoitteena on päästä luonnonmukaisempaan ja kokonaisvaltaisempaan hulevesien hallintaan. Ohjelmalle on tärkeää, että kaikki kaupungin tahot ja kaikki muut toimijat, jotka vaikuttavat hulevesiin, ovat sitoutuneita noudattamaan yhteisiä periaatteita. Päävastuu kuitenkin hulevesiohjelman hallinnasta ja toimivuudesta on Espoon kaupungilla. (Espoon kaupunki 2011)

Hulevesillä tarkoitetaan rakennettujen alueiden sade- tai sulamisvettä. Kuivatuksella pyritään poistamaan pintavedet kaduilta sekä estämään pohjaveden nousu tierakenteisiin. Päälystetty katu kallistetaan 3%, jotta pintavedet valuvat reunatukea tai sivuojaa kohti. Kevyenliikenteen väylillä kaltevuus ei ole sama kuin ajoradalla, vaan se on 2,5%. Pihakadulla voidaan käyttää myös 2,5% kaltevuutta. Pituussuunnassa kadun pituuskaltevuuden pitäisi olla ainakin 0,5%, jotta vesi virtaisi.

Kaduilla, joissa on reunatuki, vedet kerätään sadevesikaivoihin, jotka on yleensä sijoitettu kadun alimpiin kohtiin, ennen suojatietä ja ennen koro-

tettuja suojateitä tai saarekkeita. Sadevesikaivoja ei saa laittaa yli 60 metrin välein, koska virtausmatka ei saisi ylittää kyseistä matkaa reunatuellisella osuudella. Tavallisimmin ritiläkaivo laitetaan irti reunatuesta 50mm etäisyydelle. Sadevesiviemärit rakennetaan rankkasateen mukaan, jotta suuret vesimäärät voivat virrata vaivattomasti pois katualueelta. Sadevesiviemäri pitää laittaa kadun alle n. 1,8 metriä syvälle Etelä-Suomessa, mutta jos peitesyvyys jää sen alle, tulee laittaa lämpöeristettä jäätymisen estämiseksi. Yleensä vesijohto tulee seuraavaksi ja jätevesiviemäri jää alimaksi. Kaukolämmön peitesyvyyden on oltava vähintään 0,4 metriä. (Lehtonen 2006, 249, 255-256.)

Vesihuolto muodostaa suuren osan kunnallistekniikan kustannuksista, mutta arviot eri yhteyksissä vaihtelevat toisistaan paljon. Kadun ja vesihuollon yhteisistä kustannuksista ilmoitetaan yleensä 35-65% vain vesihuollon kustannuksiksi. Eniten vaikuttavia tekijöitä ovat maasto, maaperä ja maankäytön tehokkuus. Näiden pysyessä muuttumattomina, on kohteen yksityiskohtien vaikutus yleensä matala. Maankäytön tehokkuus on suurin yksittäinen tekijä, joka vaikuttaa toteutuskustannuksiin. (Karttunen 2003, 67.)

Suunniteltavassa kohteessa kuivatuksen laatiminen oli selkeää, koska kadun pitkittäissuuntainen kallistus oli jo valmiiksi vain toiseen suuntaan. Vedet johdettiin jo rakennettuun hulevesiverkostoon. Pihakadulle rakennettiin 4 umpikaivoa sekä 4 ritiläkaivoa, jotta vedet eivät valu tonttien puolelle, eikä vesi jää tielle ajelehtimaan. Pihakatu kallistettiin 2,5% sivukaltevuudella kadun keskellä menevään painanteeseen, josta ritiläkaivoilla vesi kerätään pois. Kuivatuksen suunnittelussa kadulle ei ollut mitään ongelmia eikä myöskään liitännässä vanhaan rakennettuun kaivoon.

Jätevedenrunkolinja ja vesijohdonrunkolinja rakennettiin hulevedenrunkolinjan viereen, jotta rakennusvaiheessa selvitään yhden kaivannon kaivamisella. Putkien kaivannosta tuli noin reilun metrin leveä, riippuen kohdasta. Jätevedenrunkolinjan kanssa päästiin helpolla, koska viettosuunta oli jo valmiiksi kohti rakennettua jätevesiverkostoa. Liitynnässä ei tullut ongelmia, joten linja saatiin hyvin paikalleen. Vesijohdonlinja joutui kiertämään muutaman jätevesikaivon (kuva 11), mutta muuten linja saatiin samalla tavalla laitettua paikalleen kuin muutkin, eli ilman ongelmia.



Kuva 11. Punaisella viivalla korostettu, miten vesijohto joutuu kiertämään jätevesikaivon.

4.3.1 Kaivokortit

Kaivokorteilla ei ole mittakaavaa ollenkaan suunnitelmissa, koska ne ilmaisevat vain kaivon tiedot. Kaivokorttien alapiirustusnumero jatkuu vesihuollon asemapiirustuksesta, eli numerosta 301 eteenpäin. Purolaaksonpihan kaivokortit numeroitiin 7146/301. Niissä näkyy kaivon sijainnin osalta asiat, kuten x- ja y-koordinaatit, mittalinjan nimi, paaluluku mittalinjasta sekä sivuetaisyys mittalinjaan. Kaivokortissa näytetään kaivon tietojen osalta sen materiaali, koko, korkeus, vesijuoksunkorkeus ja mahdollinen sakkapesä. Sen lisäksi tulo- ja lähtöputkista näytetään niiden koko ja materiaali, liityntäkulma asteina, korkeus vesijuoksuun sentteinä sekä kaato sentteinä/metri.

5 TIETOMALLINNUS

Tietokoneavusteinen suunnittelu on ollut apuvälineenä suunnittelijoille jo pitkään sekä sen kehittyminen on mahdollistanut siirtymisen tietomallijärjestelmään. Tietotekniikan kehityksen johdosta nykyään suunnitelmat voidaan laatia digitaalisessa muodossa erilaisilla suunnittelunohjelmilla, joka kattaa kaikki osapuolet. Tietomallinnus avaa uusia mahdollisuuksia tiedonhallintaan, koska suunnitelmia muokatessa muutokset siirtyvät automaattisesti myös tietomalliin. Varsinkin keski- ja suurikokoisissa infrahankkeissa tulee ongelmaksi tiedon hallinta, koska tietoa on liikaa ja oleellisen informaation löytäminen vähintäänkin haastavaa. (Hörkkö & Kajanen 2009, 21-26.) Tästä johtuen suunnitteluohjelmistot ovat joutuneet reagoimaan tähän muutokseen, joka on oleellisesti vaikuttanut niiden kehitykseen. Siitä johtuen tuotemallipohjaiset ohjelmistot ovatkin vallanneet ohjelmistomarkkinoita.

Katuhankkeissa tehdään pintamallit perus-, mittaus- ja tutkimusaineistojen pohjalta. Silloin mallinnetaan yleensä maastomalli nykyisestä maanpinnasta ja maaperämalli maalajikerroksista. Suunnitelmien tekeminen voidaan siis aloittaa jo pintamallien sekä kartta-aineistojen pohjalta. Laserleikkausaineistot voivat olla kohteesta riippuen erittäin suuria, mikä vaatii tehokkaat laitteet sekä ohjelmistot. (Hörkkö & Kajanen 2009, 26-27.)

Erilaisten vaihtoehtojen ja muutosten vertailu suunniteltaessa tietomallin avulla on helppoa, nopeaa sekä luotettavaa. Suunnitelmia voidaan tarkastella eri näkökulmista, sillä ne on mallinnettu tietokoneelle. Normaaleissa väylä- ja vesihuoltohankkeissa voidaan jo suunnittelun alkuvaiheissa tarkastella linjauksia, sekä niiden vaikutusta ympäristöön ja maisemaan. Toisaalta hankkeen ja suunnitelmien edetessä erilaisten vaihtoehtojen vertailu tarkentuu ja parhaan vaihtoehdon löytäminen helpottuu. (Hörkkö & Kajanen 2009, 27-28.)

Suunnitelmat piirretään tietokoneelle mittakaavassa, jotta tulosteet on helppo tehdä erilaisissa mittakaavoissa, jolloin ei erikseen tarvitse koskea suunnitelma-aineistoon. Syy, miksi suunnitelmamalli tuotetaan maailman koordinaatistossa digitaalisesti ja luonnollisessa mittakaavassa on se, että suunnitelmat tehdään aina rakentamista varten. (Hörkkö & Kajanen 2009, 27-28.) Ohjelmistojen täytyy olla siis suunnittelua tukeva työväline, joka helpottaa yhteistyötä kaikkien osapuolten välillä.

5.1 Pintamallit

Kyseisen kohteen mallintaminen aloitettiin pintamalleista, joiden pohjatieto saatiin mittaustuloksista sekä kaupungilta saadusta materiaalista. Tämän avulla saatiin luotua maastomalli sekä kolmioverkko kohteesta. Edellä mainitun mallintamisen jälkeen kohteesta on helppo saada nykyisen maanpinnan tiedot. Esimerkiksi pituus- ja poikkileikkauskuvissa sitä on tärkeä hyödyntää, jotta maanpinta piirtyy automaattisesti suoraan oikeaan paikkaan ja korkoon, eikä sitä tarvitse itse käsin piirtää, sillä se on jo mallinnettuna tietokantaan.

5.2 Vaaka- ja pystygeometria

Seuraavaksi kohteesta mallinnettiin ajoradan vaaka- ja pystygeometria Novapoint Road Professional- ohjelmalla. Ensiksi määritettiin kadun vaakageometria, joka näkyy esimerkiksi asemapiirustuksessa mittalinjan muodossa. Vaakageometrian tavoitteena on osoittaa, missä katu kulkee,

kuinka leveä se on, sekä kuuluuko siihen muita osia, kuten esimerkiksi jalakäytävä tai pyörätie. Kaikki edellä mainittu mallinnetaan tietokantaan, joka helpottaa suunnittelutyötä jatkossa (kuva 12).

Pystygeometria määritetään vaakageometrian jälkeen ns. pituusleikkauskuvassa. Siitä näkee hyvin korkeuserojen vaihtelut, mäkien jyrkkyyden sekä nykyisen maanpinnan. Pystygeometrian tavoite on seurata nykyistä maanpintaa mahdollisimman hyvin, jotta vältytään ylimääräiseltä kaivamiselta sekä täyttämiseltä. InfraRYL-kirjassa määritetään minimi- ja maksimiarvokaltevuudet tielle, jotka tulee ottaa huomioon mallintamisessa. Kun pysty- ja vaakageometria on mallinnettu, voidaan kohteesta tehdä jo pituus- sekä poikkileikkausluonnoksia.

Nro.	Elementti	Tyyppi	Säde	Pituus	Parametri	Kaarityyppi	X1	Y1	X2	Y2
1	Suora	X—X		41.554			25486394.408	6685925.870	25486398.951	6685967.175
2	Suora	X—X		4.072			25486398.951	6685967.175	25486399.359	6685971.226
3	Kaari	—	10.000	2.798		Lyhyt				
4	Suora	X—X		2.844			25486400.022	6685973.935	25486401.078	6685976.577
5	Kaari	—	75.000	26.542		Lyhyt				
6	Suora	X—X		0.500			25486415.037	6685998.988	25486415.372	6685999.359
7	Kaari	—	13.000	10.942		Lyhyt				
8	Suora	X—X		2.983			25486425.153	6686003.651	25486428.930	6686003.632
9	Kaari	—	150.000	14.911		Lyhyt				
10	Suora	X—X		24.000			25486443.000	6686002.806	25486466.703	6686000.324

Kuva 12. Kohteen suunniteltu vaakageometria

5.3 Rakennekerrokset ja väylän pinnat

Rakennekerrosten ja väylänpintojen mallintaminen vaaditaan, jotta tyyppi- ja paalupoikkileikkauksista saataisiin oikean näköisiä. Tässä kohteessa ne mallinnettiin myös Novapointin Road Professional- ohjelmalla. Rakennekerroksien tietoihin syötetään kerroksien paksuudet, jotka on suunniteltava Espoossa InfraRYL-ohjeiden mukaisesti (kuva 13). Väylän pinnat määrittelevät ajoradan, jalankulkualueen ja pyörätien kaltevuudet sekä ojien ja pientareiden leveydet. Kaikki nämä oikein mallinnettuina siis mahdollistavat poikkileikkauksien piirtymisen oikein. Tietomalli kuitenkin pyrkii luomaan luiskat annetulla kaltevuudella nykyiseen maanpintaan, mutta yleensä niitä joudutaan aina muokkaamaan vielä käsin uudestaan.

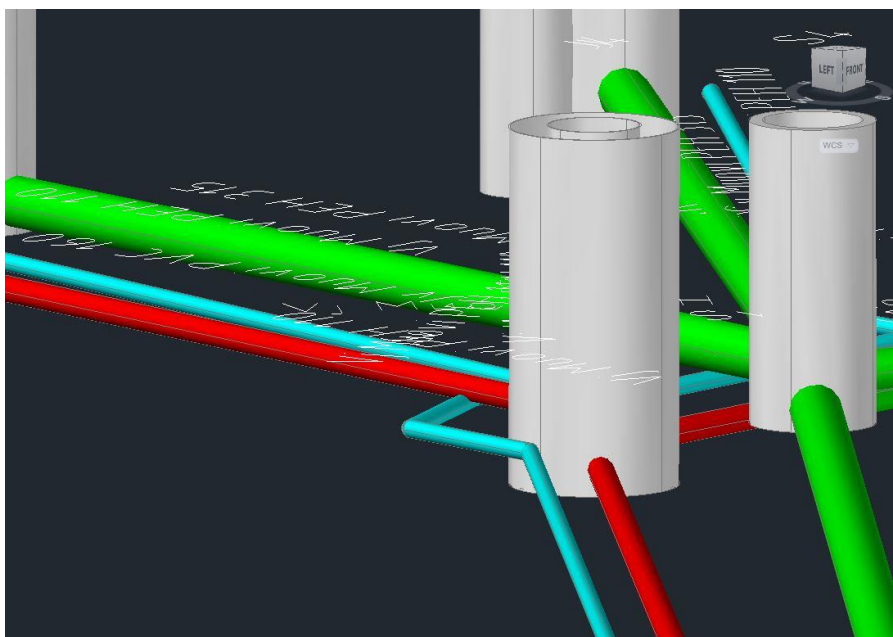
Kuva 13. *Rakennekerroksien määrittäminen*

Myös reunakivi pitää käsin piirtää kuvaan, vaikka malliin on mahdollista tehdä oikean korkuinen korotus, mutta itse kiven joutuu käsin piirtämään. Massalaskennan saa myös tehtyä, kun on ensin mallintanut rakennekerrokset. Se auttaa todella paljon kustannuslaskennan tekemisessä, sillä silloin ei kaikkea tarvitse laskea käsin. Mallintaminen helpottaa todella paljon myös poikkileikkausten piirtämistä, koska tällöin ei tarvitse käsin jokaista piirtää. Hienosäätö ja muokkaaminen pitää tehdä käsin, mutta se on kuitenkin vain murto-osa suunnitelmien kokonaistyömäärästä.

5.4 Vesihuolto

Vesihuolto mallinnettiin Novapoint Water and Sewer- ohjelmalla, joka on tarkoitettu juuri putkien, kaivojen ja kaivantojen mallintamista varten. Putkien mallintaminen auttoi pituus- ja poikkileikkauskuviin vesihuollon piirtämistä, koska ne saatiin piirrettyä suoraan tietokannasta. Ainoastaan vesijouksujen korkoja jouduttiin muokkaamaan käsin pituusleikkauskuvaan, sillä ne eivät tulleet automaattisesti mallista.

Poikkileikkauksissa kaivannot eivät aina piirtyneet siististi suunnitelmiin, joten niitä jouduttiin myös korjaamaan ja muokkaamaan jonkun verran käsin. Mallintaminen on aikaa vievä prosessi putkien osalta, mikäli halutaan tarkasti mallintaa ja saada 3d- suunnitelma näkymään oikein. Silti sen käyttö helpotti paljon erityisesti pituus- poikkileikkaussuunnitelmien tekemistä ajallisesti, sillä putket ja kaivot saatiin otettua mallista suoraan. Lisäksi 3d-mallista näkyi hyvin, että risteävätkö putket toistensa kanssa, sillä putkien ristiin menemistä on todella vaikea hahmottaa vain 2d-kuvasta, mikäli putkia ei ole mallinnettu (kuva 14).



Kuva 14. Putkien 3d- mallintaminen

5.5 Novapoint-versioiden vertailu

Mallinnuksen osalta suunnitteluyksikkö siirtyy Novapointissa uuteen versioon, joka on Novapoint 20.05. Tämä kyseessä oleva projekti tehtiin vielä vanhalla versiolla, mutta tulevat uudet projektit tullaan tekemään Novapointin uudella versiolla. Päivityksen osalta Novapointin lisäosat eivät juurikaan muutu, eli Road Professional ja Water and Sewer ovat samanlaisia käyttöjärjestelmällisesti kuin aikaisemminkin. Suurin muutos tapahtuu itse Novapointin Base puolella. Aikaisemmin Base oli Autocadin yhteydessä, mutta uudessa versiossa se on oma ohjelmansa, toimien tietenkin Autocadin kanssa yhdessä.

Mallintamisen osalta uudessa versiossa voi koko ajan katsoa 3d- näkymästä mitä tapahtuu, kun johonkin asiaan tekee muutoksen. Tällöin ei tarvitse siirtyä ikkunoiden välillä nähdäkseen miten malli on muuttunut tehtyjen päivitysten osalta, kuten aiemmassa versiossa. Uusi versio tukee myös isompia projekteja, joissa on monta eri suunnittelijaa, sillä jokainen heistä voi nähdä samaan aikaan muutokset suunnitelmissa. Vanhassa versiossa itse suunnitelman muokkaaja näki vain muutokset ennen kuin oli tallentanut tiedoston muidenkin nähtäville.

Novapoint 20.05 on paljon lähempänä nykyajan tavoitteita tietomallintamisen osalta verrattaessa aiempaan versioon. Tulevaisuudessa tietomallintamiselta vaaditaan koko ajan enemmän, joten kehityksen on kuitenkin vielä jatkuttava. Autocadin uudemmat versiot ovat tietenkin myös käytössä uuden Novapointin kanssa.

6 VUOROVAIKUTTEISUUS SUUNNITTELUTYÖSSÄ

Maankäyttö- ja rakennuslain pykälissä 62, 63 sekä maankäyttö- ja rakennusasetuksen pykälissä 30, 42, 43 on mainittu ohjeita vuorovaikutteiseen suunnitteluun. Katusuunnitelmaa tehdessä aineisto pitää asettaa nähtävälle esimerkiksi varaamalla tilaisuus sekä antaa mahdollisuus esittää mielipide kirjallisesti tai suullisesti. Osallisille täytyy ilmoittaa tilaisuudesta tiedon saatavuuden kannalta järkevällä tavalla, koska heille pitää antaa mahdollisuus osallistua tilaisuuteen sekä kertoa mielipiteensä. (Ojala 2006, 49.)

Suunnittelun käynnistyessä päätetään, kuinka laajaa vuorovaikutusta käytetään, ketkä ovat osallisia sekä kuinka tiedottaminen tehdään. Suunnittelija voi olla yhteydessä osallisiin esimerkiksi sähköpostin, puhelimen tai kokouksien välityksellä. Suunnitelmaa laadittaessa koitetaan ottaa huomioon mahdollisimman hyvin asukkaiden ja muiden osallistujien mielipiteet ja huomiot. Valmis suunnitelma jätetään esille kahdeksi viikoksi ja siitä ilmoitetaan, kuten on sovittu. (Ojala 2006, 50.)

6.1

Projektin eteneminen

Tilaaja lähetti projektin pohjatiedoksi kaavakartan, johtokartan sekä pohjakartan. Tilaajan puolelta saadun aineiston pohjalta laadittiin aluksi mittapiirustus ja toimeksiantolomake. Niiden avulla saatiin mittaustuloksista tarpeelliset tiedot suunnittelutyön aloittamiseksi. Mittaustiedot sisälsivät pintavaaituskartan, puustokartan, kaivokartan, 3D -kartan sekä kaivokortit.

Ensimmäinen kokous pidettiin 10.4.2017 Espoon kaupunkitekniikan keskuksessa. Ensimmäistä kokousta varten laadittiin kolme vaihtoehtoluonnosta, joissa pintamateriaaliksi ehdotettiin kiveystä ja asfalttia. Ehdotettiin myös, että pihakatu erotetaan tonttikadusta pienellä korotetulla reunakivellä. Pihakadun vaihtoehtojen osalta luonnoksia lähdettiin korjaamaan kommenttien pohjalta. Alueelle päätettiin laittaa graniittinen reunakivi nurmialueen reunalle, sekä myös alueelle tultaessa luiskattu graniittireunakivi. Nurmikiveä käytetään ohjaamaan ajoneuvoliikennettä ja pysäköintiä. Nurmetuksen aluerajaus tehdään reunakivellä. Konsultin tehtäväksi jäi kokouksen jälkeen tehdä kuivatuksen osalta kaksi vaihtoehtoa jatkosuunnittelun pohjaksi sekä suojatien paikan osalta vaihtoehdot pihakadulta tonttikadulle liittymiseen.

Toinen kokous oli 17.5.2017 Espoon kaupunkitekniikan keskuksessa. Toisen kokouksen pohjaksi oltiin luonnosteltu kaksi vaihtoehtoluonnosta, joissa pintakuivatuksen painanteen sijainti pihakadulla ja suojatiejärjestelyt nykyiseen katuun liityttäessä poikkesivat toisistaan. Kokouksessa kuiva-

tusjärjestelyksi valittiin painanne, joka sijaitsi vakioetäisyydellä katualueenrajasta ja reuna-alueen istutussaarekkeen reunakivestä. Liittymäalueen osalta valittiin suojatiejärjestelyiksi suojatie, joka sijaitsi Purolaakson tien puolella kaarteessa. Kokouksessa myös päätettiin, että reunakiveä ei suunnitella tasoon katualueenrajalle, joten asfalttipinta toteutetaan katualueenrajaan kiinni normaalipientareena. Nurmikivetetyillä alueilla reunimmaisat kivet valetaan maakosteaanbetoniin. Jatkotoimenpiteenä katusuunnitteluluonnoksia jatketaan eteenpäin ja seuraavaan kokoukseen mennessä tulee tehdä rakennussuunnitelmaluonnokset.

Kommentit saatiin Purolaakson tien ja Purolaaksonpihan suojatiejärjestelyistä 24.5.2017 ja katusuunnitelmaluonnokset toimitettiin tilaajalle asiakastapaamista varten 31.5.2017, ennen kolmatta kokousta. Kolmannessa kokouksessa, joka pidettiin 27.6.2017, käsiteltiin suunnittelutilannetta. Katusuunnitelmien oli tarkoitus mennä lautakuntaan hyväksyttäväksi syksyllä kesälomien jälkeen. Rakennekerrokset suunnitellaan InfraRYLin 5F mukaisina. Tässä kohteessa rakentamista voidaan ulottaa hieman tonttien puolelle, jotta katurakenne ei painuisi katualueella. Kokouksessa sovittiin myös, että vesihuoltoon saadaan kommentteja heinäkuun aikana sekä konsultti on valaistussuunnitteluun yhteydessä ja toimittaa heille tarvittavat pohjatiedot.

Neljäs kokous oli 30.8.2017 samassa paikassa kuin aiemminkin eli Espoon kaupunkitekniikan keskuksessa. Kokousta ennen FCG oli pyytänyt valaisinsuunnitelmaluonnoksen SEU:lta 3.8.2017 sekä kaapelikyselyn operaattoreilta 10.8.2017. Kaapelisuunnitelmaan odotetaan vielä vastauksia operaattoreilta, jotta suunnitelma voidaan viimeistellä. Toimitettuja rakennussuunnitelmia kommentoitiin, joihin ei isoja muutoksia enää tullut. Liikennemerkkisuunnitelma lähetetään Espoon liikennesuunnittelijalle kommenteille. Konsultin täytyy varmistaa vielä HSY:ltä, miten tonttiliitokset merkitään suunnitelmiin, mikäli epäillään tonttijaon muuttuvan ennen rakentamista. Katusuunnitelmaselostus ja alustavat kustannukset toimitetaan 4.9.2017 kaupungille, jotta ne saadaan hyväksyttyä. Sovittiin, että rakennussuunnitelmat toimitetaan tarkastettavaksi 29.9.2017 eli kaikkien suunnitelmien tulee olla siihen mennessä valmiina.

7 KUVIEN LOPPUSIIVOUS

Hyväksymismerkittyjen kuvien pohjalta pitää myös lähettää tilaajalle suunnitelmat pdf- ja dwg-muodossa, asiakirjat sekä HSY:lle myös sähköisessä muodossa olevat kuvat. Niistä täytyy tarkastaa, että tiedostot ovat oikeassa muodossa, nimetty oikein ja sisältö on tarkistettu. Kaikkien tiedosto-

jen pitää olla nimetty yhdenmukaisesti, joka on päänumero_alanumero/seliteosa.pääte. Tässä Purolaaksonpihan kohteen dwg- ja pdf-kuvien esimerkkinimeäminen: 7146_010.dwg tai 7146_020.pdf. Jos kuviin tulee revisiomerkitöjä, tulee pdf-kuvien nimen perään laittaa revisiotunnus, mutta dwg- kuvien perään ei laiteta. Espoossa revisiotunnuksena käytetään kirjaimia alkaen a-kirjaimesta ja jatkuen siitä loogisessa järjestyksessä eteenpäin.

Tiedostot tulee tarkistaa, ettei tulostuskuvissa ja referenssitiedostoissa ole muuta kuin sisältölistojen mukaiset asiat. Muualta saadut tiedostot, kuten esimerkiksi johtokartat, kantakartat ja kaava-aineistot voidaan jättää ennalleen eli tasoja ei tarvitse muuttaa, koska ne on saatu pohja-aineistona kaupungilta. Uudet tulostuskuvat ja referenssitiedostot pitää siivota ohjeiden mukaisesti, eli kaikkien viivojen pitää olla oikeilla tasoilla, eikä ylimäärisiä tasoja saa olla, sekä myöskään nollatasolla ei saa olla yhtään mitään. Referenssitiedostojen pitää olla xref-tasolla. Kaikissa tulostuskuvissa pitää olla nimiö ja siinä oikeat tiedot. Tulostuskuvissa ei saa olla turhia eli lataamattomia referenssejä (*unloaded*), ja jos niitä löytyy, ne tulee poistaa (*detach*) ennen lähettämistä.

Jokaiselle kuvalle, jolla on oma piirustusnumero, on oma tiedostonsa eikä se saa sisältää muita tiedostoja. Kaivokortit ovat poikkeus, koska useamman kadun kaivokortit voivat sijaita samassa sähköisessä tiedostossa, mutta pdf –tiedostot täytyy olla erikseen joka kadusta. Kuvista pitää siivota pois myös kaikki ylimääräiset viivat sekä objektit, jotka jäävät raamien ulkopuolelle layoutin puolelta. Myös virheet ja ylimääräiset tasot pitää poistaa komennoilla *audit* ja *purge* myös referenssitiedostoista. Näiden toimenpiteiden jälkeen tasojenhallinnassa ei ole muita tasoja, kuin Espoon taso-ohjeen mukaisia tasoja.

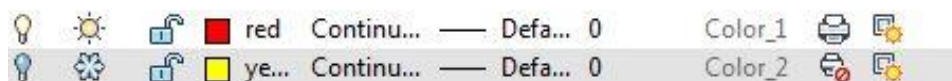
Kaikki referenssitiedostot täytyy erotella suunnittelukuvista R-kirjaimella, joka tulee aina päänumeron jälkeen. Tässä esimerkki referenssitiedoston nimeämisestä: 7146R_katu_rs. Alkuosan jälkeen nimeäminen on vapaata, mutta suotavaa on selkeä ja johdonmukainen nimeäminen, jotta kaikki suunnitelmaa käyttävät tietävät tiedostojen sisällön. Myös kuvia (jpg- tai tif-tiedostoina) voidaan tuoda referenssitiedostoiksi, kuten esimerkiksi opaskartta tai yrityksen logo. Se tapahtuu samalla tavalla kuin muidenkin referenssitiedostojen tuonti, paitsi kuvien täytyy olla jpg- tai tif-muodossa. Referenssitiedostoissa ei saa olla kiinnitetty omia referenssitiedostoja, eli ne täytyy poistaa, mikäli niitä on jäänyt.

HSY:lle täytyy toimittaa erikseen vesihuoltoverkkojen yleis- ja rakennus-suunnitelmat sähköisessä muodossa. Suunnitelmat toimitetaan sen jälkeen, kun ne on tilaajan toimesta tarkastettu ja hyväksytty. Jos suunnitelmiin tehdään hyväksymisen jälkeen muutoksia, toimitetaan muutettu suunnitelma revisiomerkinällä. Suunnitelmista toimitetaan asemapiirustus referenssitiedostoineen dwg –formaattissa. Jos katu ja vesihuolto on

suunniteltu yhdessä, toimitetaan asemapiirustus, jossa molemmat on esitetty, eli vesihuollonasemapiirustus. Vesihuollonasemapiirustuksessa putket on esitetty värillisinä, toisin kuin kadun asemapiirustuksessa. Dwg –kuvan tasojaon tulee olla taso-ohjeen mukainen. Suunnitelmat toimitetaan sähköpostitse HSY:n mainitsemiin sähköpostiosoitteisiin. Tiedostot tulee nimetä eri tavalla kuin kaupungille lähetettävissä suunnitelmissa. Tiedostot nimetään seuraavasti: hsy:n suunnitelmanumero_kohteen nimi_revisiionumero. Esimerkiksi 40439_Purolaaksonpiha.

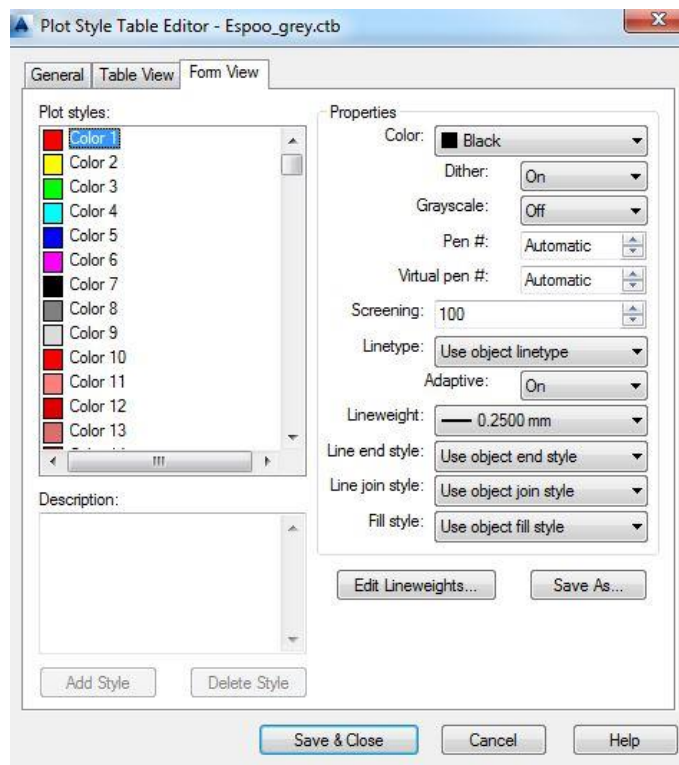
7.1 Tulostus

Tulostaessa pitää ottaa huomioon muutama tärkeä asia ennen kuin voi tulostaa oikean näköisiä suunnitelmia. Ensiksi täytyy tarkastaa, että viivat ovat oikealla tasolla ja värillä. Tasoista pitää huomioida, että ne ovat näkyvissä eikä piilotettuina, sekä ettei tasoista ole laitettu päälle tulostuksen esto-asetusta (kuva 15). Kuvasta 15 näkee kuinka ylemmän ja alemmalla rivin tasot eroavat toisistaan, sekä miksi alemman rivin tasoa ei näy tulostettaessa. Syyt ovat selitettynä vasemmalta oikealle, että taso ei ole päällä (lamppu), taso on jäädytetty (lumihiutale) ja taso näkyy kuvassa, mutta ei tulostettaessa (tulostimen kuva).



Kuva 15. Tasojen asetukset, jotka vaikuttavat tulostukseen.

Viivojen värin merkitys tulee siinä vaiheessa esille, kun valitaan kynätaulua. Kynätaulu määrittää millä värillä ja minkälaisella paksuudella kunkin värinen viiva tulee tulostaessa (kuva 16). Vasemman puolen listasta voi valita värin, jonka jälkeen oikean puoleisesta valikosta voi valita, millä värillä ja paksuudella valittu väri näkyy kuvassa.



Kuva 16. Kynätaulun asetukset

Nämä asiat vaikuttavat yhtä lailla paperilla tulostamiseen kuin pdf-tiedostojen tekemiseenkin. Tässä projektissa käytettiin Espoon ohjeita, koska projekti kuului Espoon kaupungille. Espoon ohjeet kynätauluista ja tasoista ovat erittäin tarkat, joten tulee olla huolellinen, että saa tulostettua tarkoituksen mukaista materiaalia. Espoon nettisivuilta voi ladata ilmaiseksi valmiit kynätaulut, joita voi hyödyntää oman työn tekemisessä. Itse ei siis tarvitse jokaista väriä käydä läpi erikseen, jotta päästäisiin haluttuun lopputulokseen.

8 KUSTANNUSARVION LAATIMINEN

Kustannuslaskennoissa käytimme Fore- nimistä ohjelmaa, josta piti valita oikea materiaali ja kuinka paljon kyseistä materiaalia tulee suunniteltavaan kohteeseen. Foressa on valmiina kaikki yksikköhinnat oikeassa muodossa eli metreinä, neliömetreinä, kuutiometreinä tai kappaleina riippuen tarvittavasta materiaalista, sillä esimerkiksi valaisinpylväät laitetaan kappaleina ja asfaltointi neliömetreinä. Osa määrästä saadaan suoraan tietokannasta, kuten leikkausmassat, penkereet ja täytöt. Osa määrästä joudutaan silti laskemaan käsin suunnitelmatiedoista, kuten esimerkiksi putket (metreinä) sekä asfaltin ja nurmetuksen pinta-alat.

Kaupungille ja HSY:lle pitää tehdä erikseen Espoon kohteista kustannuslaskennat ja määräluettelot. Kaikki voidaan sisällyttää saman laskentaan,

mutta siinä tulee näkyä välihinnat molemmille omanaan eli periaatteessa eri välilehdillä. HSY:lle tulee vesihuollon runkolinja sekä siihen liittyvät kustannukset, ja kaupungille tulee puolestaan kaikki muut katuun liittyvät kustannukset. Ohjelma laskee suoraan lisänä urakoitsijan, rakennuttamiseksi suunnittelutehtävien kustannukset. Kun kaikki materiaalit on laitettu ylös ja määrät niistä laskettu oikeisiin kohtiin, voidaan kustannuksista tulostaa suoraan määräluettelot ja kustannuslaskennat Foren avulla.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämä opinnäytetyö kattaa tavan, jolla katu- ja rakennussuunnitelmat toteutetaan Espoossa, ja mitä kaikkea se sisältää. Tavoitteena oli saada suunnitelmat tehtyä annetussa aikataulussa ja havainnoida, sekä kirjata siitä saatuja havaintoja. Edellä käytyjen suunnitelmien pohjalta kaupungin on mahdollisuus alkaa rakentamaan alueelle kyseistä kohdetta omassa aikataulussaan. Tavoitteisiin päästiin aikataulussa ja sen mahdollisti hyvin organisoitu projekti. Aikaa projektille oli varattu noin neljä kuukautta. Kesälomakausi venytti aikataulun syyskuuhun asti, joten kesällä minulla oli hyvin aikaa tehdä suunnitelmia valmiiksi. Aikataulu ei ollut muutenkaan kovin kiireellinen, joten työn olisi voinut mielestäni tehdä lyhyemmässäkin ajassa.

Pelkästään koulusta saaduilla tiedoilla ja taidoilla opinnäytetyön tekeminen olisi ollut erittäin haastavaa johtuen siitä, että koulussa kävimme läpi enemmän liikennesuunnittelua. Koulutusohjelma suuntautui liikennesuunnitteluun, joten katusuunnittelun läpikäyminen jäi vähäiseksi koulussa. Olisin toivonut, että koulusta olisi ollut mahdollisuus saada lisäkursseina tai sivuaineena katusuunnittelua tai vastaavia opintoja. Projektipäälliköltä sekä vanhemmalta ja kokeneemmalta suunnittelijalta sain tarvittavaa apua ja tukea suunnitelmien teossa.

Opinnäytetyön aihetta pidin mielenkiintoisena ja tärkeänä, koska se suuntautui oikeaan kohteeseen ja suunnitelmia käytetään kohteen rakentamiseen tulevaisuudessa. Tietomallinuksesta opin myös paljon uutta asiaa projektia tehdessä, koska en ollut perehtynyt siihen aikaisemmin juuri-kaan. Itse olin mallintanut 3d-putkia vain kerran aikaisemmin, joten tulevaisuuden kannalta sain tärkeää tietoa ja taitoa mallintamisesta. Projekti hyödytti kaikkia osapuolia, sillä tilaaja sai tarvittavat suunnitelmat ja toimeksiantaja sai tehtyä onnistuneen projektin. Suunnittelutyöstä sain paljon lisää kokemusta tulevaisuuden kannalta, joka auttaa minua eteenpäin alkavalla insinöörin urallani.

10 LÄHTEET

Civilpoint Oy. (2017) Novapoint- ohjelmistot. <https://civilpoint.fi> (viitattu 20.06.2017)

Espoon kaupunki. (2017) Espoon hulevesiohjelma
<http://www.espoo.fi/download/noname/%7B1B767BD6-EC1D-49D7-955A-01F073910D12%7D/35514> (viitattu 01.07.2017)

Helsingin kaupungin rakennusvirasto. (2011) Pihakatuohje.
<https://dev.hel.fi/paatokset/me-dia/att/bf/bf8f6d258848621338d56bbdf87ce940aa2ea6e3.pdf>
(viitattu 01.07.2017)

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. Vesihuolto 2014 verkostosuunnittelukäytännöt vol.2.

Hämäläinen, M. & Karvonen, P. 2006. Tien ja kadun suunnittelun prosessit – Tiensuunnitteluprosessi. Teoksessa Ojala, K. (toim.) RIL 165-2 Liikenne ja väylät II. Suomen Rakennusinsinöörienliitto RIL ry. Helsinki. 17-44.

Hörkkö, T. & Kajanen, J. 2009. Tietokoneavusteinen infrasuunnittelu. Teoksessa Junnonen, J-M. (toim.) Tietotekniikkaa hyödyntävä infrasuunnittelu. Rakennusteollisuuden Kustannus RTK Oy. Helsinki. 21-31.

Karhunen, M. 2006. Liikenteen ohjaus – Lainsäädäntö ja ohjeistus, Liikennemerkkit. Teoksessa Ojala, K. (toim.) RIL 165-2 Liikenne ja väylät II. Suomen Rakennusinsinöörienliitto RIL ry. Helsinki. 323-332.

Karttunen, E. (toim.), 2003. RIL 124-1-2003 Vesihuolto I. Suomen Rakennusinsinöörienliitto RIL ry. Helsinki.

Lehtonen, K. 2006. Rakenteiden suunnittelu – Kuivatus. Teoksessa Ojala, K. (toim.) RIL 165-2 Liikenne ja väylät II. Suomen Rakennusinsinöörienliitto RIL ry. Helsinki. 248-261.

Lehtonen, K., Belt, J. & Rönty, M. 2006. Rakenteiden suunnittelu – Teiden ja katujen päällysrakenteen suunnittelu. Teoksessa Ojala, K. (toim.) RIL 165-2 Liikenne ja väylät II. Suomen Rakennusinsinöörienliitto RIL ry. Helsinki. 185-207.

Ojala, K. 2006. Tien ja kadun suunnittelun prosessit - kadunsuunnitteluprosessi. Teoksessa Ojala, K. (toim.) RIL 165-2 Liikenne ja väylät II. Suomen Rakennusinsinöörienliitto RIL ry. Helsinki. 45-52.