KUSTANNUSTEHOKKUUDEN JA LAATU-VAATIMUSTEN OPTIMOINTI KADUN LIITTYMÄALUEIDEN MALLINNUKSESSA.

RAMBOLL JOENSUU CivilPoint Ohjelmistoja, joilla rakennetaan tulevaisuutta.

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	2
2.	PILOTTIKOHDE	2
3.	NYKYISIN KÄYTÖSSÄ OLEVAT OHJELMAT	3
3.1	Suunnittelu	3
3.2	Nykyohjelmistojen vertailu	5
3.2.1	Novapoint	5
3.2.1.1	Liittymän luonti -menetelmä	6
3.2.1.2	Kaksi väylämallia -menetelmä	7
3.2.2	Tekla Civil	8
3.2.2.1	Väylä ja alue –menetelmä	8
3.2.2.2	Kaikki kadun osa-alueet aluerakenteena –menetelmä	9
3.2.3	Bentley	10
3.2.4	Autodesk civil 3D	17
3.3	Työmaa	19
3.3.1	Pintamallit	19
3.3.2	Geometrialinjat	20
3.3.3	Linjat	20
3.3.4	Pisteet	22
3.3.5	Taustakartta	24
3.3.6	Varoitustoiminto	24
4.	SUUNNITTELUMENETELMIEN TESTAUS	24
4.1	Yleistä	24
4.2	Parametrinen suunnittelu	24
4.2.1	Kolmihaaraliittymä	24
4.2.2	Nelihaaraliittymä	27
4.3	Aluemainen suunnittelu	29
4.4	Suunnitelmamenetelmien testauksen johtopäätökset	30
5.	JOHTOPÄÄTÖKSET	30
5.1	Pohdintoja	30
5.2	Kehitystarpeet YIV ohjeisiin	32

1. JOHDANTO

Kadun liittymäalueiden mallinnus poikkeaa huomattavasti tien liittymäalueiden mallinnuksesta. Liittymien määrä katuhankkeissa verrattuna tiehankkeisiin on moninkertainen ja niiden painoarvo koko suunnittelussa on huomattava. Katualueella kuivatuksen suunnittelu on erityisen tärkeää ja liittymien mallinnus on pienipiirteisempää kuin tieväylillä. Usein katualueella on moni laitteita sekä johtoja, jotka osaltaan vaikeuttavat mallien laadintaa.

Nykysuunnittelu perustuu poikkileikkauksiin. Poikkileikkausperusteinen mallintaminen ei taas sovi liittymäalueille ja niiden mallintaminen tulisi muuttaa aluemaisten kohteiden mallintamiseksi. Nykyohjeistus (YIV yleiset inframallivaatimukset) ei huomioi katualueella tapahtuvaa suunnittelua vaan on keskittynyt enemmän tieväyliin. Kysymykseksi nousee mallipohjaisen suunnittelun ja tietomallipohjaisen luovutusaineiston eroavaisuudet. Pienipiirteisessä ympäristössä luovutusaineistojen tuottaminen on haastavaa eikä ole täysin yksikäsitteistä mikä aineisto palvelee parhaiten rakentamisvaihetta ja rakenteen elinkaarta.

Kokeilun tavoitteena on nopeuttaa liittymäalueiden mallinnuksen prosessia noin 50 % sekä löytää oikea laatuvaatimus liittymäalueiden mallinnukseen. Nykyprosessin laatuvaatimus on kireä, joka aiheuttaa joko ylilaatua tai aikahäviötä, eikä tuota lisäarvoa toteutuksessa. Konkreettinen tavoite on kadun liittymäalueiden laatukriteerien täsmentäminen. Työssä suunniteltiin liittymäalueita eri laatuvaatimuksilla sekä työkaluilla optimaalisen ratkaisun löytämiseksi siten että prosessissa syntyvä hukkaa pyrittiin minimoimaan.

Pilottikohteena on Joensuun kaupungin uusi Haapajoen asuinalue ja sen katujen suunnittelu. Osapuolina pilotissa ovat Joensuun kaupunki, suunnittelijana Ramboll Finland Oy sekä ohjelmistotoimittajana Civilpoint Oy. Pilotti aloitettiin 6/2017 ja se päättyi 11/2017.

Pilotin projektiryhmä koostui seuraavista henkilöistä:

- Tapio Niemeläinen, Joensuun kaupunki
- Pasi Sairanen, Joensuun kaupunki
- Mikko Honkonen, Joensuun kaupunki
- Ari Varonen, Joensuun kaupunki
- Eero Lyytikäinen, Civilpoint Oy
- Tuomas Hörkkö, Civilpoint Oy
- Mikko Ruokolainen, Ramboll Finland Oy
- Panu Putkonen, Ramboll Finland Oy
- Tuomas Turunen, Ramboll Finland Oy
- Tiina Perttula Ramboll Finland Oy

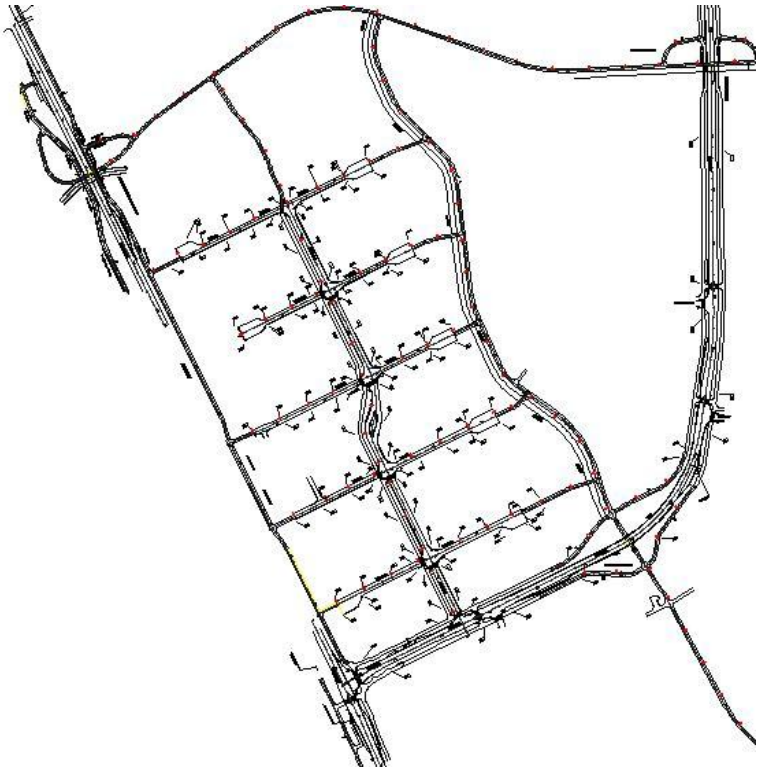
Projektiryhmä kokoontui neljä kertaa pilotin aikana. Tämän lisäksi pidettiin kolme työkokousta pienemmällä ryhmällä.

Pilotti on osa KIRA-digi hanketta. KIRA-digi toteuttaa julkisten palveluiden digitalisoimisen kärkihanketta.

2. PILOTTIKOHDE

Ohjelmisto- ja työtapatestaukset suoritettiin hyödyntäen suunnitteluaineistoa Joensuun kaupungille tehtävän Haapajoen 2018 asuinalueen suunnitteluprojektista. Tämä mahdollisti testauksen ja kokeilut sekä vertailut aidolla aineistolla, ja samalla saatiin edistettyä osaltaan myös hankkeen suunnittelua.

Haapajoen 2018 suunnittelukohde sisältää 11 katua ja liittymät nykyisiin ympäröiviin väyliin sekä alikulkukäytäviä 4 kappaletta. Suunnittelutyöhön sisältyy katujen ja vesihuollon rakentamissuunnitelmat. Suunnittelualueelle oli tehty aikaisemmassa vaiheessa yleissuunnitelma kaavoitusta varten. Katusuunnittelu suoritettiin Novapoint ohjelmistolla tilaajan palvelin projektina. Kadut suunniteltiin väylittäin väylämalleina. Väylämallit tuotettiin rakennekerroksineen ja pohjan muotoiluineen Joensuun kaupungin ohjeistuksen mukaisesti.



Kuva 1: Haapajoen 2018 suunnittelualue

3. NYKYISIN KÄYTÖSSÄ OLEVAT OHJELMAT

3.1 Suunnittelu

Katujen suunnittelu suoritetaan yleensä mallipohjaisilla suunnitteluohjelmistoilla. Suunnitteluun on tullut kasvavissa määrin lisää vaatimuksia suunnitelmien tarkkuuden ja tiedonsiirron osalla. Nykyisin ei enää riitä, että suunnitelmat kattavat piirustuksin esitetään vain rakennettavien rakenteiden tai näkyvän osan sijainti, vaan nykyään suunnittelu järjestelmän oletetaan tuottavan kaiken suunnitellun materiaalin aukottomasti kaiken kattavassa siirtotiedostossa ilman tiedon häviämisen vaaraan. Samalla suunnitelmien tarkastelu on siirtynyt kohti mallien havainnointia sähköisesti kolmiulotteisesti. Samalla myös rakentamisen järjestelmät ovat kehittyneet käyttämään kolmiulotteista digitaalista aineistoa.

Vaikka mallipohjainen suunnittelu on ollut jo pitkään käytössä, on suunnitelma-aineiston toimittamisessa työmaalle ollut epäselvää ja käytännöt vaihtelevia. Seuraavia kehitystä vaativia kohteita voidaan helposti listata:

- Aineiston laajuus ja tarkkuus
- Vastuukysymykset
- Formaatit (ohjeistus / käytäntö)

Suunnitteluohjelmistosta riippumatta voitaneen todeta, että jokin osavaihe suunnittelussa tai tiedonsiirrossa tapahtuu toisella helpommin ja joku toinen osa taas toisella.

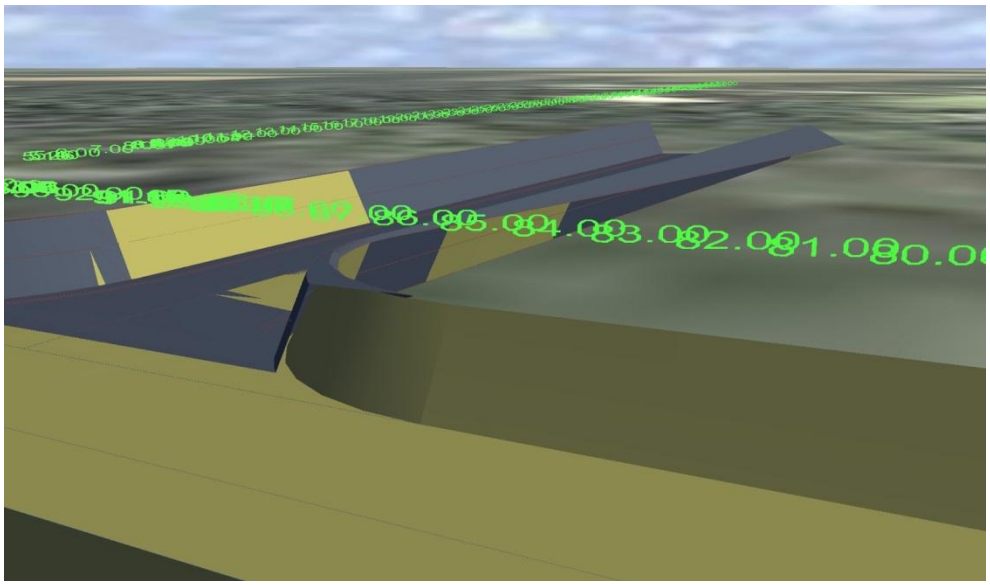
Valitettavasti suunnittelumalleja joudutaan käyttämään myös suoraan toteutusmallien laadinnassa. Tästä johtuu, että toteutusmallit sisältävät usein kaikki suunnittelumallien varaukset, mitä suunnittelun aikana joudutaan ottamaan huomioon. Toteutusmallien laadinnassa olisi hyvä pystyä yksinkertaistamaan suunnittelumallia toteutusta ajatellen.

Tällä hetkellä rakennussuunnittelussa painottuu ns. koneohjausmallien laatiminen suunnittelun jälkeen mittausaineiston teon yhteydessä. Koneohjausmallien laadinnassa korostuu liittymäalueiden mallintaminen. Aikaa vie erityisesti eri rakennekerrosten yhteen liittäminen. Ilmeisesti kaikki suunnitteluohjelmat osaavat tehdä väylän yläpinnan vaadittavalla tarkkuudella ja sen luominen onnistuu helposti. Lähinnä eroja tulee siitä, miten laskenta suoritetaan sisäkaarteissa siten, että laskenta tapahtuu myös rakenteiden osalta oikeaan suuntaan (Jos rakennetta ratkaistaan kohtisuoraan mittalinjaan nähden, aiheutuu helposti epätarkkuutta esimerkiksi liittymäkaarteissa).

Liittymän pintojen tuottamisessa (koneohjausmallien laadinnassa) voidaan käyttää eri ohjelmistoja ja Rambollissa on pääsääntöisesti käytössä Trimble Novapoint ohjelmistoperheen NP-ohjelmat. Katusuunnittelua ja mallintamista tehdään myös käyttäjäkohtaisesti Bentley -tuotteilla, Tekla Civil ja Fiksu ohjelmistoilla tapauskohtaisesti sekä aineistojen tarkistusta ja luovutusaineiston tuottamista pelkällä Autocad ja 3D-Win ohjelmistolla.

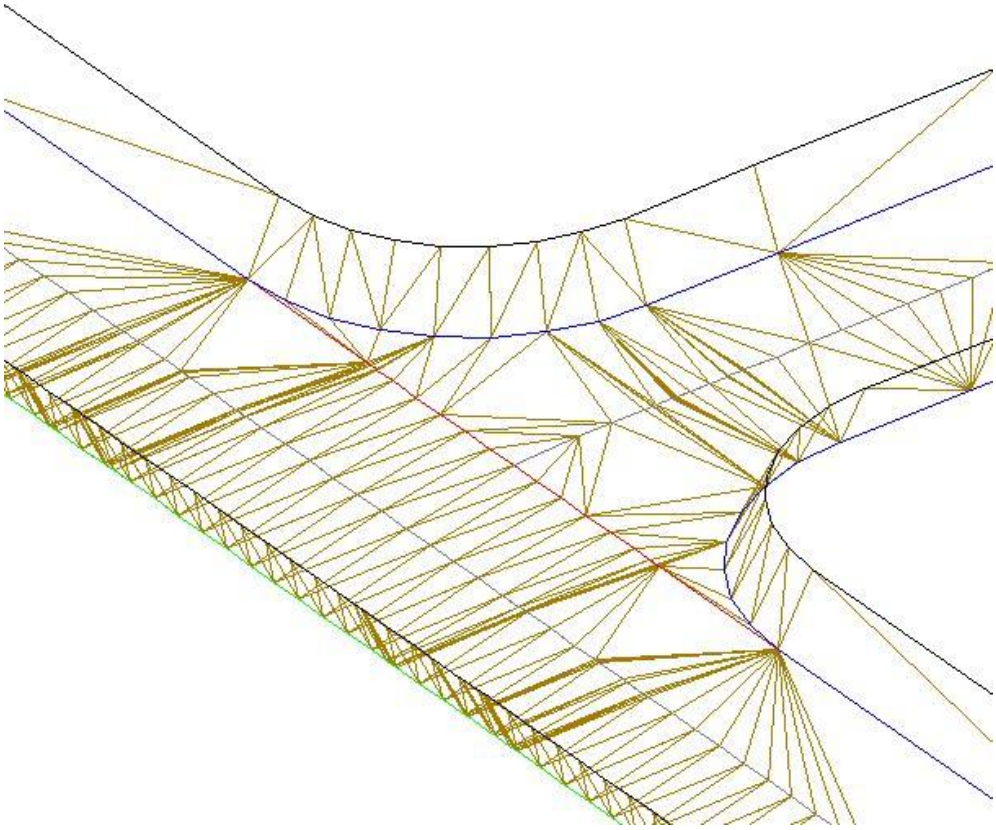
Liittymien mallintamisessa tulee erottaa kaksi osa-aluetta; liittymän suunnittelu ja liittymän mallintaminen rakentamista varten. On todettava, että ohjelmistot yksinään eivät liittymää suunnittele, vaan toteuttavat suunnittelijan osaamisen toteutusta varten. Liittymän suunnitelman pukemisessa digitaaliseksi malliksi vaatii yleensä hieman enemmän työtä kuin pelkästään pinta-alan mukaisesti voisi ajatella. Suunnittelu vaatii myös väyliin liittyvien jalkakäytävän sekä pyöräteiden rakenteiden liittymisen saumattomasti toisiinsa. Tämä johtaa usein siihen, että väylämalleja joudutaan säätämään monimutkaisesti ja pieniä muutosalueita ei mallinneta. Yleensä reunakivien madallukset tms. jätetään mallista pois (huomioiden kuitenkin malliselostuksessa).

Joensuun tapauksessa tärkeimpänä asiana tarkasteltiin liittymäalueilla kaivumallin kuvautumista siten, että tarvittava ulottuma reunakivilinjasta maalaatikon pohjan uloimman nurkan kohdalla täyttyy. Kuvassa 2 on eri värein havainnollistettu laskentamenetelmän vaikutusta liittymäkaaren alueella.



Kuva 2: Esimerkkitapaus liittymän kaivumallista

Kuvassa 3 on havainnollistettu yksinkertaisen liittymän kaivumallia, jossa liittymän kaivumalli on täydennetty liittyvien katujen kaivumalleista käyttäen yksinkertaisesti geometrian laskentaa väylän pohjan kaarteissa (sininen viiva)



Kuva 3 Esimerkkitapaus liittymän taiteviivoista ja kaivumallin pinnasta

Kuvasta huomaa esimerkin valossa, että mallien saaminen YIV:n mukaiseen kauniisti ja tasavälein kolmioituvaksi vaatii taiteviivojen käsittelyä esimerkiksi 3D-win ohjelmistolla.

Tämän hetken suurimpana puutteena ohjelmiston (Trimbe Novapoint) osalta on ohjelman laskentaperiaatteen toiminnan joka ei hallitse taiteviivoja.

Edellä olevassa on kiinnitetty paljon huomiota liittymä alueiden laskentatarkkuuteen, joka tosin vaikuttaa myös massamääriin ja pohjan kuivatukseen, mutta on myös olemassa kohteita, joissa laskentamenetelmä antaa hieman virheellisen tuloksen. Poikkisuuntaan laskettaessa väylän päättyminen tai levennykset yms. aiheuttavat virheitä, tosin pienempiä

3.2 Nykyohjelmistojen vertailu

Pilotoinnissa vertailtiin liittymien suunnittelua eri ohjelmistoilla. Pilotoinnin tarkoituksena oli kiinnittää huomiota ohjelmistojen mallinnuslogiikkaan eikä laittaa ohjelmia paremmuusjärjestykseen. Vertailu suoritetiin neljällä Suomessa yleisesti käytössä olevalla suunnitteluohjelmistolla.

- Trimblen Novapoint
- Trimblen Tekla Civil
- Bentleyn Inroads
- Autodeskin Civil 3D

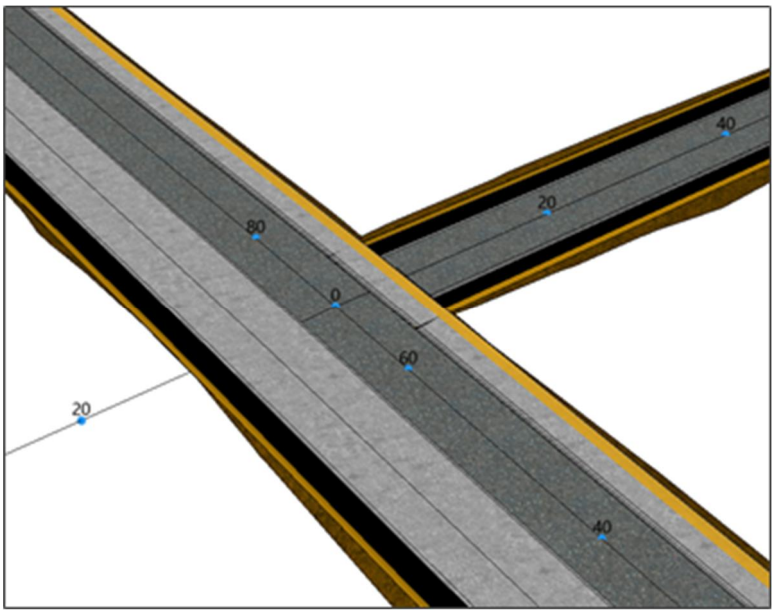
3.2.1 Novapoint

Novapoint suunnitteluohjelmistossa on kaksi vaihtoehtoista menetelmää mallintaa katualueiden liittymiä. Menetelmät ovat liittymän luonti -toiminto sekä kaksi väylämallia -menetelmä.

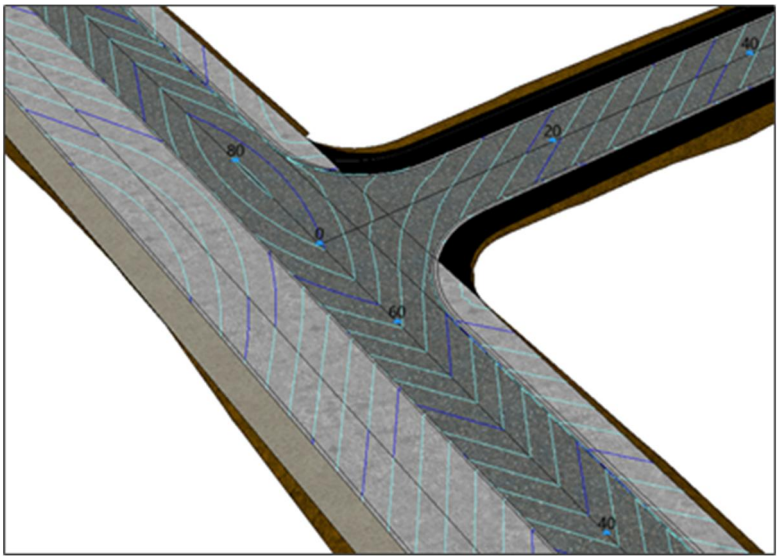
3.2.1.1 Liittymän luonti -menetelmä

Menetelmässä valitaan sivutie- ja päätie, toiminto luo liittymäkaarien geometriat, kiinnittää ne väylämalleihin ja asettaa mallien rajaukset. Työkalu yhdistää ylimpien pintojen halutut pinnat (mm. ajorata, piennar) käyttäjän määrittämällä kaarresäteellä ja rajaa mallit automaattisesti. Menetelmä on nopea käyttää, jos liittymäkaarien geometriat saadaan laskettua valittujen pintojen välille, mutta mikäli annettuja liittymäkaarien säteitä ei voida käyttää väylän pinnoissa (esim. olemassa olevien geometriakiinnitysten osalta), saattaa käyttäjän olla vaikea paikallistaa ongelma.

Menetelmässä väylämallit ovat edelleen itsenäisiä, joten käytettävissä ei ole esimerkiksi yhtenäistä alinta yhdistelmäpintaa. Lisäksi väylämallin pinnat lasketaan suorakulmaisesti mittalinjaan, joten ojien hallintaan on vielä luotava linjakiinnityksiä.



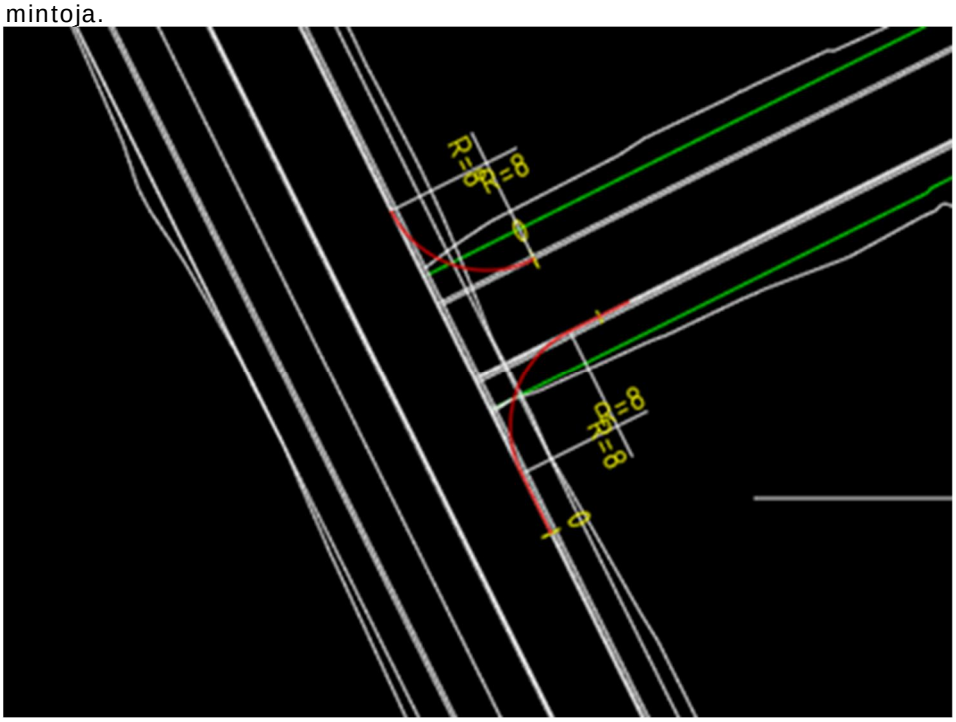
Kuva 4 Liittymänluonnin alkutilanne. Päätie- ja sivutie ovat suunniteltu itsenäisinä kokonaisuuksina.



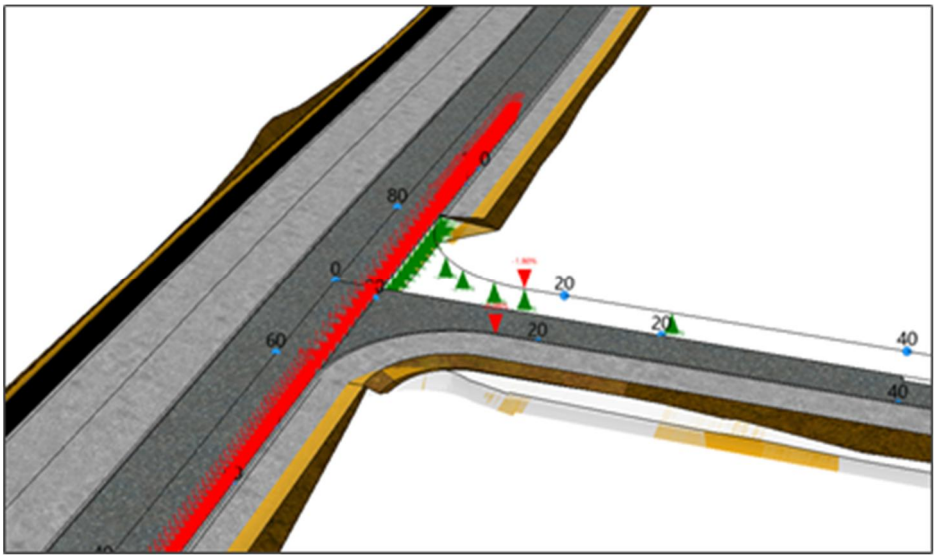
Kuva 5 Valmis liittymä ja sen tasauksen korkeuskäyrät.

3.2.1.2 Kaksi väylämallia -menetelmä

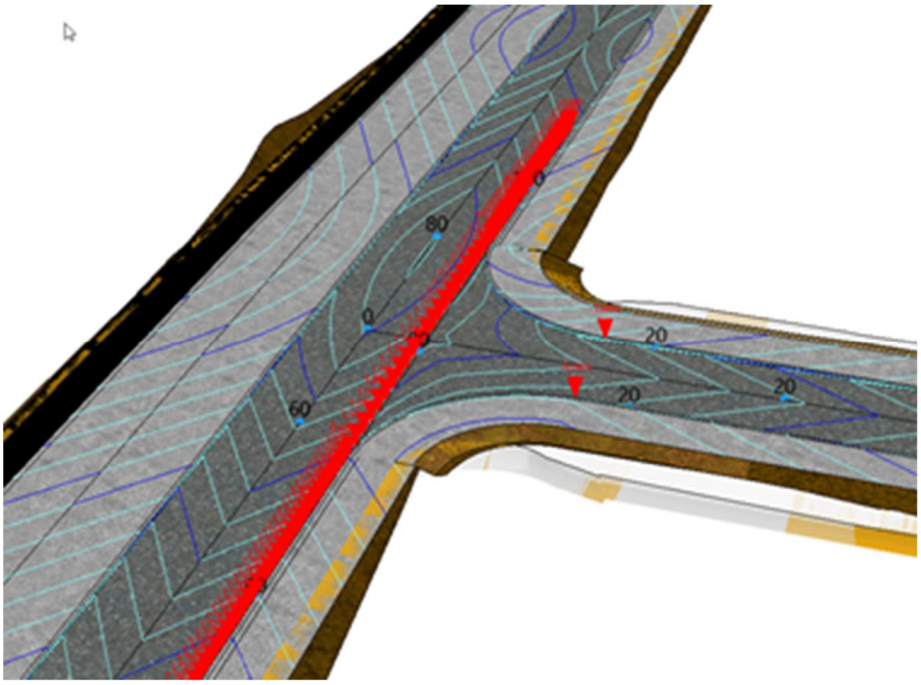
Käyttäjä luo käytettävät liittymäkaarien geometriat geometrian suunnittelussa väylämallien perusteella. Pääväylän laskenta tulee rajoittaa halutulla paaluvälillä. Sivukatu muodostetaan kahdesta rinnakkaisesta väylämallista, hyödyntäen reunalinjoja ja pääväylän laskennan perusteella tuotettua liittymäkaaren geometriaa (esim. asfaltin reuna) sekä sivukadun mittalinjaa. Menetelmässä väylämallit ovat edelleen itsenäisiä, mutta sivutien väylien hallinta on helpompaa. Toteutusmallien taiteviivojen luonti tapahtuu manuaalisesti käyttäen NP Finnish Value Pack:in toimintoja.



Kuva 6 Liittymäkaaret suunnitellaan väylämallien perusteella geometrian suunnittelussa tai liittymätyökalujen avulla (kaariyhdistelmät)



Kuva 7 Sivutie muodostetaan kahdesta rinnakkaisesta väylämallista. Aikaisemmin suunniteltu liittymäkaari (esim. päällysteenreuna) toimii mittalinjana.



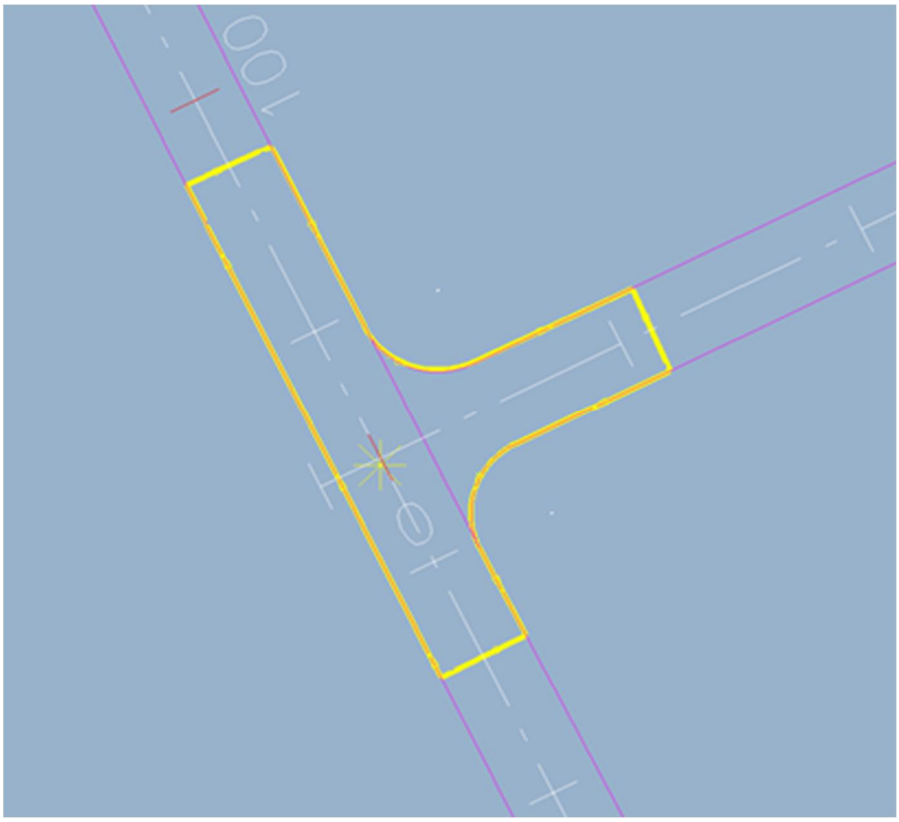
Kuva 8 Valmis liittymä ja sen tasauksen korkeuskäyrät.

3.2.2 Tekla Civil

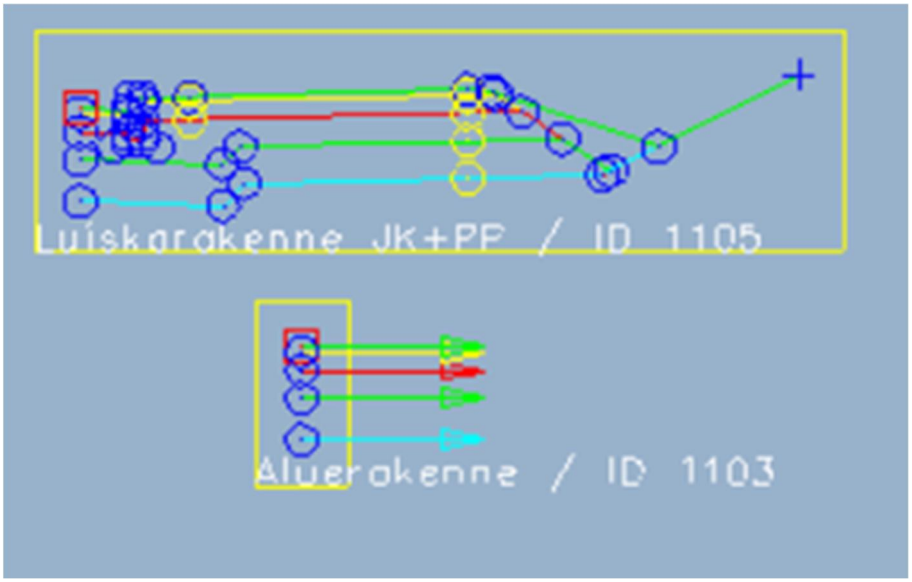
Tekla Civil -suunnitteluohjelmistossa on kaksi vaihtoehtoisia tapaa mallintaa katualueiden liittymiä. Molemmat menetelmät perustuvat aluemaiseen rakenteeseen.

3.2.2.1 Väylä ja alue –menetelmä

Väylä ja alue menetelmässä katuosuudet, joissa ei ole liittymiä mallinnetaan väylärakenteena ja liittymien kohdat aluerakenteena. Liittymien tasaus suunnitellaan alueen reunalinjan avulla. Reunalinjoihin voidaan lisätä luiskarakenteet, jotka voivat sisältää esimerkiksi jalankulku- ja pyöräteiet



Kuva 9 Liittymäalue keltaisena ja kadut omina osuuksinaan. Kadun väylärakenne päätetään liittymäalueen reunaan.

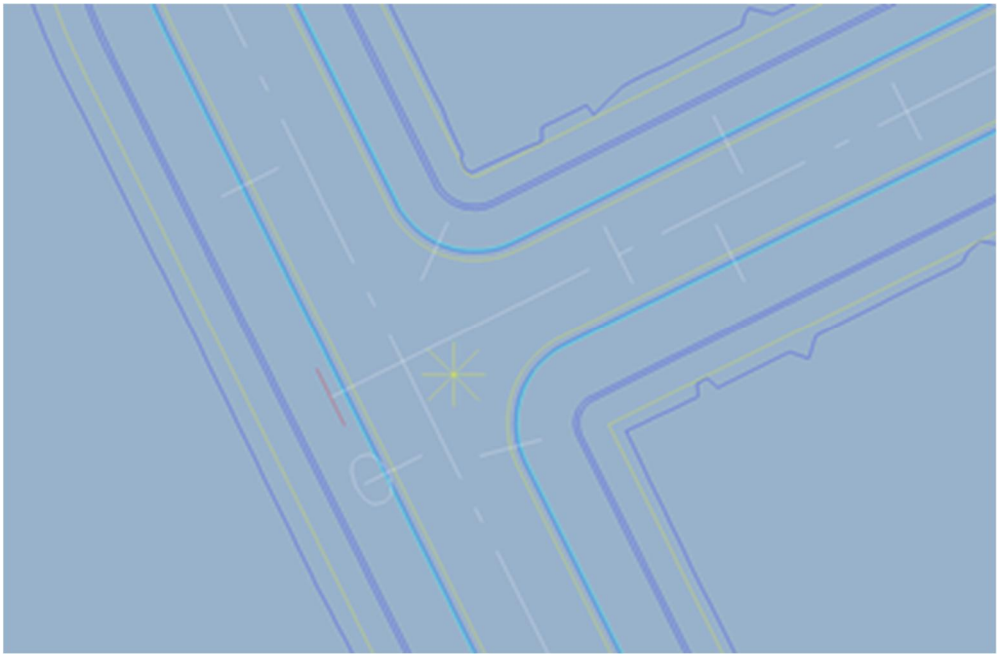


Kuva 10 Aluerakenne sisältää vain rakennekerrokset pintoina. Luiskarakenteessa on esimerkiksi reunakivi, JK+PP väylä, välikaista, piennar sekä luiskat.

3.2.2.2 Kaikki kadun osa-alueet aluerakenteena –menetelmä

Kadut alueina menetelmässä kaikki katualueen osat, joissa on samanlaiset rakennekerrokset, mallinnetaan yhtenä isona alueena. Myös liittymät mallintuvat luontevasti yhtenäisinä alueina. Alueen reunaketjuihin voidaan kytkeä erityyppisiä rakenteita esimerkiksi erilevyisiä jalankulku- ja pyöräteitä tai välikaistoja. Tarvittaessa myös esimerkiksi liittymäalueen odotustilat tai saarekkeet voidaan mallintaa omina alueinaan. Alueen tasaus perustuu alueen reunaketjun tasaukseen.

Kuva 11 Kadut sekä sen eri osa-alueet ovat yhtenäistä aluetta, jolla on sama rakennetyyppi.

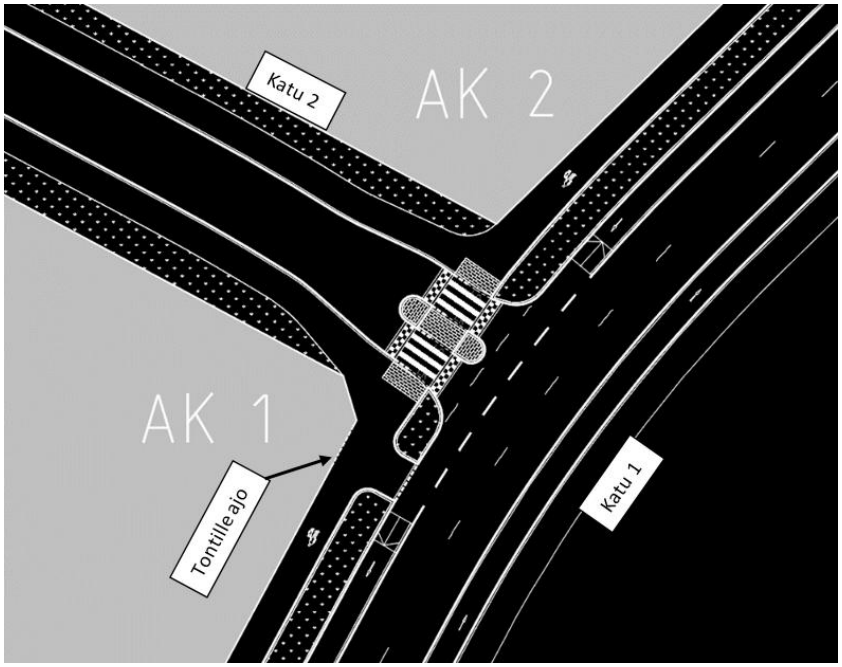


Kuva 12 *Liittymäalue muodostuu luontaisesti yhtenäiseksi, kun katualueen ajorata on yhtenäistä aluetta. Alueen reunalinjoihin voidaan kytkeä erityyppisiä rakenteita.*

3.2.3 Bentley

Testaustapauksessa liittymän mallintaminen alkaa rakennussuunnitelmasta, jossa pienempi katu (Katu 2) liittyy isompaan katuun (Katu 2). Isommassa kadussa on yksisuuntaiset pyörätiet molemmin puolin ajorataa ja toisella puolella istutuskaista. Nykyiset rakennukset (AK 1 ja AK 2) rajaavat isomman kadun jalkakäytävän leveyttä ja korkoja.
Liittymässä on:

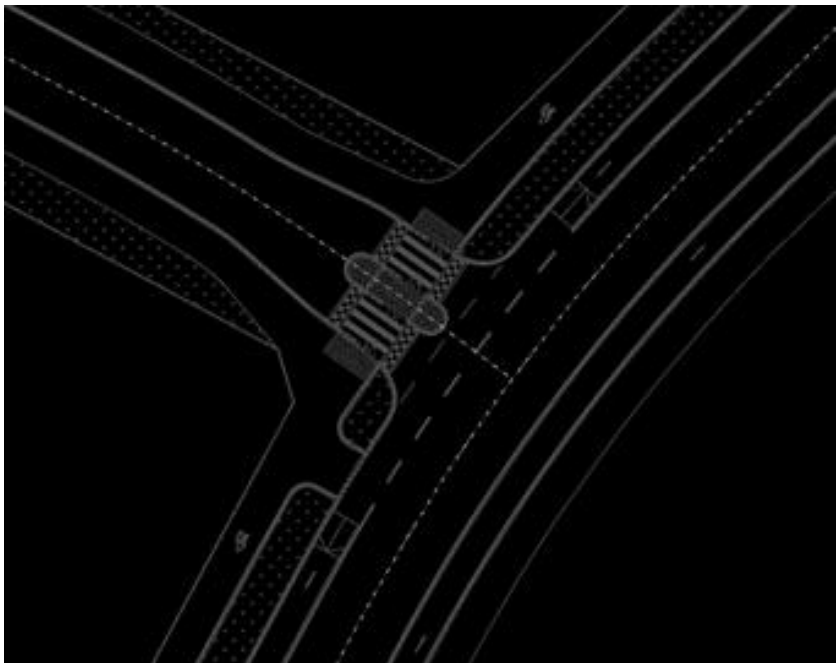
- Korotettu suojatie saarekkeella
- Yksisuuntaisia kolmitasopyöräteitä
- Viherkaistoja
- Nykyisiä rakennuksia (AK 1 ja AK 2)
- Tontille sisäänajo rajaamassa korkeuksia AK 1:een



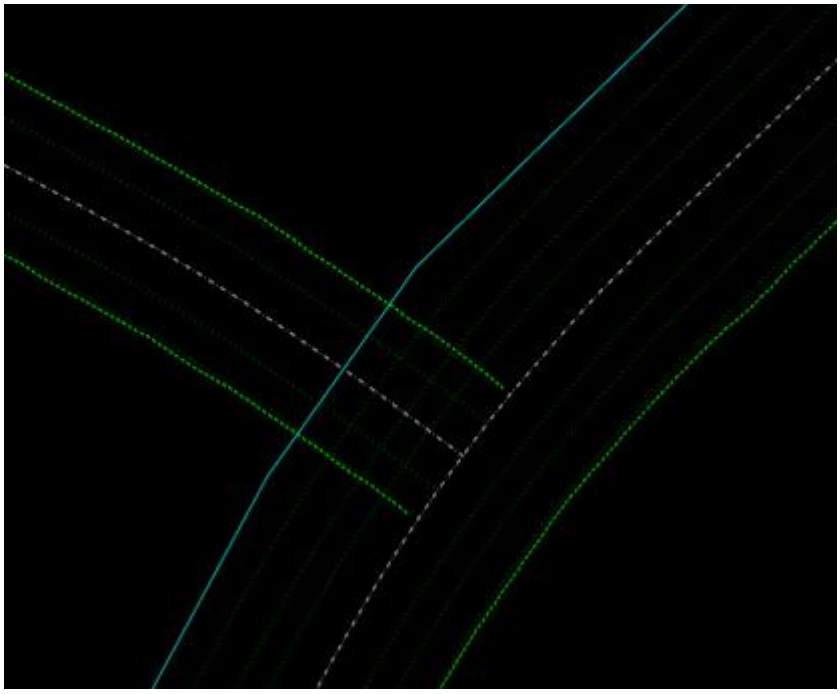
Kuva 13 Suunnittelun lähtötilanne

Liittymän suunnittelu alkaa linjaamalla teiden harjojen mukaiset mittalinjat (kuva 14).

Tämän jälkeen katujen tasaukset suunnitellaan varmistaen, että tasaukset kohtaavat risteyskohdassa. Molemmista katujen suunnitelluista yläpinnoista tehdään poikkileikkausmallit, määrittäen samalla ajoratojen, pyöräteiden sekä jalkakäytävien leveydet, reunatukien korkeudet yms. Poikkileikkausmallit “kuljetetaan” katujen mittalinjojen läpi, luoden mittalinjasta riippuvat linjaukset reunatuki-, taite- ja reunalinjoille. Riippuvat linjat tietävät ottavat korkeutensa suhteessa mittalinjaan, joten ne sisältävät jo 3D-tietoa. (Kuva 15)

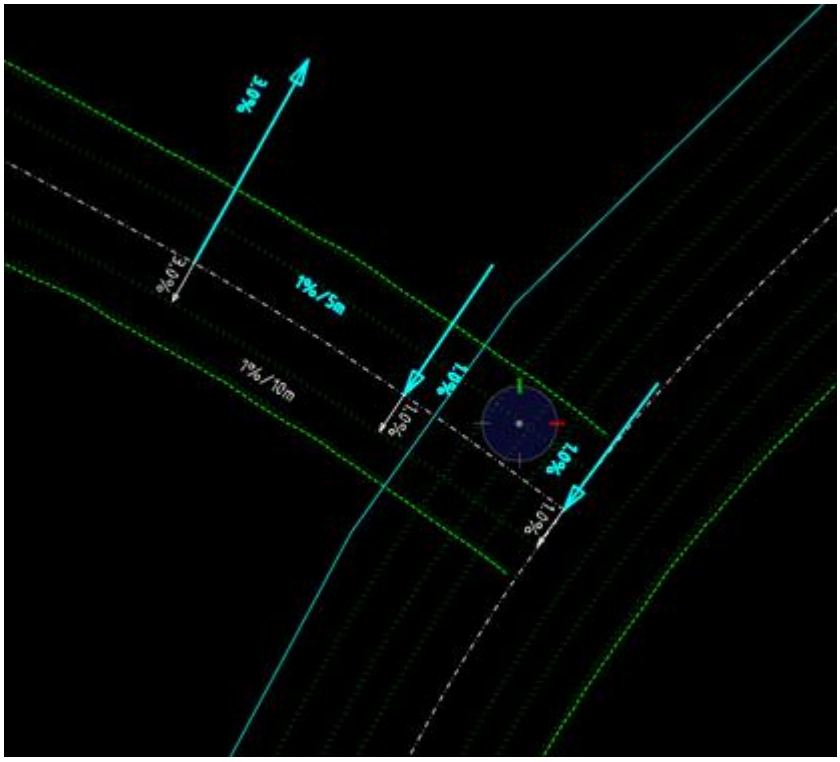


Kuva 14 Katujen mittalinjat linjattu



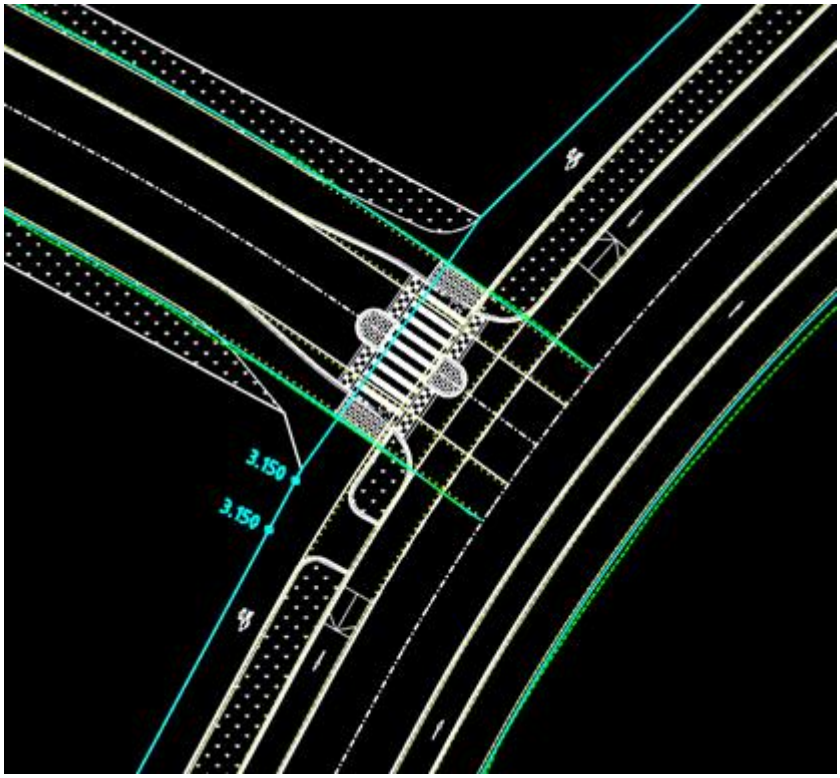
Kuva 15 *Riippuvat linjat piirretty. Sininen reunalinja kulkee rakennusten reunoja pitkin, johon saakka jalankulkukaista levennetään.*

Seuraavassa vaiheessa pienemmän kadun ajoradalle lisätään muutos sivukaltevuuteen, jotta ajoradan tasaus yhdistyisi isomman kadun kanssa saumattomasti. Kaltevuus tulee isomman kadun pituuskaltevuudesta. (kuva16)



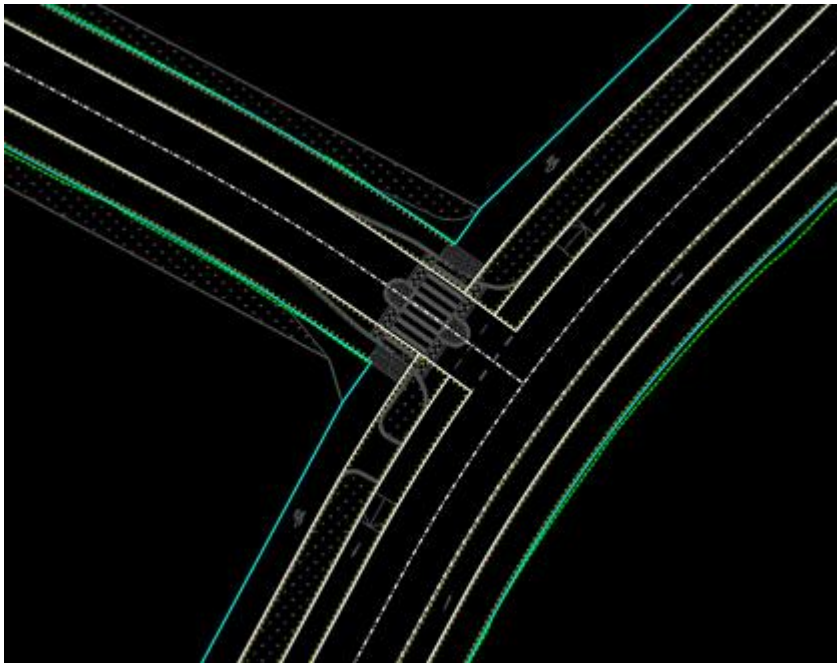
Kuva 16 *Pienemmän kadun ajoradan sivukaltevuus muuttuu kolmella prosentilla harjakaltevasta yhdellä prosentilla tasakaltevaksi*

Jalkakäytävän reunalinjalle on lisätty tontille ajon kohdalle vaaditut korkeudet. Reunakivien ja muut taitteiden 3D-elementit luodaan linjoista. (kuva 17)



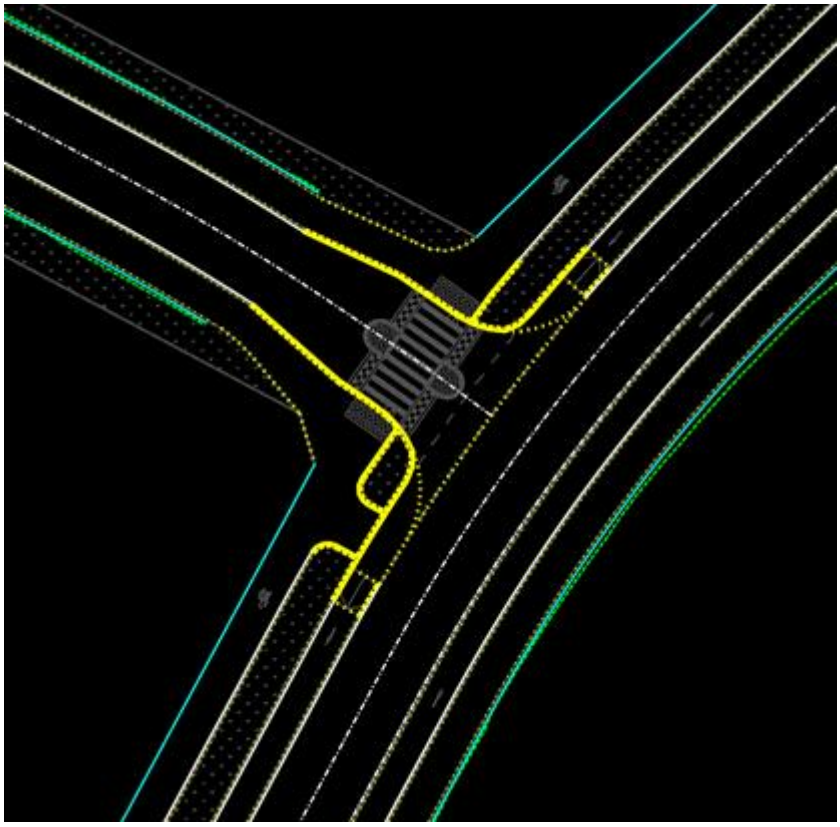
Kuva 17 Rakennukseen tontille ajon korkeus on 3.15 metriä merenpinnasta. *Alustavat 3D-elementit luotu.*

Isomman kadun 3D-elementit katkaistaan pienemmän kadun kohdalta ja pienemmän kadun linjat karsitaan tarpeeksi kaukaa, jotta molempien katujen linjat saadaan yhdistettyä toisiinsa rakennussuunnitelman mukaisesti. (kuva 18)



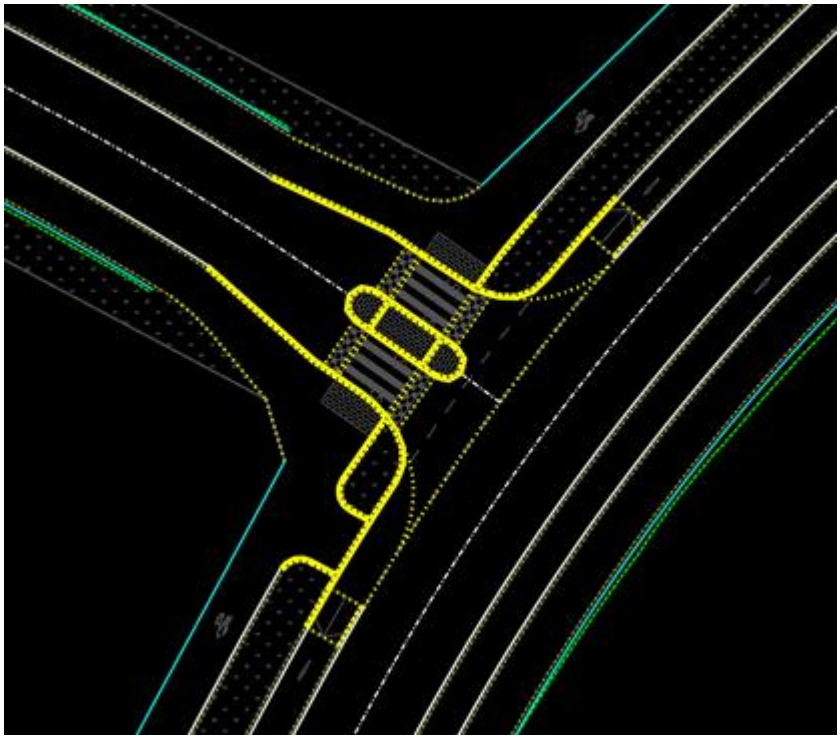
Kuva 18 3D-elementit osittain karsittu.

Liittymään lisätään puuttuvat 3D-elementit noudattaen aiemmin määrättyjä kadun kaltevuuksia, yhdistyen toisen kadun 3D-elementteihin (Kuva 19)



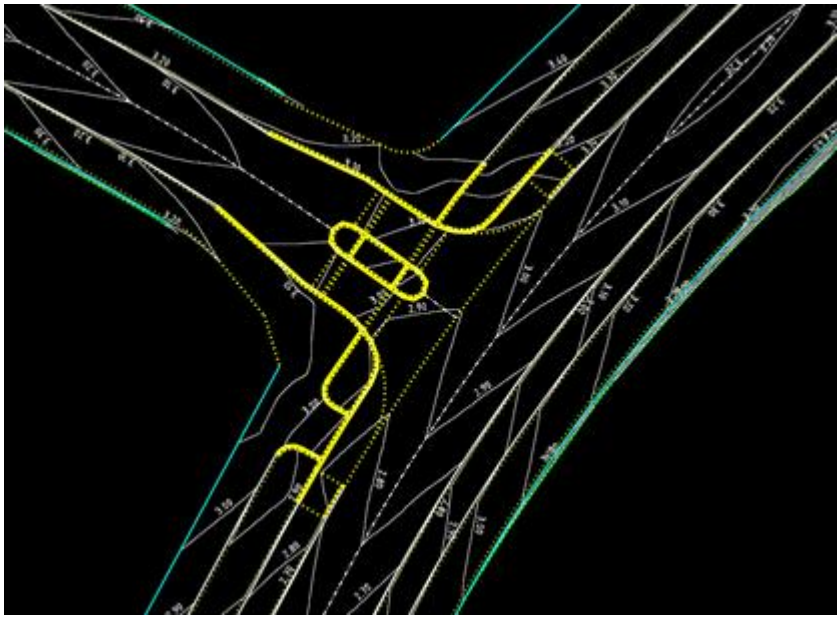
Kuva 19 *Liittymän taiteviivat (keltaisella) lisätty.*

Suojatien korotuksen ja saarekkeen 3D-elementtien lisäys (tämä ja aiempi vaihe sisältävät käytännössä 50 % tai enemmän liittymän mallintamisen työmäärästä). (Kuva 20)



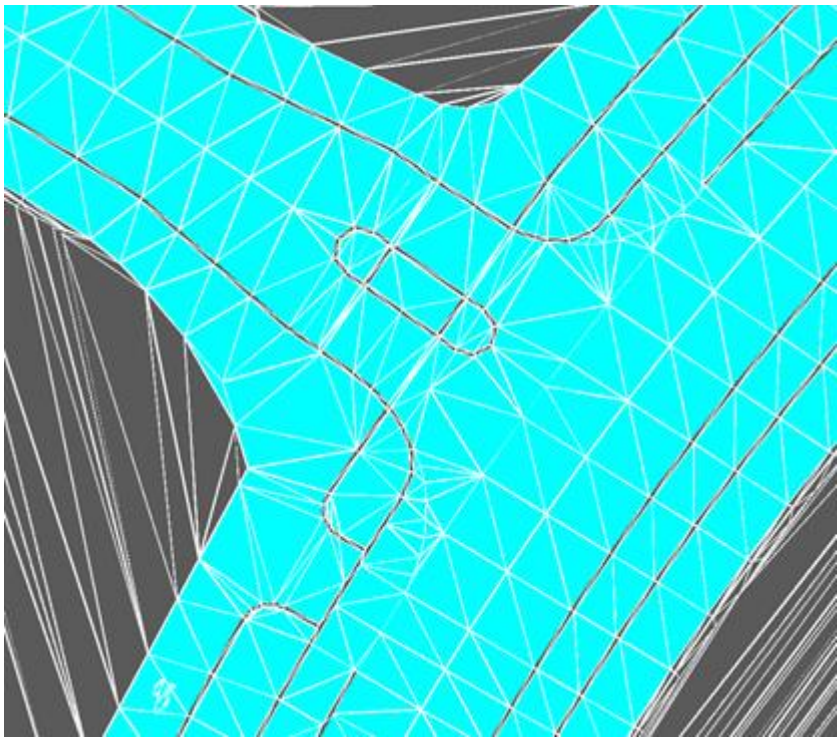
Kuva 20 *Saarekkeen 3D-elementit lisätty.*

Liittymän ylin yhdistelmäpinta luodaan kolmioimalla kaikki 3D-elementit. Yhdistelmäpinnalla saadaan mm. korkeuskäyrien esitys.(kuva21)



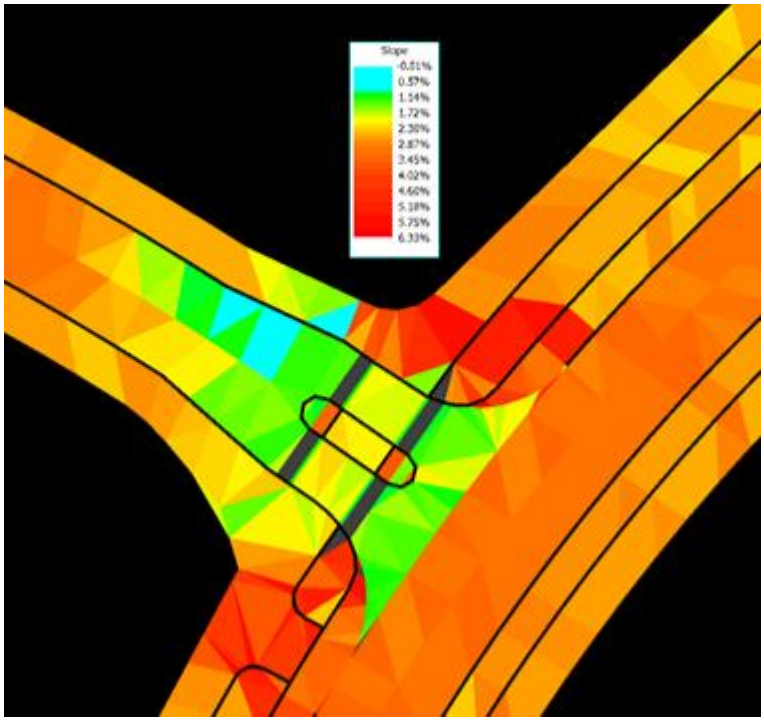
Kuva 21 10 cm välein näkyvät korkeuskäyrät havainnollistavat liittymän tasausta.

Turhat kolmiot karsitaan, tuloksena siistimmät kolmioverkosta tehdyt esitykset (kuva22).



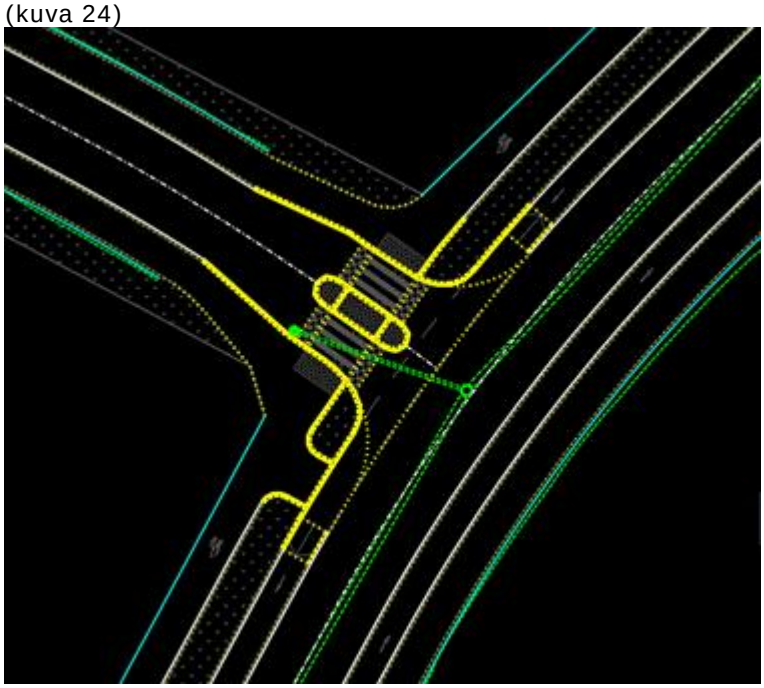
Kuva 22 Liittymäalueen lopullisen kolmioverkon tasokuva.

Liittymän pinnan kaltevuus tarkastellaan. Pienemmällä kadulla turkoosi alue varoittaa liian pienestä kaltevuudesta, mutta tasauskuvannosta käy ilmi, että pituuskaltevuus on kohdassa tasan 1 %. Liian pieni vietto on siis teoreettinen eikä pitäisi käytännössä aiheuttaa talvella jäistä aluetta. (kuva23)

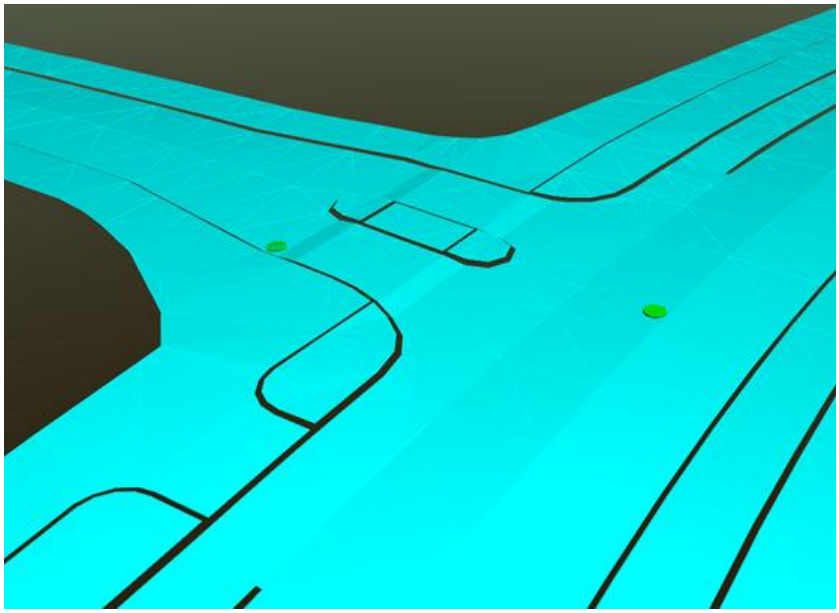


Kuva 23 *Kolmioverkosta tehty kaltevuusesitys.*

Hulevesijärjestelmät mallinnetaan paikoilleen. Huleveden päälinja kulkee isomman kadun mukaisesti. Ritiläkaivo lisätään suojatiekorotuksen eteen, johon muuten muodostuisi 10 cm lammikko. (kuva 24)



Kuva 24 *Ritiläkaivo sijoitettu ja yhdistetty hulevesijärjestelmän päälinjaan.*



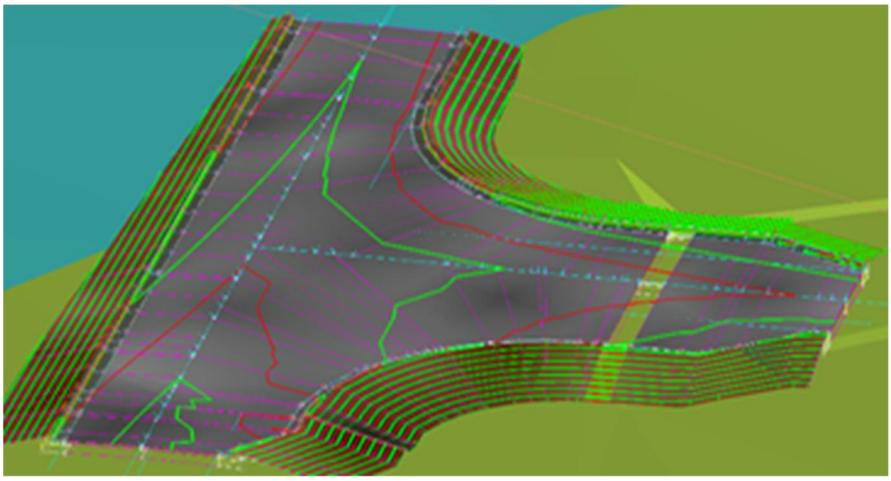
Kuva 25 *Liittymäalueen lopullinen ylimmän yhdistelmäpinnan kolmioverkko.*

3.2.4 Autodesk Civil 3D

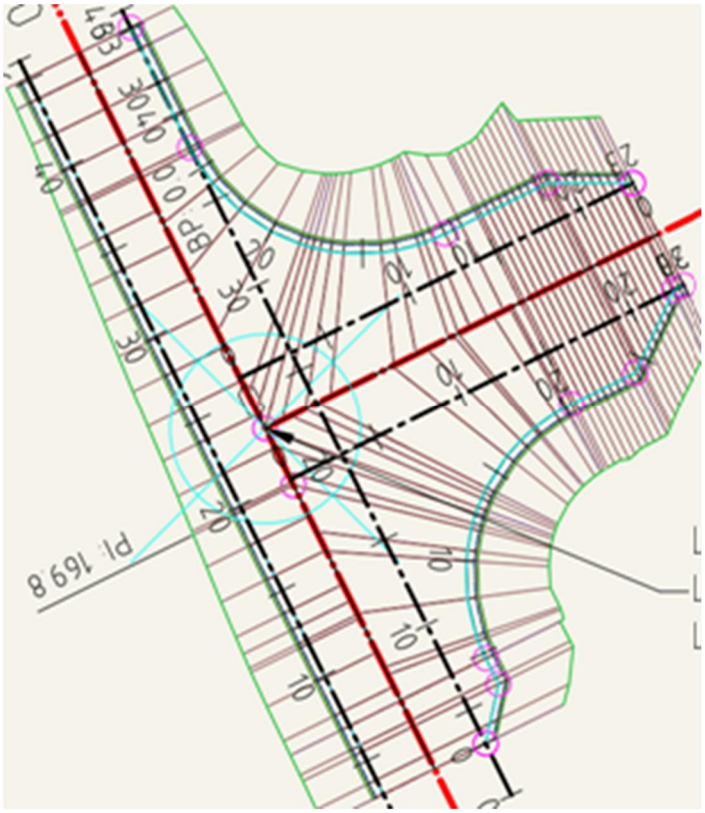
AutoCAD Civil 3D -ohjelmassa liittymän suunnittelu voidaan tehdä 2D tai 3D:nä. Ennen 3D-liittymän luontia pitää muodostaa vaaka- ja pystygeometriat. Liittymän suunnittelu tapahtuu liittymäsuunnitteluavustajan (Wizard) avulla.

Aluksi valitaan päägeometriat. Sen jälkeen luodaan muut geometriat, kuten reunageometriat suunnittelijan antamien parametrin mukaan. Annettujen parametrien mukaan Civil 3D kiinnittää valitut tyyppipoikkileikkaukset pää- ja reunageometrioihin. Tarvittavat rakennekerroksien pinnat sekä taiteviivat voidaan muodostaa tyyppipoikkileikkausten määritysten mukaisesti. Käytettävien tyyppipoikkileikkausten muokkaus mahdollistaa myös erilaisten levennysten, jalankulku- ja pyöräteiden tai välikaistojen liittämisen. Liittymäalue on itsenäinen kokonaisuus, mutta toimii yhdessä väylän muun rakenteen kanssa.

Kuva 26 *Liittymän pää- ja reunageometriat*



Kuva 27 *Liittymäalueen ylin yhdistelmäpinta.*



Kuva 28 *Liittymäalue pinnan kolmioverkko*

Kuva 29 Liittymäalue yläpinnan taiteviivat

3.3 Työmaa

Työmaan tarpeita kartoitettiin Joensuun Kaupungin toimesta. Joensuun kaupungin teknisen keskuksen omissa kadunrakennushankkeissa koneohjaus otettiin käyttöön tammikuussa 2017. Käytössä olevien ohjelmien perusteella ”mallinnusohje 3D-Win – Xsite Pro v1.1” muodosti vahvan rungon, mitä ja miten koneohjausjärjestelmään viedään. Työmaan tarpeet lähtevät hyvin konkreettisista asioista.

Alla olevat aineistot vaaditaan toimitettavan kaupungin hankkeissa.

3.3.1 Pintamallit

- Valmis pinta
- Kantavan kerroksen yläpinta
- Jakavan kerroksen yläpinta
- Suodatinkerroksen yläpinta
- Alusrakenne
- Johtokaivanto

Pinnoista alusrakenne ja johtokaivanto on yhdistetty yhdeksi kaivutasoksi kaivinkonekuljettajien pyynnöstä. Pintaan on yhdistetty kadun alin pinta ja vesihuoltokaivanto runkolinjojen osalta. Kaivojen sakkapesiä ei ole huomioitu kaivumalleja tehdessä, vaan sakkapesiä varten tarvittava syvennys kaivon kohdalla näkyy konekuskin näytössä korkeuden erotuksena, mikä ilmaisee kuinka paljon syvemmälle ko. kohdassa on kaivettava pintamalliin nähden.

Koneohjauksella toteutetuissa kohteissa ei toistaiseksi ole ollut tuettuja kaivantoja. Mikäli maaperäolosuhteet ovat haastavat ja ponttiseinää tarvitaan, vaikuttaa tämä mahdollisten kaivumallien tekoon.

Talohaaroja ei ole mallinnettu pintamalleihin, vaan ne on työmaalla kaivettu linjatietojen avulla. Poikkeuksen tekevät ne talohaarat, joissa on jouduttu louhimaan. Tällöin mallit ovat toimineet massalaskennan tukena, eikä niiden funktio ole ollut koneohjausmalleissa.

Toistaiseksi kaukolämpökaivantojen täyttöjä yms. kaivantotäyttöjä ei ole mallinnettu pintana työmaata varten, sillä täytöissä ei koneohjauksesta ole koettu olevan varsinaista hyötyä.

Meluvallien alle jääville rummuille on tehty asennusalustan mallit. Tähän ei ole ollut mitään erityistä työmaateknistä syytä. Yleensä meluvallien alle jäävät rummut ovat isoja metallirumpuja, joiden päälle tulee meluvallista johtuen paljon painoa ja rummut joudutaan esijännittämään. Tällöin mallinnus liittyy rakenteen toimivuuteen.

Kauhan koordinaatit

Mittalinjan paaluluku, sivumitta, TSV-ero

dZ= korkeusero kaivutasoon
D= puomin suuntakulma

Kuva 30 Pintamalli

3.3.2 Geometrialinjat

- Mittalinja

Katujen reunalinjoja ei ole yleensä toimitettu työmaalle ja mutta niiden olisi hyvä olla aineistossa mukana.

Upotetuista reunakivilinjoista on tarvittaessa laadittu malli työmaatarpeita palvelevana viivamallina. Työmaa tarvitsee tiedon kiven yläreunasta sekä kiven korkeuden. Reunakivilinjojen madallustarpeiden kohdalla madallustarve näkyy kiven yläpinnan korkeudessa. Huomioitavaa on, että reunakiviä ei asenneta koneohjauksella, joten käyttötarkoitus tiedonsiirtoaineistolla on enemmänkin rakennustyötä avustavaa.

3.3.3 Linjat

- Vesihuolto
- Suojaputket
- Kaapelit
- Kaukolämpö

Vaikka vesihuolto putket asennetaan lasereiden avulla, mallinnetut linjat helpottava työmaata raakapohjien teossa ja etenkin talohaarojen teossa.

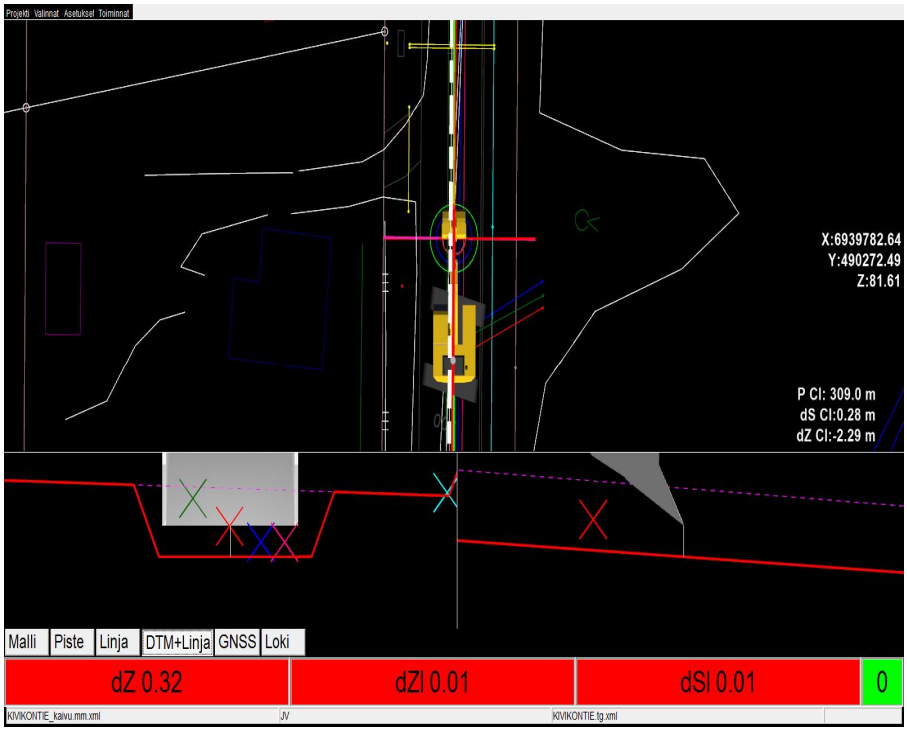
Vesihuoltolinjat on toimitettu taiteviivoina, xyz-muodossa-muodossa. Viettoviemäreistä tarvittava tieto on vesijuoksun korkeus ja paineputkista putken laen korkeus. Linjatietojen mukana ei ole kaivotietoa. Periaatteessa kaivotiedot saataisiin tuotettua, mutta niiden hyötynäkökulma on vielä selvittämättä.

Toistaiseksi kaapeli- ja kaukolämpölinjoja ei ole mallinnettu taiteviivoina, vaikka työmaalla niille olisi tarvetta. Normaali käytäntö useissa kaupungeissa on, että esim. kaukolämpölinjojen mallit annetaan tilavarauselementteinä. Käytäntö johtuu siitä, että kaukolämpöoperaattori tekee lopullisen suunnitelman.

Yksityisistä kaapeliomistajista esim. Fortumilla on kaapeleistaan dwg-muodossa olevaa tietoa, joten tiedonsiirto olisi mahdollista. Lähtötiedon tarkkuus ja muoto vaihtelevat kaupunkikohtaisesti ja joissain kaupungeissa esim. ilmajohdot näkyvät vain pohjakartoissa.

Kuvassa 31 näkyy konekuskin näyttö, jossa poikkileikkauksessa on rukseina sadevesi-, jätevesi-, vesijohto-, Paineviemäri- ja salaoja linja. Linjaksi on valittu jätevesi.

- dZ= korkeusero kaivutasoon
- dZl= korkeusero putkilinjaan
- dSl= sivupoikkeama putkilinjaan

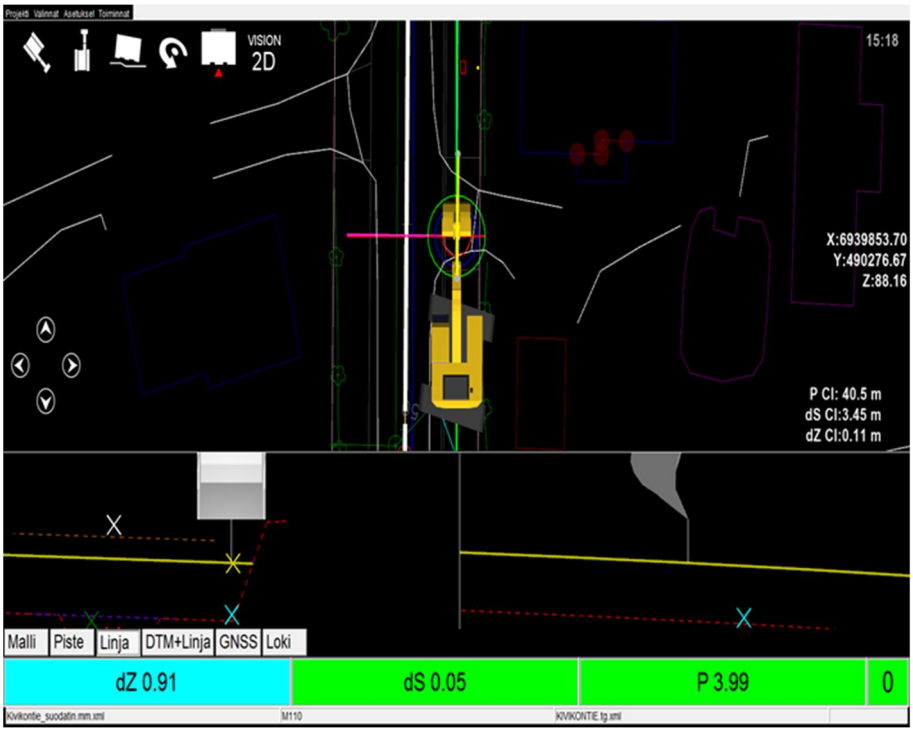


Kuva 31 Linjamalli, valittu linja on jätevesi

Kuvassa 32 Linjaksi on valittu Suojaputket.

- dZ= korkeusero putkeen
- dS= sivupoikkeama putkeen
- P= Etäisyys putken alkuun

Tällöin linjaksi valikoituu automaattisesti kauhaa lähinnä oleva suojaputki.



Kuva 32 Linjamalli, suojaputki

3.3.4 Pisteet

- Kauhantarkistuspisteet
  - Näillä kontrolloidaan kauhan toleransseja ja ne eivät liity suunnitteluun vaan ovat työmaalla tapahtuvan mittauksen kontrolloinnin apuna.
- Kaivot
- Varusteet

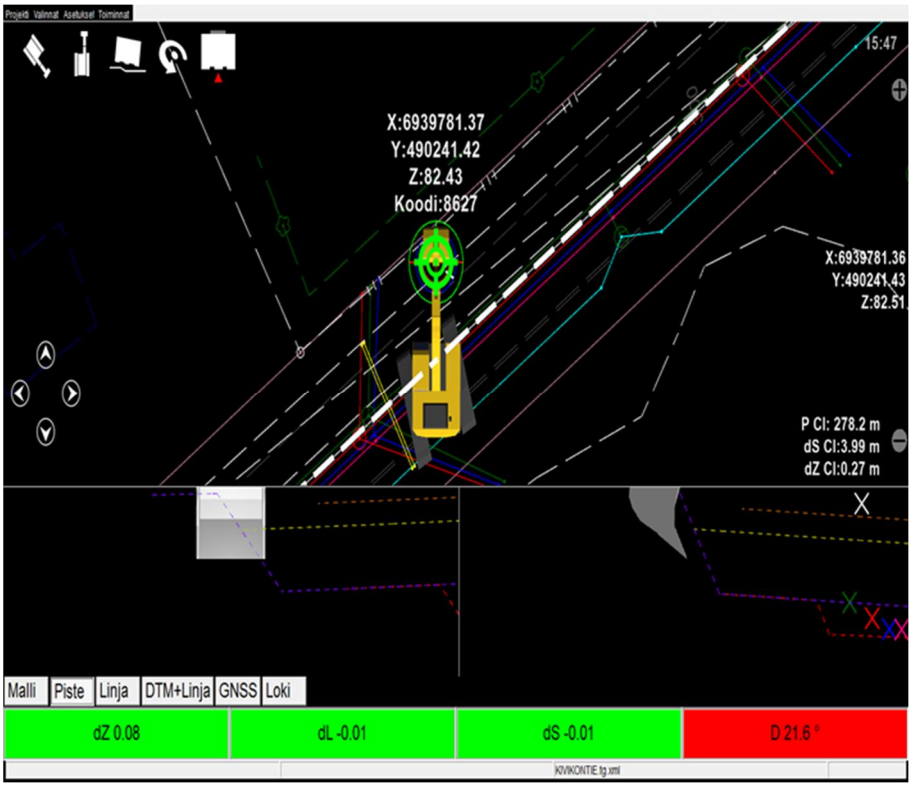
Pistemäinen aineisto on gt- formaatissa. Tämä aineisto voisi olla myös inframodel –formaatissa, mikä onkin tiedon siirron kannalta tulevaisuudessa suositeltava toimintatapa.

Valaisinpylväistä on toimitettu työmaalle betonijalustanpohjankorkeus sekä yläpinnankorkeus. Isoista jalallisista portaaleista olisi hyvä toimittaa vähintään perustusten pintamallit sekä itse jalusta tilavarauksena. Liikennemerkkien jalustat voitaisiin myös toimittaa työmaalle mukaillein valaisinpylväiden tietoja.

Kuvassa 33 Pisteeksi on valittu valaisinjalustanpohja.

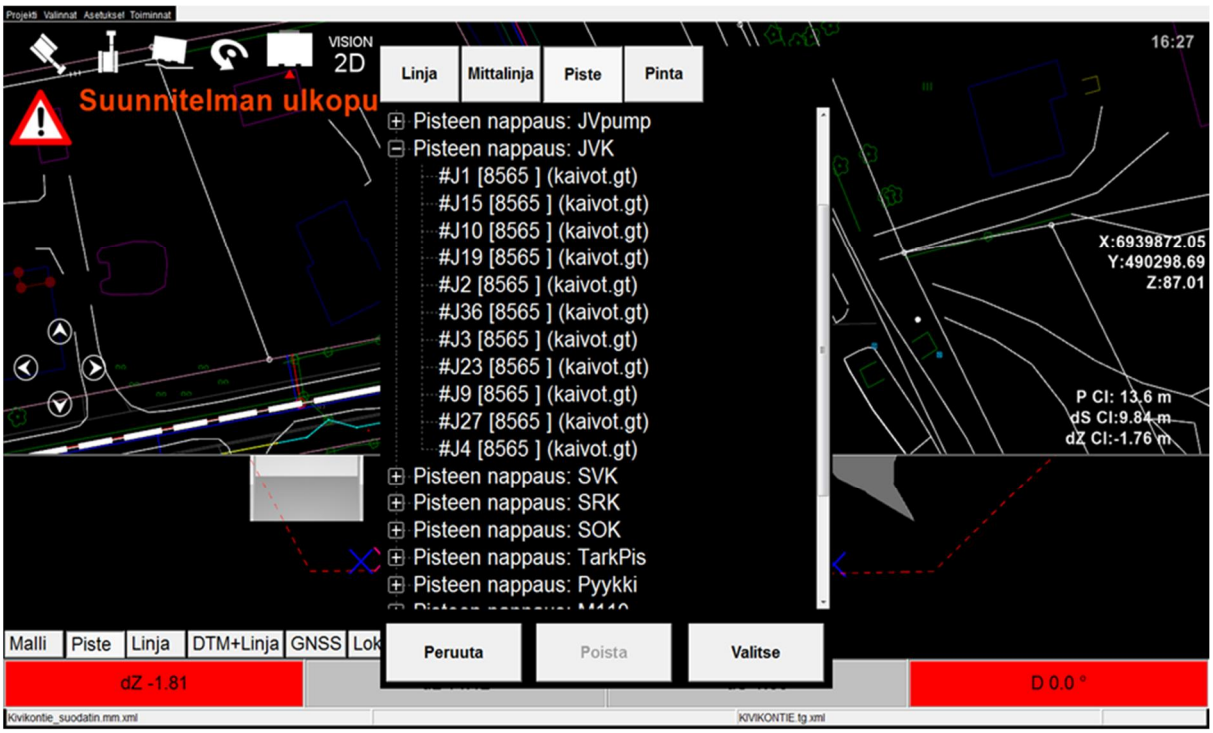
- dZ= korkeusero pisteeseen
- dL= pituusetäisyys pisteeseen
- dS= sivuetäisyys pisteeseen
- Lisäksi tasokuvassa näkyy tavoitepisteen koordinaatit, koodi ja tähtäin minne kauhaa pitäisi viedä.

Pituus – ja poikkileikkaus kuvissa pistemäiset kohteet eivät näy. Valittu piste näkyy ruudulla ”tähtäimenä”. Pisteeksi valikoituu automaattisesti kauhaa lähinnä oleva valaisinjalusta.



Kuva 33 Pistemäiset kohteet

Kuvassa 34 on esimerkki siitä, miten kuljettaja voi valita pistemäiset kohteet. Kuvassa näkyvä lista muodostuu T1 pintatunnuksen mukaan. Esimerkissä on avattu JVK (jätevesikaivo) tunnus ja saatu näkyviin kaikki hankkeen jätevesikaivot numeroineen. Listasta voidaan valita kaivo, jonka paikka halutaan tietää. Vaihtoehtoisesti voidaan valita vain pintatunnus esim. SVK ja saadaan kauhaa lähinnä olevan sadevesikaivon sijainti kauhaan nähden.



Kuva 34 Pistemäisten kohteiden valinta

3.3.5 Taustakartta

Työalueesta on tehty pelkistetty ”dxf” – muotoinen taustakartta helpottamaan alueen hahmottamista.

3.3.6 Varoitustoiminto

Tarpeen mukaan alueella olevista johdoista ja kaapelista on tehty varoituskartta.

4. SUUNNITTELUMENETELMIEN TESTAUS

4.1 Yleistä

Suunnitteluohjelmistojen osalta testattiin kahta erilaista lähestymistapaa liittymäalueiden suunnittelun osalta.

1. Parametrinen suunnittelu, joka perustuu suunnitteluohjelmiston sisältämien parametriarvojen muutoksiin, joilla ohjataan mm. ajoradan kaistaleveyksiä, ajoradan siirtymäosia, liittymäkaarien vaakageometriayhdistelmiä, keskikorokkeiden muotoja ym. geometrisia mitoitusperusteita. Parametrien arvot perustuvat pääsääntöisesti tiepuolen tasoliittymä suunnitteluohjeeseen ja kansainvälisiin standardeihin.

2. Aluemainen suunnittelu, joka perustuu liittymäalueiden jakamiseen erillisiin aluemaisiin kohteisiin käyttötapausten mukaan. Kohteita ovat pääsääntöisesti ajorata, erilaiset välikaistat, jalkakäytävät ja pyörätiet sekä keskikorokkeet.

Molemmissa tavoissa liittymäalueiden liitospintojen jälkeiset liittyvät katujen linjaosuudet suunnitellaan erillisinä väylämalleina.

Parametrisen suunnittelun testikohteina toimivat Vanhan valtatien ja Karhunkaaren kanavoitu kolmihaaraliittymän suunnitelma. Vanhan valtatien etelähaaralle on suunniteltu liittymäalueeseen rajoittuvat linja-autopysäkit. Molempien katujen poikkileikkausprofiiliin sisältyy reunakivillä rajatun ajoradan molemminpuoliset välikaistat ja kevyenliikenteenväylät. Liittymäalue on katuliittymänä yksinkertainen. Toisena testikohteena toimi Haaparinne, Hahlokuja ja Hahlokatu tonttikatujen yksinkertainen reunakivillä rajattu tiemäinen nelihaaraliittymä.

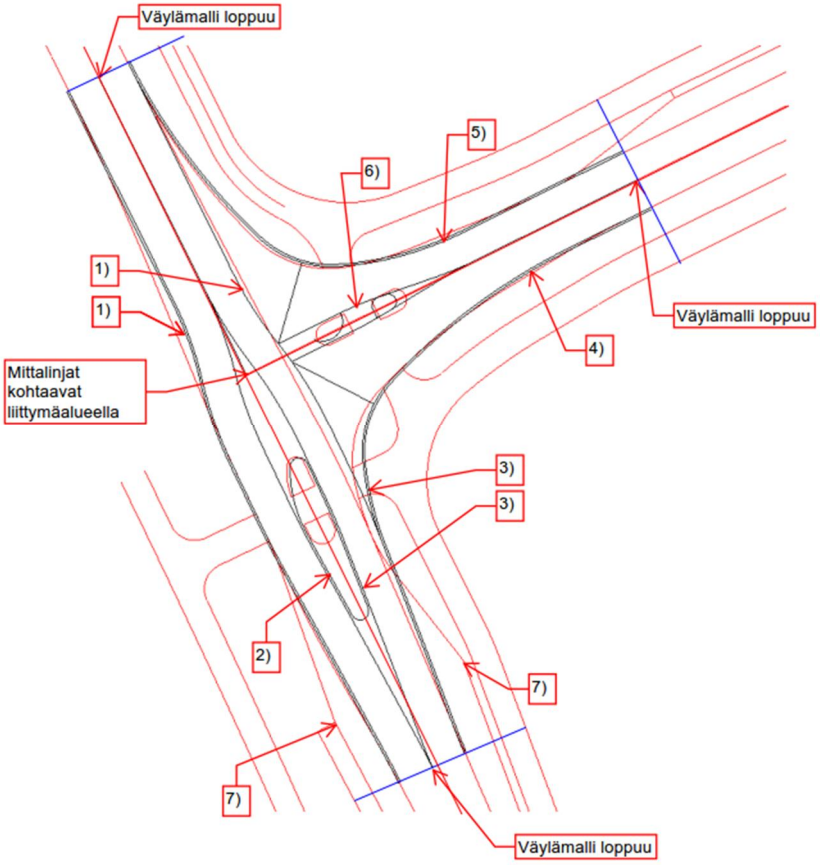
Aluemaisen suunnittelun osalta testattiin Vanhan valtatien ja Karhunkaaren kanavoitua kolmihaaraliittymää.

4.2 Parametrinen suunnittelu

4.2.1 Kolmihaaraliittymä

Tarkastelun aluksi toteutettiin tutkittavan kolmihaaraliittymän risteävistä kaduista väylämallit, joiden laskenta lopetettiin liittymäalueen parametrisen käsittelyn rajapintaan. Parametrisen suunnittelun tasauksen lähtökohtana toimivat väylämallien lasketut geometrialinjat.

Rajapintojen sijainnit määritettiin siten, että tasauksen muutosalueet ja ajoradan vaakageometriat liittyvät väylämalliin mahdollisimman saumattomasti suoralla tasakaltevuuksisella linjaosuudella. Liittymän rajapintojen osalta haasteita loivat mm. Vanhan valtatien etelähaaralla sijaitsevat linja-autopysäkit (kuva 35, kohta 7). Linja-autopysäkkien liittäminen parametriseen suunnitteluun tai vaihtoehtoisesti väylämalliin ei testiajankohtana onnistunut kovinkaan helposti rajapintojen monimuotoisuuden/päällekkäisyyden takia.



Kuva 35 kolmihaaraliittymän geometrioiden eroavaisuudet parametrisesti toteutetussa liittymässä (esitetty mustalla) ja testin pohjalla olleessa suunnitellussa liittymäalueessa (esitetty punaisella)

Testauksen aikana tehtyjä huomioita (kuva 35)

1. Parametrisesti toteutetun liittymähaaran parametrit pakottivat ajoradan vaakageometrian S-kaarelle suunnitellun suora-elementin sijasta. Sama S-kaaren aiheuttama vaakageometrian muutos tapahtuu molemmilla puolilla ajorataa. Kuvaotteesta voi huomata, ettei suunniteltu ajoradan vaakageometria ole täysin symmetrinen ajoradan keskilinjan molemmin puolin.

2. Ajoradan vaakageometrian pakottaminen liki oikeaan sijaintiin vaati parametrisen pisaramallisen keskikorokkeen käyttöä ajoradan vaakageometrian linjaamiseksi suunnittelun mukaiseksi. Keskikoroketta ei voitu lyhentää ilman, että ajoradan vaakageometria seuraa mukana jyrkentäen poistumiskiilaa.
3. Parametrinen liittymäkaari sai suunnan keskikorokkeen parametreista ja pakotti ajoradan vaakageometrian ulottumiltaan noin 1 … 1,3 m avarammaksi verrattuna suunniteltuun liittymäkaaren vaakageometriaan.

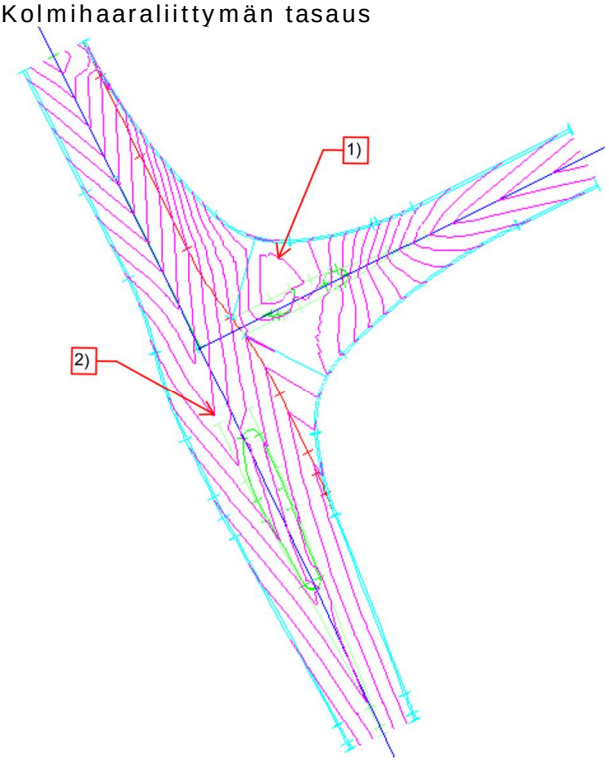
4. Parametrinen liittymäkaaren vaakageometria erosi suunnitellusta vaakageometriasta noin 0,2 … 0,4 m. Suunnitellussa liittymäkaariyhdistelmässä oli käytetty neljää erillistä kaarta (4R). Parametrinen suunnittelu ei mahdollistanut yli kolmen kaaren käyttöä tai kaarisuora yhdistelmää. *Huomiona, suunniteltu vaakageometria olisi voitu mahdollisesti toteuttaa kolmella siirtymäkaarella neljän sijasta, mikäli ajourat (, katualueen rajat ja* kaupunkialueella mahdollinen seinälinjan ulottuma) sen mahdollistaisivat

5. Parametrisesti toteutetun liittymäkaariyhdistelmän (3R) ajoradan reunan vaakageometria eroaa samat arvot omaavan suunnitellun liittymäkaaren vaakageometriasta.

6. Itäisellä liittymähaaralla ei ollut mahdollista toteuttaa parametrisesti tasalevyistä, tasapitkää tulppamaista keskikoroketta. Parametrinen keskikoroke hajosi aiheuttaen vastakaaria. Korjaaminen ei enää onnistunut parametrejä muuttamalla mikä lienee enemmän ohjelmistobugi kuin parametrisen suunnittelun ominaisuus.

Testattavan liittymän jalkakäytävä ja pyörätiejärjestelyiden huomioiminen testauksessa ei onnistunut.

Kolmihaaraliittymän tasaus



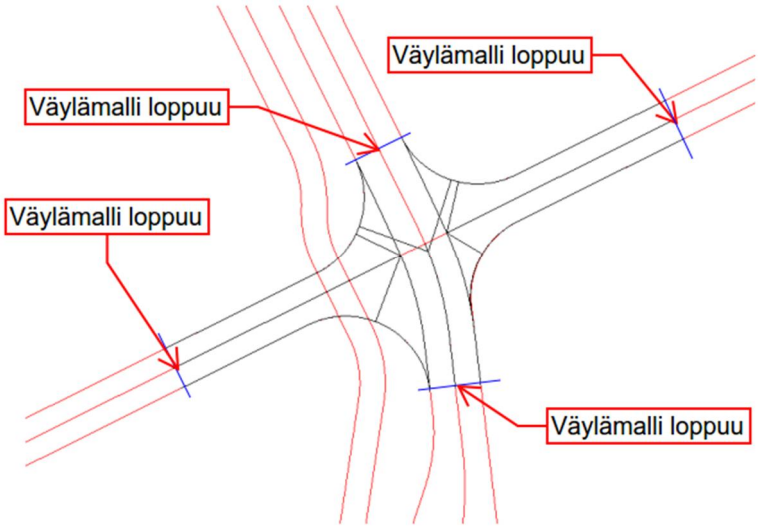
Kuva 36 kolmihaaraliittymän parametrisesti muodostettu liittymäalueiden tasaus.

Testauksen aikana tehtyjä huomioita (kuva 36)

1. Parametrisesti toteutetussa liittymässä tasauksen alimpien paikkojen määrittäminen ei onnistunut. Tasauksen alimmat paikat eivät saa automaattisesti muodostua keskelle ajorataa. *Huomiona, kaupunkiympäristössä pintavaluntana toimivat tulvareitit ovat tärkeäitä.*

2. Parametrisessa suunnittelussa tasauksen harja siirtyi pois mittalinjalta. Sijaintimuutos aiheuttaa korkomuutoksen ajoradan reunalla. *Huomiona, katualueen rajat ja kaupunkialueella mahdollinen seinälinjan ulottuma tai muu vastaava pakkopiste voivat tulla esteeksi reuna-alueiden tasauksen nostoille varsinkin, jos pituuskaltevuus ajoradalla on jo entuudestaan minimiarvoissa ja tulvareitit tulee saada toimimaan.*

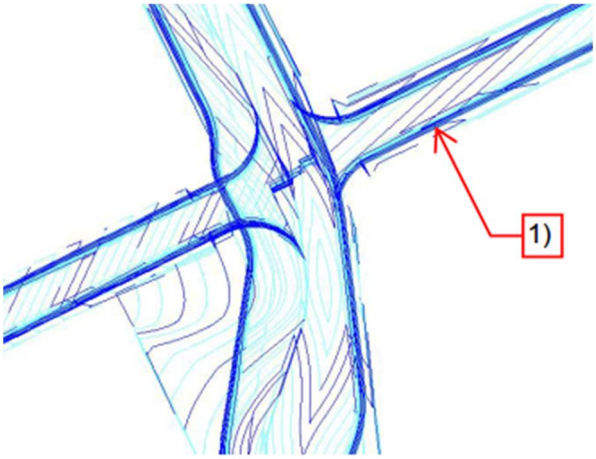
4.2.2 Nelihaaraliittymä



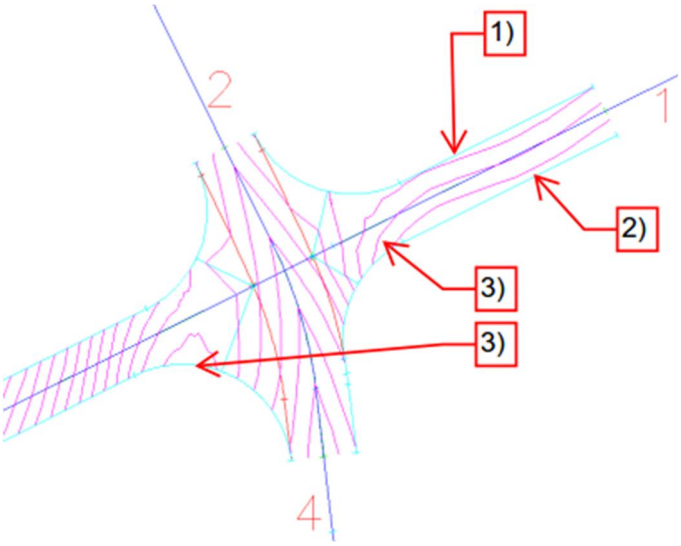
Kuva 37 Yksinkertaisen tiemäisen nelihaaraliittymän eroavaisuudet parametrisesti toteutetussa liittymäsuunnittelussa (esitetty mustalla) ja testin pohjalla olleessa suunnitellussa liittymäalueessa (esitetty punaisella)

Tarkastelun aluksi toteutettiin Haaparinne, Hahlokuja ja Hahlokadun nelihaaraliittymän risteävistä kaduista väylämallit joiden laskenta lopetettiin liittymäalueen parametrisen käsittelyn rajapintaan. Parametrisen suunnittelun tasauksen lähtökohtana toimivat väylämallien lasketut mittalinjat. Tällaisen yksinkertaisen tiemäisen liittymäalueen parametrisessa vaakageometrioiden muodostamisessa ei ollut ongelmia. Luodut vaakageometriat noudattelivat tarkastelun pohjalla olleen suunnitellun liittymäalueen vaakageometrioita.

Nelihaaraliittymän tasaus



Kuva 38 Nelihaaraliittymän katujen pintamallien tasaukset suoraan risteävistä väylämallista.



Kuva 39 Nelihaaraliittymän parametrisesti muodostettu liittymäalueiden tasaus

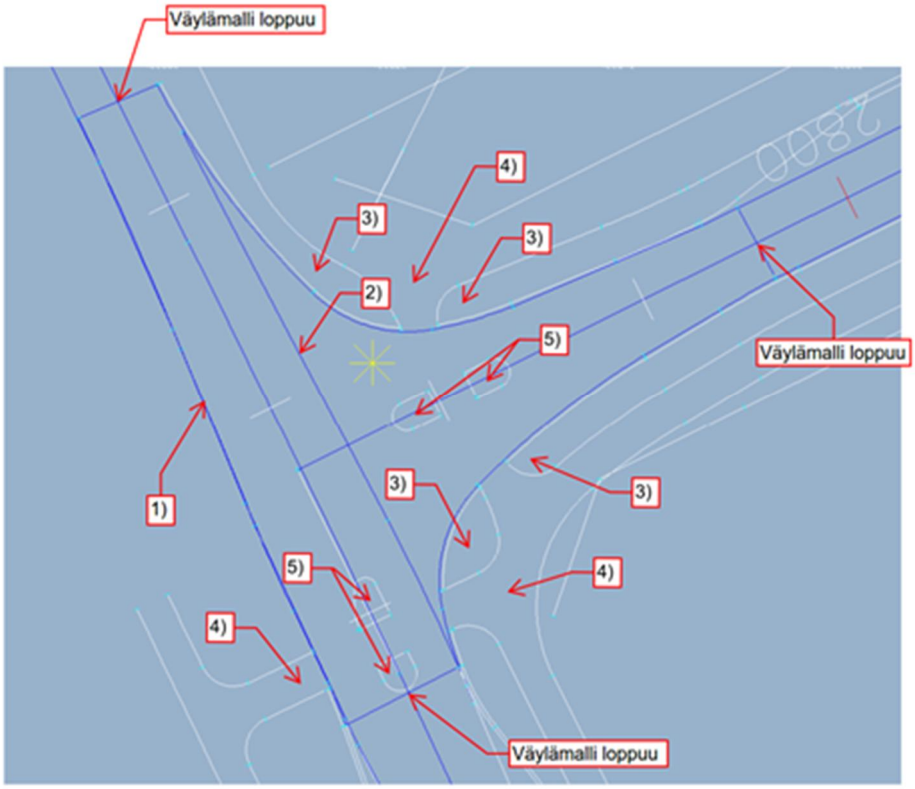
Testauksen aikana tehtyjä huomioita, luettelonumerointi vastaa kuvissa olevia nuolinumeroita (kuva 38 ja 39)

1. Parametrisesti toteutetussa liittymässä liittymähaarojen pituuskaltevuus muuttui linjaosuudella suunniteltuun väylämallien laskennan perusteena olleeseen pituuskaltevuuteen nähden. *Huomiona, määritetyt pituuskaltevuudet eivät saisi muuttua linjaosuuksilla. katualueella on hyvin paljon huomioitavia liitospintoja kuten ovikorot, rappuset, muut nykyiset rakenteet jne. jotka tulee huomioida tasausta laadittaessa.*

2. Tasauksen minimi- ja maksimipituuskaltevuuksien sekä reunakivellisen poikkileikkauksen reunakivilinjojen minimipituuskaltevuuksien huomioiminen ei onnistunut parametrisesti. *Huomiona, käytännössä ei saa tulla tilannetta jossa parametrinen toteutus aiheuttaa reunakivellisessä poikkileikkauksessa tilanteen jossa reunakivilinjan pituuskaltevuus on alle suositeltujen minimiarvojen. Miniarvon alittaminen edesauttaa hulevesien lammikoitumista valmiissa rakenteessa.*

3. Tasauksen alimpien kohtien parametrinen muokkaaminen ei onnistunut. Mikäli liittymähaarojen sivukaltevuuksien suunnat on lukittu suunnittelussa (esim. pakkopisteiden takia), tulisi liittymäalueella olla mahdollista tehdä liittymähaaran sivukaltevuuden muutos tarvittavalla matkalla tai muulla tavoin määrittää hulevesien johtamissuuntaa sekä tasauksellisten alimpien kohtien sijoittelua. *Huomiona, kaupunkiympäristössä pintavaluntana toimivat tulvareitit ovat tärkeäitä.*

4.3 Aluemainen suunnittelu



Kuva 40 kolmihaaraliittymän ajorata aluemaisesti toteutetussa liittymässä (rajattuna sinisellä) ja testin pohjalla käytetty suunniteltu liittymäalue (esitetty valkoisella)

Tarkastelun aluksi toteutettiin tutkittavan kolmihaaraliittymän risteävistä kaduista väylämallit, joiden laskenta lopetettiin liittymäalueen rajapintaan. Verrattuna parametriseen liittymäsuunnitteluun aluemaisessa suunnittelussa

1. Liittymäalueen ajoradat erotettiin väylämalleista tasauksettomiksi alueiksi. Alueiden tasaukset toteutettiin alueita kiertävien erillisten tasauksen omaavien geometrialinjojen avulla sekä väylämallien geometrialinjojen avulla.

2. Alueen sisäisiin tasauksiin kuten jiireihin ym. vaikutettiin erillisen tasauksen omaavien geometrialinjojen avulla. 1 ja 2 kohtien tasauksen lähtökohdaksi voidaan sitoa liittymäalueelle laskettujen väylämallien pintamallit tarvittavilta osin. ”Tasauksettomat” alueet kuten ajoradan liittymäkainalot tasattiin väylämalleista periytyvien tasausten perusteella.

3. Kiveys ym. välikaistat tulee suunnitella aluemaisesti ja tasata osin ajoradan ja osin laskennallisten kaltevuuksien avulla

4. Jk+pp-tiet tulee suunnitella tarvittavilta osin aluemaisesti ja tasata osin ajoradan, välikaistojen ja osin laskennallisten kaltevuuksien avulla.

5. keskisaarekkeet mallinnetaan alueina, joiden perustasaus periytyy ajoradan pintamallista. Keskisaarekkeen tasaus nostetaan reunakiven koron verran perustasauksesta.

Mikäli katujen mittalinjoilla muutetaan tasausta tai kadun vaakageometrioita, alueiden 1, 2, 3, 4 ja 5 tasaukset tulee suunnitella uudestaan.

4.4 Suunnitelmamenetelmien testauksen johtopäätökset

Molemmat parametrien ja aluemainen suunnittelu toimivat pääsääntöisesti yksinkertaisilla tiemäisillä katuliittymillä. Tulee huomioida, että varsinkin kaupunkien keskusta-alueilla liittymäalueiden läheisyydessä todennäköisesti sijaitsee pakkopisteitä jotka rajoittavat ja pakottavat tasauksen suunnittelua tiettyyn suuntaan. Lisäksi katualueiden rajat ovat usein hyvinkin tiukkoja ja mitoitusajoneuvojen ajourat määrittävät hyvin pitkälti sen, miten liittymäalue ja sen muut rakenteet kuten suojatieylitykset, saarekkeet ym. muodostuvat. Kaupunkialueilla on tarpeen myös huomioida pintavaluntana toimivat esteettömät hulevesien tulvareitit joihin tulisi tasauksen suunnittelussa olla mahdollisuus vaikuttaa. Tiemäisiin ratkaisuihin perustuva parametrisuus ei ole monimutkaisissa liittymäalueissa täysin toimiva.

Molemmissa tavoissa tasausten hallinta on kohtuullisen työlästä.

- Parametrinen suunnittelu on osin nopeampi mm. ajoradan sivukaltevuuksien syöttämisen osalta suoraan taulukkoarvoina ohjelmaan. Tämä tapa ei mahdollista ajoradalle vaihtelevan kaltevuuden syöttämistä esim. muutos harjakaltevasta sivukaltevaksi tai muu vastaava tilanne jossa ajoradan kaltevuutta on muutettava esim. 3% → 2%.

- Aluemaisen suunnittelun osalta ajoradan tasauksien toteuttaminen on alueiden reunoja kiertävien tasausten muodostamisen osalta hyvinkin aikaa vievää riippuen kohteen monimutkaisuudesta.

Pääsääntöisesti molemmat suunnittelutavat mahdollistavat liittymäalueilla jatkuvat pintamallit ja niistä tuotetun jatkuvan taiteviiva-aineiston.

Parannusehdotuksia parametriseen suunnitteluun

- reunalinjojen vaakageometriat tulisi voida antaa esimerkiksi erillisenä mittalinjana joilla voisi ohittaa tarvittaessa parametrisen suunnittelun arvot. Vaihtoehtoisesti reunalinjojen geometrioiksi tulisi olla mahdollisuus syöttää ohjelmallisesti mm. suora-elementtejä joiden alku-/loppupäiden sijainnit tulisi olla määritettävissä.

- keskikorokkeet tulisi voida toteuttaa suora- ja kaarielementeillä ja niiden muotoja tulisi voida muuttaa tarpeiden mukaan vrt. aluemainen suunnittelu jossa keskikorokkeet voidaan toteuttaa monimuotoisesti.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Pohdintoja

Kadunsuunnittelu on pienipiirteisempää kuin väylien suunnittelu eikä siihen ole löydettävissä helposti yksinkertaisia ratkaisuita, jotka pätevät edes 20%: iin suunnittelutapauksista. Pilotin perustella voidaan suositella eroteltavaksi ainakin kaksi eri tapausta: uuden asuinalueen suunnittelu ja rakentaminen sekä olemassa olevaan kaupunkiympäristöön tapahtuva kadun suunnittelu ja rakentaminen. Olemassa olevassa ympäristössä useiden reunaehtojen vaatimukset aiheuttavat väistämättä tilanteen, jossa suunnittelu tapahtuu enemminkin käsityönä kuin parametripohjaisesti. Myös rakentaminen on tässä tapauksessa huomattavasti haastavampaa ja olemassa olevien ja varottavien rakenteiden huomioiminen saattaa estää koneohjauksen täysimääräisen käytön.

Pilotissa myös huomattiin selvästi, että nykyohjeistus kaipaa lisää täsmennystä siihen, että mikä on mallipohjaisen suunnittelun ja siitä tuotetun tiedonsiirtoaineiston ero. Tiedonsiirtoaineisto on pääsääntöisesti viivoja, pisteitä ja pintoja, joita on jatkotyöstettävä seuraavan käyttäjän toimesta riippuen kohteen käyttötapauksesta. Nykyiset suunnitteluohjelmistot pakottavat suunnittelemaan ns. mallipohjaisesti. Ohjelmistoista tietomalliaineiston uloskirjoitus ei tuota kaikkien rakenneosien kohdalta suoraan käyttökelpoista tiedonsiirtoaineistoa. Tällöin herää kysymys, että mikä

on riittävä taso tiedonsiirtoaineiston osalta. Ei ole tarkoituksenmukaista, että suunnittelija tuottaa täydellisen tiedonsiirtoaineiston, jota kuitenkaan ei hyödynnetä seuraavissa vaiheissa. Tässä ajanhetkessä on kaikkien kannalta tuottavampaa, että panostetaan niihin aineistoihin enemmän, jotka tuottavat selvästi hyötyä. Esimerkiksi nostettiin mm. upotettavat reunakivet, joihin normaalisti liittyy madalluksia. Rakentamisen yhteydessä näitä ei asenneta paikoilleen koneohjauksella, mutta suunnitteluaineistosta tuotetun koneohjausaineiston olisi hyvä sisältää reunakiven yläreunalinjan taiteviivan (reunakivilinjan geometria x, y z-tiedoilla), josta mittaryhmä saa suoraan tiedot reunakiviasentajia varten työmaalle merkittävään apulinjaan. Lisäksi liittymäalueelta on oltava tasauspiirustus ja tasausviivoissa tulee olla suunniteltu korkeus - varsinkin, jos reunakivigeometriasta puuttuu korkeus. Tästä ns. mittausaineistosta saadaan tarvittava tieto madallettujen ja sovitereunakivien asennukseen, joiden pituudet vaihtelevat valmistajan ja kivityypin mukaan tavallisimmin 0.5m - 1.5m. Muuta mittaustyötä avustavaa aineistoa voi olla lisäksi esimerkiksi eri LOD (level of detail) tai LOG (level on geometry) tasolla esitettyä.

Kadun suunnitteluun liittyy myös väyläsuunnittelua kiinteämmin vesihuoltoverkostojen sekä muiden verkostomaisten rakenteiden aiheuttamia vaatimuksia. Esim. kaivojen sakkapesän syvyys vaihtelee riippuen valitusta kaivomallista. Suunnitteluvaiheessa kaivomallia ei lukita, joten sakkapesien vaatimat syvennyksiä ei voida huomioida vesihuoltoverkostojen kaivantojen malleissa. Joensuussa tämä on ratkaistu tuottamalla vaadittavien syvennysten tietomallit pistemäisesti kaivokohtaisesti. Ohjeistuksessa on tuotava selvästi ilmi riittävä taso tuotettavaksi tiedonsiirtoaineistoiksi, jotta kaikilla osapuolilla on tästä sama ymmärrys.

Suunnittelumenetelmien testaus eri lähestymistavoilla ei sinällään myöskään antanut suoraa vastausta eri menetelmien hyvyydestä tai huonoudesta. Molemmat toimivat suhteellisen yksinkertaisilla väylämäisillä katuliittymillä. Kuvassa 41 on esitetty monimuotoinen turbokiertoliittymä, jossa em. suunnittelumenetelmiä ei voida sellaisenaan hyödyntää johtuen kohteen monimuotoisuudesta.

Kuva 41 esimerkki monimuotoisesta katuliittymästä. Koivumankkaan tien yleis- ja katusuunnitelma 2015 (piir nro 6688/001). (Kuvan käyttölupa saatu Emilia Lehikoiselta / Espoon kaupunki)

Vaikkakin pilotin rajaus on selvästi rakennussuunnittelun ja rakentamisen rajapinnassa, sivuttiin kokouksissa myös elinkaarinäkökulmaa. Elinkaariajattelussa korostuu aluemaisten kohteiden hoito ja ylläpito, jolloin pohdittiin yleisesti tarvetta tuottaa aluemaisia ”rajauksia” palvelemaan tätä tarvetta. Rakentaminen ei kyseistä tietoa tarvitse. Lisäksi myös keskusteltiin eri omistajien vaatimuksista liittyen heidän katualueella sijaitseviin varusteisiin ja laitteisiin. Joensuun kaupunki tekee yhteistyötä Joensuun Veden kanssa ja tiedonsiirtoa näiden kahden toimijan välillä on kehitetty. Myös muilla kaupungeilla on vastaavaa yhteistyö käynnissä. Käyttötarkoitukset tiedolle näiden kahden toimijan välillä on erilaiset. Kaupungille riittää tieto, että missä mitäkin on, kun taas omistaja vastaa tiedosta omaisuudenhallinnan näkökulmasta.

5.2 Kehitystarpeet YIV ohjeisiin

Käytössä oleva YIV ohjeistus on tehty väyläsuunnittelun näkökulmasta ja sen hyödyntäminen nykyisellään kadun suunnittelussa johtaa siihen, että suunnittelua joudutaan kohdentamaan suunnittelun sijasta ns. viimeistelyyn.

Tämä Kiradigihanke keskittyi rakennussuunnitelmavaiheeseen, mutta tämän perusteella saadaan selkeitä vaatimuksia myös aiempiin suunnitelmavaiheisiin. YIV päivitystyössä on esitettävä vastaukset ainakin seuraaviin kohtiin.

1. Tiedonsiirtoaineistojen vaatimukset on kerrottava selvästi rakennusosakohtaisesti
2. Kadun rakennussuunnitteluvaiheen tietomalli on määritettävä. Mikä on riittävä tietomalliaineiston taso, jotta se palvelee rakennusvaihetta.
3. Putkijohtokaivantojen mallintaminen ja tiedonsiirtoaineisot? Millä tarkkuudella kaivannot esitetään, jos tavoitteena ei ole koneohjaus vaan yhteensovitus. Mikä on silloin riittävä tiedonsiirtoaineisto? Kaivantojen tiedonsiirtovaatimukset eri suunnitteluvaiheessa on esitettävä.
4. Kaivantojen täyttöjen mallintamisen kriteerit. Tiedonsiirtoaineistojen taso?
5. Vesihuoltoverkostojen mallintaminen on järkevää, ratkaistavaksi jää kaivojen sakkapesien mallintaminen. YIV ohjeissa tulee kertoa selkeästi toimintatapa rakennussuunnittelun ja rakentamisen välillä silloin kuin nämä ovat erillisiä hankintoja.
6. Valaistus, riittääkö tiedonsiirtoaineistoksi jalusta pistemäisenä (Inframodel 4), jolloin valaisimeen liittyvät muut tiedot siirretään muulla tavalla. Mitkä ovat vaatimukset eri suunnitelmavaiheille
7. Liikenteenohjaus ja telematiikka, mikä on riittävä taso?
8. Uuden asuinalueen / neitseelliseen ympäristöön rakentaminen vs. olemassa olevan rakennetun ympäristön sisällä tapahtuvat katuverkon laajennukset ja muutokset.
9. Katuympäristön ja siihen liittyvien puistoalueiden toimiva yhdistely