

---

# NOVAPOINT-OPPIMISYMPÄRISTÖ

---

Tiia Viitala

Ympäristötekniikan koulutusohjelma  
Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto





Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Ympäristötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Tiia Viitala			
Työn nimi Novapoint-oppimisympäristö			
Päiväys	11/11/11	Sivumäärä/Liitteet	68/15
Ohjaajat Päätoiminen tuntiopettaja Juha Pakarinen, Yliopettaja Pasi Pajula			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Ramboll Finland Oy/Yksikön päällikkö Jyrki Paavilainen			
Tiivistelmä <p>Tämä opinnäytetyö käsittelee Novapoint-ohjelmistolla tehtävää infrasuunnittelua ja tietomallinnusta infra-alalla. Tietomallit ovat avain alan toiminnan tehostamiseen, ja tulevaisuuden visiona onkin vain tietomallipohjaisten palveluiden tilaus ja toteutus. Opinnäytetyön tavoitteena oli näin ollen laatia Ramboll Finland Oy:n uusille työntekijöille ja vastavalmistuneille käsikirja Novapoint-ohjelmiston käytöstä, yleisistä suunnittelumenetelmistä sekä tavanomaisesta työjärjestyksestä. Tavoitteena oli yhtenäistää olemassa olevaa tietoa ja selkeyttää ohjelmiston ongelmallisiksi todettuja käyttökohtia, sekä laatia lisäksi tarkempi ohjeistus Joensuun kaupungille tehtäviin suunnitelmiin.</p> <p>Työ toteutettiin erilaisten harjoituksen omaisten projektien kautta, joissa työskentely eteni maastomallin luonnista aina virtuaalimallin rakennukseen asti. Suunnittelutyön osalta työssä perehdyttiin lähinnä katu- ja vesihuoltosuunnittelun teoreettiseen etenemiseen, muttei niinkään itse tekniseen suunnitteluun. Harjoitusprojektien yhteydessä ilmenneisiin käytännön ongelmiin kiinnitettiin ohjeistusta kirjoitettaessa erityistä huomiota. Työn toteutuksen kannalta oleellista apua oli kokeneista suunnittelijoista, jotka osasivat kertoa ohjelmiston käytöstä, ongelmista sekä käytännön työmenetelmistä.</p> <p>Lopputuloksena saatiin kokonaisuus, jonka alkuosassa perehdytetään lukija infratietomallikäsitteeseen ja sen tuomiin hyötyihin rakennushankkeelle. Jälkimmäisessä osassa opastetaan käyttäjää infrasuunnittelun etenemisessä aina projektin aloituksesta lopullisen suunnitelman tuloskuntoon saattamiseen. Tekstissä selostetaan suunnittelun eteneminen pääpiirteittäin ja kuvataan erilaisten työkalujen käyttötarkoitus. Lopussa ohjeistetaan suunnitelman muuntaminen työmaalle soveltuvaksi koneohjaustiedostoksi ja edelleen havainnolliseksi virtuaalimalliksi. Työ on käyttökelpoinen niin uusille kuin vanhoillekin suunnittelijoille, jotka voivat täydentää tietämystään infra-alan tulevaisuuden tarpeista ja tavoitteista.</p>			
Avainsanat Novapoint, infratietomalli, virtuaalimalli			
Julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author Tiia Viitala			
Title of Thesis Novapoint Learning Environment			
Date	11 November 2011	Pages/Appendices	68/15
Supervisors Mr Juha Pakarinen, Full-Time Teacher and Mr Pasi Pajula, Principal Lecturer			
Project/Partners Ramboll Finland Ltd/Mr Jyrki Paavilainen, Head of Office			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to create a user guide on how to create a <i>building information model</i> for infrastructure planning with the Novapoint designing software. The thesis was commissioned by Ramboll Finland Ltd that wants to make it easier for new workers to find out the general planning methods and the usual work stages. The use of <i>BIMs</i> is going to increase in the future, so it is important to know how to create and use them.</p> <p>The work was carried out through various training projects with the help of experienced designers. The idea was to go through the whole infrastructure data modelling process starting with the digital terrain model and ending to the final 3D virtual model. Every main step of the process was written down and the problem areas were paid particular attention to.</p> <p>The result is a user guide the first part of which familiarizes the reader with the concept of infrastructure information models. The second part guides the reader through the infrastructure design process covering mainly the theoretical process of the street and water supply planning but not so much technical designing or dimensioning. In the end there are instructions of how to create machine control files suitable for sites, and further, how to build an illustrative virtual model. The handbook will be useful for both new and old designers who can increase their knowledge of the infrastructure sector's future needs and goals.</p>			
Keywords Novapoint, infrastructure, building information model, virtual model			
Public			

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö toteutettiin Ramboll Finland Oy:n toimeksiannosta yrityksen Kuopion toimipisteessä. Työn aiheen taustat löytyvät osittain Savonia-ammattikorkeakoulun Kuopion tekniikan yksiköstä, jossa työn ohjaajinakin toimineet opettajat Juha Pakarinen ja Pasi Pajula kaavailivat Novapoint-ohjelmistoon liittyvän opinnäytetyön tekemistä. Ramboll Finland Oy:llä sen sijaan oltiin suunniteltu suurimpien tilaajakaupunkien suunnitteluohjeistuksien kokoamista samoihin kansiin.

Näistä lähtökohdista rakentui työ nimeltään Novapoint-oppimisympäristö, jonka tavoitteena on olla hyödyksi ensisijaisesti Ramboll Finland Oy:n uusille työntekijöille, mutta myös TeKu:lle, jossa tulevaisuuden tavoitteena on hyödyntää enemmän tietomallipohjaista opetusta. Kiitokseni haluan lausua työn ohjaajille, päätoimiselle tuntiopettajalle Juha Pakariselle ja yliopettaja Pasi Pajulalle, sekä ennen kaikkea Rambollin Kuopion toimiston yksikön päällikölle Jyrki Paavilaiselle, suunnittelija Veli-Pekka Niemelle sekä projektipäällikkö Tuomas Turuselle, joiden avulla minulle aluksi niin vieraasta aiheesta saatiin valmiiksi näinkin laaja kokonaisuus.

Kuopiossa 11.11.2011

Tiia Viitala

# SISÄLTÖ

ALKUSANAT .....	5
1 JOHDANTO .....	6
2 TIETOMALLIEN KÄYTTÖ INFRARAKENTAMISESSA .....	8
2.1 Yleistä virtuaali- ja tietomalleista.....	8
2.1.1 Virtuaalimallit .....	8
2.1.2 Tietomallit .....	10
2.2 Tietomallinnus infra-alalla .....	11
2.2.1 Infrahanke nyt ja tulevaisuudessa .....	12
2.2.2 Koneohjaus.....	13
2.2.3 RYM Infra FINBIM ja InfraTM -hankkeet.....	14
2.3 Tiedonsiirto ja standardit.....	14
2.3.1 InfraModel.....	15
2.3.2 IFC.....	16
2.3.3 LandXML .....	16
2.4 Tietomallinnuksen tulevaisuus ja hyödyt .....	16
3 PROJEKTIN ALOITUS NOVAPOINTILLA .....	18
3.1 Yleistä hakemistorakenteista .....	18
3.2 Kuopion hakemistorakenne .....	18
3.3 Projektin aloitus.....	20
3.4 Maastotietokannan muokkaus .....	21
3.5 Ryhmät ja ominaisuuskoodit.....	22
3.6 Kolmioverkon teko .....	24
3.7 Viitepiirrustukset.....	27
4 TIESUUNNITELMAT .....	29
4.1 Geometriasuunnittelu.....	29
4.1.1 Geometriatiedot tiedostoon .....	31
4.1.2 Mittalinjan piirto .....	31
4.2 Väylämalli.....	32
4.3 IND-tiedostot .....	35
4.4 Suunnitelman piirto kuvaan ja tulostustilaan .....	35
5 VESIHUOLTOSUUNNITELMAT .....	37
5.1 Konfiguraatiot.....	37
5.2 Symbolit .....	40

6	TULOSTAMINEN.....	41
6.1	Template-pohjat .....	41
6.2	Kynätiedostot.....	42
6.3	Muita huomioita tulostamisesta.....	43
7	XML-SIIRTOTIEDOSTOJEN LUONTI.....	44
7.1	Pintamallit.....	44
7.2	Siirtotiedosto väylämallista .....	45
7.3	Vesihuoltosuunnitelman kirjoitus xml-formaattiin .....	45
7.4	Siirtotiedoston sisältämä data .....	46
8	NOVAPOINT VIRTUAL MAP.....	47
8.1	Määrittelytiedosto *.INI .....	47
8.2	Mallin luominen .....	49
8.2.1	Maastomallin määrittely .....	49
8.2.2	Materiaaliominaisuudet.....	50
8.2.3	Materiaalialueet .....	52
8.2.4	Väylämalli ja putket.....	53
8.2.5	Metsät .....	53
8.2.6	Rakennukset.....	54
8.2.7	Elementtialueet ja -ketjut sekä yksittäiset elementit .....	55
8.2.8	XML-tiedostojen tuonti .....	55
8.3	Mallin katselu.....	57
9	JOENSUUN KAUPUNGILLE TEHTÄVÄT SUUNNITELMAT .....	59
9.1	Joensuun käyttämä hakemistorakenne .....	59
9.2	Suunnittelun aloitus .....	62
9.3	Katu- ja vesihuoltosuunnitelma .....	62
9.4	Tulostuskuvat .....	63
9.5	Virtuaalimalli .....	64
10	NOVAPOINTIN TULEVAISUUDEN NÄKYMIÄ JA POHDINTOJA.....	65
	SANASTOA.....	67
	LÄHTEET .....	68
	LIITTEET	
	Liite 1 Joensuun Novapoint-ryhmänumerot	
	Liite 2 Joensuun kaupungin teknisen viraston katusuunnitteluohjeita	
	Liite 3 Joensuun kaupungin teknisen viraston ohjeita suunnitelmien luovutukseen	

## 1 JOHDANTO

Teknisten suunnittelualojen työskentelymenetelmät ovat kehittyneet paljon viimeisten vuosikymmenten aikana. 1990-luvulla perinteinen käsin piirtäminen ja suunnittelu muuttuivat vähitellen tietokoneavusteiseksi suunnitteluksi, mikä näkyi niin suunnittelu-toimistoissa kuin työmaillakin. Kyse on CAD-suunnittelusta, joka tulee sanoista *Computer Aided Design*. CAD-suunnittelussa on edelleen siirrytty tavanomaisesta 2D-tasopiirtämisestä 3D-suunnitteluun, jossa rakenteet esitetään kolmen tilaulottuvuuden suhteen. Tällöin puhutaan visualisoinnista ja 3D-mallintamisesta.

Uudehkona käsitteenä 3D-suunnittelun rinnalle on noussut termi *tietomallinnus*, jolloin liikutaan jo 4D- ja 5D-maailmassa. Nyt mukaan kolmiulotteisuuden rinnalle nousevat aikataulut, kustannukset ja määrät. Tietomallit siis kuvaavat kohteen kolmiulotteisesti, mutta lisäksi sisältävät informaatiota sen suunnittelusta, rakentamisesta sekä käyttämisestä. Tietomallin sisältämä informaatio on tarkoitettu niin ihmisille kuin koneillekin, jotka tietokoneohjelmien avulla lukevat ja tulkitsevat mallin tietoa.

Tietomallinnus on yleisellä tasolla kehittynyt viime vuosina paljon niin Suomessa kuin muuallakin maailmalla, ja markkinoille on tullut paljon tietomallintamiseen soveltuvia ohjelmistoja. Suomen infra-alalla käytössä olevia ohjelmistoja ovat mm. Novapoint, Tekla Xstreet sekä Citycad. Keskeinen syy tietomallipohjaisen suunnittelun käyttöönotolle ja tehostamiselle on sen tuoma lisäarvo koko rakennushankkeen koko elinkaaren aikaiset tiedot tehostaa suunnitteluprosessia sekä nostaa rakentamisen laatua. Mallin avulla tieto siirtyy helposti ja tehokkaasti hankkeen osapuolten välillä.

Tietomallinnuksen käyttöönotto ei kuitenkaan suju silmänräpäyksessä. Toimintatavan leviämisen edellytyksenä ovat muun muassa tilaajien halu käyttää malleja, mallinnusta tukevat ohjelmistot sekä osaavat suunnittelijat. Keskeisenä onnistumisen osatekijänä on oikea tiedonsiirtoformaatti, joka soveltuu käytettäväksi rakennushankkeen kaikkien osapuolten kesken riippumatta käytössä olevasta suunnitteluohjelmistosta. Talonrakennuspuolella on jo onnistuttu kehittämään ohjelmistoriippumattomia tallennusmuotoja, mutta infra-alalla tietomallinnus on vasta lasten kengissä. Nykyiset ohjelmat eivät vielä mahdollista eri alojen suunnittelijoiden saumatonta yhteistyötä samassa tuotemallissa, elleivät kaikki osapuolet käytä täsmälleen samaa ohjelmistoa. Suomen markkinoilla olevista ohjelmistoista alkujaan norjalaisen Novapointin käyttöön on viime vuosien aikana siirrytty laajalti yhdyskuntateknisessä suunnittelussa



niin kunnallisella kuin yksityisellä sektorillakin. Ohjelmiston käyttö ei kuitenkaan ole täysin ongelmaton ja yksiselitteistä, ja aikojen kuluessa onkin useille käyttäjille muodostunut täysin omat käyttötavat ja työskentelyjärjestykset. Suuren haasteen luovat eri kuntien ja kaupunkien omat vaatimukset suunnitelmien ulkonäköseikkojen suhteen, mikä käytännössä tarkoittaa erilaisten AutoCAD-tasojärjestelmien ja piirto-sääntöjen käyttöä. Yhteistyö kuntien välillä ei ole yksiselitteistä, ja suunnittelijan on oltava tietoinen käytettävästä tasojärjestelmästä. Novapointin käyttöön liittyy näin ollen monia käytännön ongelmia, ja käytön vastustustakin on herännyt työntekijöiden joukossa, jotka pitkään suunnittelivat kynän ja paperin avulla joutuen lopulta sopeutumaan tietokoneavusteiseen suunnitteluun.

Ongelmaksi on noussut siis yhtenäisten toimintamallien puute. Tämän opinnäytetyön keskeisenä tavoitteena on laatia käsikirja Novapointin käytöstä suunnittelutyökaluna sekä yhtenäistää olemassa olevaa tietoa. Tarkoituksena on selventää epätietoisuutta ja luoda järjestystä tällä hetkellä hajanaiselta tuntuvaan ohjeistukseen. Lisäksi tavoitteena on kirjoittaa tarkempi ohjeistus Joensuun kaupungille tehtäviin suunnitelmiin siten, että uusi suunnittelija löytää tarvitsemansa kaupungin ohjeistuksen mukaiset tiedot samoista kansista.

Työn toteutus aloitetaan tutustumalla eri kaupunkien omiin suunnitteluohjeistuksiin. Käsikirjaa laaditaan tekemällä erilaisia harjoituksen omaisia projekteja, joissa saadusta lähtöaineistosta muokataan maastomalli, johon pohjautuen voidaan katu- ja vesihuoltosuunnitelmia tehdä. Työprosessin eteneminen kuvataan vaiheittain käsikirjassa siten, että myös ohjelmistoa vähän käyttänyt henkilö pysyy mukana. Käsikirjaan laaditaan osiot myös tulostuskuvien, koneohjaustiedostojen sekä virtuaalimallien tekemiselle.

Lopputuloksesta esimerkiksi uusi suunnittelija tai vastavalmistunut saa kuvan siitä, millaisilla menetelmillä yleensä toimitaan ja kuinka suunnittelu etenee. Tekstissä paneudutaan lähinnä vieraisiin ja ongelmallisiin ohjelman käyttökohtiin, eikä niinkään itse tekniseen suunnitteluun. Suunnittelu on projektista riippuen tapauskohtainen prosessi, johon löytyy apua ja ohjeita niin InfraRYL:stä kuin suunnittelutyökalujen käyttöoppaistakin.

## 2 TIETOMALLIEN KÄYTTÖ INFRARAKENTAMISESSA

### 2.1 Yleistä virtuaali- ja tietomalleista

#### 2.1.1 Virtuaalimallit

Virtuaalimallilla tarkoitetaan suunnitelman tarkkaa kolmiulotteista mallia, jota tietokoneella voidaan katsella eri kuvakulmista pyöritellen. Virtuaalimallit ovat hyviä rakennetun ympäristön suunnittelun apuvälineitä, jolloin voidaan esimerkiksi tarkistaa, miltä suunniteltu rakenne näyttää maastossa. Jos samaan virtuaalimalliin yhdistetään eri suunnittelualueiden suunnitelmat, puhutaan *koordinaatiomallista*, jossa yhdistyvät kaikki suunnittelun osa-alueet yhdeksi tietomalliksi. (Ramboll Finland Oy; Vianova Systems Finland Oy.)



Kuva 1. Virtuaalimallinäköymä tiestä (Kuva: © Vianova Systems Finland Oy)

Virtuaalimalli perustuu tarkkaan mitoitettuun suunnitelmätietoon, joten se ei ole vain taiteilijan visuaalinen näkemys kohteesta. Malli on kopio tulevasta rakenteesta ja sen ympäristöstä, mutta sen avulla myös muutostarpeet ja toiveet tulevat parhaiten esille jo silloin, kun niihin voi vielä vaikuttaa. Virtuaalimalleja voidaan tehdä siis jo suunnittelun varhaisessa vaiheessa. Katseluohjelman avulla mallissa voidaan liikkua paikasta toiseen vapaasti maan tasalla tai vaikka lentäen. Esityksiä varten malliin voidaan tallentaa myös valmiita kulkureittejä. Kuvassa 1 on havainnollistava esimerkki mallinnetusta tiestöstä ympäristöineen, mikä todellisuudessa olisi hyvin samannäköinen. (Junnonen 2009, 77; Ramboll Finland Oy.)

Tie- ja katusuunnitelmia on helppo havainnollistaa virtuaalimalleilla esimerkiksi yleisötilaisuuksissa. Kolmiulotteiset mallit kertovat "maallikolle" enemmän kuin pelkät viivat ja luvut paperilla, sillä 3D-mallissa tasokuvien korkeuskäyrät heräävät eloon ja luovat suunnitelmalle aivan uuden ilmeen. Virtuaalimallilla voidaan helposti havainnollistaa esimerkiksi suunnitellun väylän vaikutuksia alueen maisemaan. Malleja hyödynnetäänkin paljon silloin, kun suunnitteluryhmän ulkopuolinen henkilö arvio hanketta ja joutuu tekemään päätöksiä suunnitelmien perusteella. (Ramboll Finland Oy.)

Virtuaalimalliin on helppo yhdistää erilaisia suunnitelmia, jolloin päästään tarkastelemaan eri osa-alueiden yhteensopivuutta. Virtuaalimalleja hyödynnetään paljon esimerkiksi vesihuoltosuunnitelmien putkien törmäystarkasteluissa, joissa voidaan nähdä olemassa olevien putkien sijainti sekä uudet suunnitelmat. Tien tai kadun mallia voidaan tarkastella taas autoilijan näkökulmasta ja varmistua siitä, että näkymäalueet haluttuihin suuntiin eivät ole estyneet esimerkiksi viitoituksien tai melurakenteiden vuoksi. Ajoneuvosimulaatiolla koetaan myös tien geometriat, joita päästään helposti korjaamaan tarpeen tullen. (Junnonen 2009, 77.)

Virtuaalimalleista on suurta hyötyä myös nykypäivän automatisoituville työmaille. Mitä enemmän digitaalista tietoa siirretään, sitä tarkempi on oltava tiedon virheettömyydestä. Virtuaalimalleista tarkastetaan nopeasti työmaalle vietävä tieto ennen kuin se ohjataan työkoneeseen. Mallista nähdään heti, jos jokin pinta tai piste on väärin, ja ongelma on vielä korjattavissa ilman suuria kustannuksia. (Junnonen 2009, 79.)

Virtuaalimallien käyttö lisääntyy koko ajan. Kun suunnitelman ymmärrettävyys paranee, nopeutuu myös hankkeen aikataulu. Osallistujat pääsevät helpommin mukaan keskusteluun tilaajan ja suunnittelijoiden kanssa, kun suunnitelma on helposti tulkittavassa muodossa. Mallista voidaan arvioida ratkaisuja sekä kartoittaa ongelmakohtia, kun tehdään ns. virtuaalisia maastokäyntejä. Tulevaisuudessa mallit eivät pelkästään havainnollista kolmiulotteisia rakenteita vaan myös rakentamisen prosesseja, laatua ja kustannustietoa. 5D-mallien avulla voidaan havainnollistaa työvaiheet, massojen siirrot sekä tilapäiset liikennejärjestelyt. Suunnittelujärjestelmien kehittyessä päästään virtuaalimallien kanssa yhä lähemmäksi hanke- ja esisuunnittelua. Uudet tuotetietomallit mahdollistavat tiedon siirtymisen suunnitteluvaiheesta ja järjestelmästä toiseen, ja virtuaalimallit ovat näkymä näihin tuotetietomalleihin ja tulevaisuudessa myös käytölliittymä niiden hallintaan. (Junnonen 2009, 80; Ramboll Finland Oy.)

## 2.1.2 Tietomallit

Infratietomallilla tarkoitetaan digitaalisessa muodossa olevaa, infrarakenteen koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuutta. Käytännössä tämä tarkoittaa rakenteen kolmiulotteisen tietokonemallin lisäksi tiedon siirtämistä ja jakamista rakennusprosessin eri osapuolten välillä. Tietomalliin määritetty rakenteen geometria ja kolmiulotteisuus lisäävät havainnollisuutta, ja mallin avulla voidaan simuloida erilaisia tilanteita. Tarkoituksena on koota kaikki tarvittava tieto yhteen ja auttaa hallitsemaan rakennussuunnittelun kokonaisuutta. Tietomalli-käsitteen synonyymeja ovat tuotemalli sekä tuotetietomalli, ja talonrakennusalalla puhutaan BIM:stä (*Building Information Model*). Infra-alalla vastaava termi on infraBIM (*Infra Built Environment Information Model*). (Rakennustieto; Suomen Rakennusinsinöörien Liitto; Väisänen 2010, 38.)

Tuotemallintaminen muuttaa esimerkiksi väylärakenteen suunnittelun perinteisestä viivapiirtämisestä 3D-suunnitteluksi. Perinteisesti CAD:lla luotu 3D-kuva poikkeaa tietomallista siten, ettei CAD-kuva sisällä itsessään mitään varsinaista informaatiota rakenteen ominaisuuksista. CAD:n 3D-kuvassa on siis vain piirto-objekteja, muttei varsinaista tietosisältöä. Infratietomalli sisältää informaatiota muun muassa rakenteen geometriasta, tilallisista suhteista, eri rakenneosien määristä ja ominaisuuksista sekä maantieteellisistä ominaisuuksista. Tietomalliin voidaan teoriassa sisällyttää myös esimerkiksi aikataulutus, hinnat ja hankinnat. Kun infrarakenteesta on laadittu tietomalli, voidaan tietoja tarkastella sekä 3D-näkymässä että kaksiulotteisten piirustusten avulla. Mallista saa tulostettua suunnitelmakuvien lisäksi esimerkiksi paalukohtaisia kustannus- ja massaluetteloita, joiden muodostaminen perinteisillä suunnittelumenetelmillä vaatisi paljon aikaa ja vaivaa. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto.)

Tietomallipohjaisen toimintatavan edut dokumenttipohjaiseen nähden ilmenevät ennen kaikkea tiedon yhtenäisyydessä. Informaatio ei ole hajallaan eri piirustuksissa ja raporteissa vaan yhtenäisessä mallissa, josta voidaan eritellä ja tulostaa tarpeen mukaan yksittäisiä dokumentteja. Sähköiset ja paperiset erilliset suunnitelmapiirustukset voivat sisältää keskinäisiä ristiriitoja, kun suunnitelmien yhteensopivuutta ei voida automaattisesti tarkistaa. Tietomalli itsessään varmistaa dokumenttien ristiriidattomuuden. Yhden tiedon muokkaus mallissa päivittyy kaikkiin piirustuksiin, laskelmiin ja näkymiin, mikä nopeuttaa työskentelyä huomattavasti. Toisaalta tästä aiheutuu myös suurimmat tietomallien käyttöön liittyvät riskit, kun yhden tiedon päivitys vaikuttaakin samalla koko malliin eikä vain sen yhteen osaan. Tietomallien käyttöönotto vaatii siis tarkkuutta ja tietoa siitä, mihin kaikkeen omilla suunnitelmilla voi vaikuttaa. (Rakennustieto.)

Tietomallien edut tulevat esille myös suunnitteluvaiheen eri vaihtoehtojen vertailussa, joka on helppoa yhdenvertaisilla malleilla, ja eri hankevaiheet voivat limittyä ja olla osittain päällekkäisiä. Perinteisen vaiheistetun rakennushankkeen edelliset vaiheet tulee aina saada päätökseen ennen seuraavan aloittamista. Tietomallihankkeen osapuolet työskentelevät erillään, mutta työntulokset yhdistetään ns. yhdistelmämalliksi. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto; RT 10-10992.)

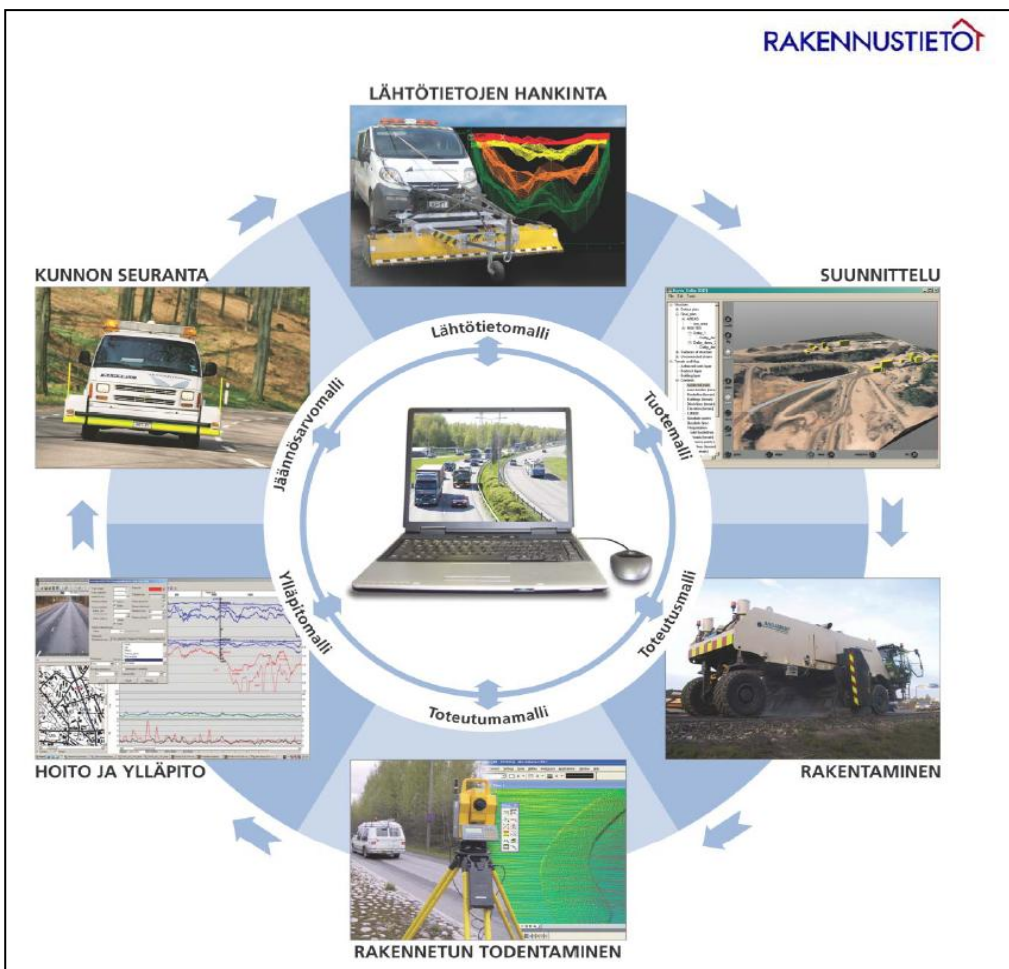
## 2.2 Tietomallinnus infra-alalla

Infrarakentamisen tuottavuuden kasvu on pysähtynyt, ehkä jopa laskenut viimeisen 20 vuoden ajan (Vianova Systems Finland Oy 2005, 2). Infra-alan kehitys on kuitenkin ollut nopeaa niin suunnittelun kuin työmaidenkin osalta. Tehokkuusvaatimukset sekä tiedonkulun ja kustannustietoisuuden tarpeet ovat kasvaneet, ja ala kaipaa työkaluja toiminnan tehostamiseen. Tietomalli on yksi ratkaisu tähän, vaikkakin Suomen infra-alalla ollaan tietomallinnuksen osalta vielä aika alkutekijöissä. Esimerkiksi Norjan Rambøll Norway on edelläkävijänä toteuttanut merkittäviä tiehankkeita tietomalliin perustuen käyttäen koordinaatiomallia. Tietomallinnus ei Suomen infrasektorillakaan ole täysin uusi ja vieras asia, mutta siitä ei olla saatu samanlaista hyötyä irti kuin esimerkiksi talonrakennusalalla. Käyttö on ollut lähinnä suunnitelmien visualisointia, eikä niinkään kokonaisvaltaista hyödyntämistä rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisien tietojen käsittelyssä. (Junnonen 2009, 5; Vianova Systems Finland Oy 2010.)

Nykypäivän ongelma liittyy nimenomaan tiedonsiirtoon; suuri osa projektin eri vaiheissa syntyvästä tiedosta katoaa siirryttäessä eteenpäin esimerkiksi suunnittelusta rakentamiseen. Rajapinnoissa useat toimijat joutuvat tekemään turhaa ja päällekkäistä työtä tiedon muokkaamiseksi vastaamaan omia tarpeitaan. Tietoja kirjoitetaan ohjelmasta toiseen ja edelleen eri toimijoille kuva- ja tekstitiedostoina. SKOL:n selvityksen mukaan projekteissa saattaa kulua jopa 30 % ajasta tiedonsiirto-ongelmien ratkomiseen. Ala tarvitsee yhtenäiset standardit, joihin kaikki toimijat sitoutuvat. Mikäli järjestelmät mallintavat tiedot yhtenäisellä tavalla, voidaan niiden välillä tietoa siirtää yhdessä sovitun standardin mukaan. (Junnonen 2009, 91; Rakennustieto; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka 2003; Väisänen 2010, 38.)

## 2.2.1 Infrahanke nyt ja tulevaisuudessa

Infran suunnittelu on yleensä vaiheittain tarkentuva prosessi, jossa mukana on useita suunnittelijoita ja asiantuntijoita. Perinteisesti suunnittelija saa erilaista lähtötietomateriaalia eri formaateissa. Yksinkertaista olisi, jos kaikki lähtöaineistot olisivat yhtenäisessä ja samassa mallissa. Näin ei kuitenkaan ole, joten suunnittelija koostaa tiedoista mahdollisimman yhtenäisen ja sähköisen koosteen suunnittelun pohjaksi. Suunnittelija voi luoda suunnitteluohjelmistollaan tietomallin, mutta toimittaa rakentajalle kuitenkin vaan sähköisiä tai paperisia tulosteita. Rakentaja tekee taas saamistaan tulosteista malleja työmaan tarpeisiin, jolloin tiedon häviämiskasva. Tietojen kopioiminen paikasta toiseen saattaa hävittää osan tiedoista ja vain murto-osa olemassa olevasta tulee ylipäättänsä hyödynnetyksi. Tietomallityöskentelyn ydin on nimenomaan tiedon jakamisessa, jotta päästään eroon työläästä kopioimisesta. (Rakennustieto; Väisänen 2010, 38.)



Kuva 2. Tuotemallintamisessa infrarakenteiden suunnittelutieto kulkee infrahankeiden eri vaiheiden läpi. (Rakennustieto. Lupa kuvan käyttöön saatu, Image Builder Oy/Infra 2010-ohjelma)

Optimaalisessa tilassa suunnittelutieto kulkee infrahankkeen koko elinkaaren läpi paloittain rakentuvan tuotemallin avulla (kuva 2). Mallin rakennus lähtee liikkeelle jo lähtötietojen hankinnassa, kun maastossa tehdään mittauksia. Mittaustiedot, kuten maaston korkotiedot, muodostavat ns. lähtötietomallin, jonka pohjalta suunnittelija tekee tarvittavat suunnitelmat. Suunnitelmat esitetään tuotemallissa, joka toimitetaan rakentajalle. Koneohjauksen (ns. toteutus- ja toteutumamallit) avulla rakennetaan ja todennetaan aikaansaannokset. Mallia edelleen täydentämällä saadaan ylläpitomalli, jonka avulla voidaan hoitotoimenpiteet tehdä helposti ja vaivatta. Lopulta jäljelle jää ns. jäännösarvomalli, joka liittyy valmiin rakenteen kunnon seurantaan ja tarkkailuun.

### 2.2.2 Koneohjaus

Koneohjausjärjestelmien ja työmaa-automaation käyttö on lisääntynyt maanrakennustyömailla mittauslaitteiden ja satelliittijärjestelmien kehityksen myötä. Nykyaikaiset koneohjausjärjestelmät nopeuttavat, helpottavat, tuovat lisää tarkkuutta ja lisäävät työn tuottavuutta. Työmaalla pienestäkin ylikaivusta voi aiheutua suuria kustannuksia, kun lisää materiaalia pitää kuljettaa turhaan poistetun tilalle. Automaattista koneohjausta voidaan hyödyntää monissa työmaakoneissa, kuten kaivu- ja puskukoneissa, tiehöylissä sekä ruoppaajissa. (Junnonen 2009, 95.)

Tietomalleja hyödyntävä 3D-koneohjaus on yksinkertaisimmillaan suunnittelijalta saatavan digitaalimallin lataamista työkoneessa sijaitsevaan ohjausjärjestelmään, jolloin koneen sensorit ohjaavat työkoneen oikeaan korkoon ja kallistukseen oikeassa paikassa (TopGeo Oy). Koneohjausjärjestelmä koostuu ohjelmistosta, liike- ja kallistusantureista sekä paikannusjärjestelmästä, joka voi taas perustua esimerkiksi takymetriohjaukseen tai satelliittipaikannukseen. Nykyisillä laitteilla saavutetaan n. 1-10 cm:n työtarkkuus. Koneiden ohjelmistoista suurin osa käyttää omaa tiedostomuotoa työn toteutukseen, mutta useat valmistajat tukevat vähintään osittain LandXML-muotoa. (Junnonen 2009, 96.)

Tulevaisuudessa suunnitelmat voisivat mennä suoraan suunnittelijalta tietomallimuotoisena työkoneeseen. Menetelmä ei kuitenkaan ole riskitön, jos kukaan ei tarkista suunnitelman sopivuutta muihin suunnitelmiin ja työvaiheisiin. Työmailla tarvitaan usein mittahenkilöstöä tarkistamaan laitteiden koordinaatit sekä kalibroimaan mita-anturit, joten kokonaan ei työmaakaan voi vielä hetkeen automatisoitua. Koko toimintakokonaisuuden optimoimiseksi on tärkeää, että laitteet toimivat ja ovat luotettavia. (Junnonen 2009, 96.)

### 2.2.3 RYM Infra FINBIM ja InfraTM -hankkeet

Infra-alan tulevaisuuden tavoitteena on tuotemallipohjainen tiedonhallinta ja yhteinen tuotemallistandardi. Tavoitetta ajaa eteenpäin muun muassa RYM Infra FINBIM -kehitysohjelma (2010 - 2013), jonka visiona on, että vuonna 2014 suuret infranhaltijat tilaavat vain tietomallipohjaista palvelua. Tavoitteena on kehittää Suomen infra-alalle tietomallipohjaisen toiminnan edellyttämät uudet toimintamallit. Infra FINBIM liittyy laajempaan PRE-ohjelmaan (*Built Environment Process Re-engineering*), joka on eräs RYM Oy:n tutkimusohjelmista. Vuonna 2009 perustettu RYM Oy toimii rakennetun ympäristön strategisen huippuosaamisen keskittymänä, ja toiminnan ytimen muodostavat yritysten tulevaisuuden liiketoimintatarpeita ja kansainvälisen kilpailukyvyn kehittämistä edistävät tutkimusohjelmat. PRE-ohjelman tavoitteena on luoda kiinteistö-, rakennus- ja infra-alalle uusia toimintatapoja ja -malleja panostaen tietomallintamisen kehittämiseen ja hyödyntämiseen infra-alalla. Infra FINBIM on yksi PRE-ohjelman kuudesta työpaketista. Ramboll Finland Oy on myös mukana RYM Infra FINBIM -kehitysohjelmassa. (RYM Oy.)

Infra-alan yhteiseen tietomalliin tähtää myös InfraTM-hanke, joka tekee tiivistä yhteistyötä RYM Oy:n kanssa. Hanke on käynnissä Liikenneviraston, Infra ry:n ja seitsemän eri kaupungin toimeksiannosta. Hankkeen tavoitteena on suunnata ja vauhdittaa infra-alan muutosta kohti tuotemallipohjaista elinkaaritiedon yhteiskäyttöä. Kehitteillä on InfraBIM-tietomalli, joka perustuu kansainvälisiin paikkatieto- ja tuotemallistandardeihin sekä kotimaiseen vakionimikkeistöön. Tavoitteena on infran suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon prosessien tukeutuminen samaan ja yhtenäiseen tuotemallistandardiin. (Rakennustieto.)

### 2.3 Tiedonsiirto ja standardit

Tiedonsiirto sovelluksesta toiseen on merkittävä osa infrahankkeen elinkaarta, ja sitä tarvitaan jatkuvasti. Tietojen konvertointi on työlästä, ja tietohävikkiriski on olemassa. Tietotekninen kehitys on aiheuttanut myös monien eri formaattien käyttöönoton, ja ohjelmien käytön merkittävimpiä käytännön ongelmia ovatkin erilaiset yhteensopivuusongelmat sekä yhtenäisen siirtoformaatin puute. Ongelmat ilmenevät muun muassa vaikeutena jatkohyödyntää suunnitelmien sisältämää informaatiota rakennushankkeen seuraavassa vaiheessa. Ratkaisuksi on kehitelty tuotemallipohjaisia tiedonsiirtomenetelmiä, ja kokemukset talonrakennuksen tuotetietomallistandardien soveltamisesta ovat olleet myönteisiä. (Junnonen 2009, 45.)



Käytössä olevista formaateista yleisimmät ovat tekstitiedostoja, ns. ascii-formaattia, jotka ovat siirrettävissä erilaisissa kone- ja käyttöjärjestelmäympäristöissä. Osa formaateista taas voidaan lukea vain samalla ohjelmistolla samassa käyttöjärjestelmässä. Lisäksi käytössä on CAD-ohjelmien omia formaatteja, joilla voidaan siirtää esimerkiksi karttamuotoista tietoa. Maastomallien ja pohjakarttojen siirto on CAD-ohjelmiin perustuvilla formaateilla mahdollista, kun taas vesihuoltoverkoston ja väylärakenteiden siirto on lähes mahdotonta näillä tiedostomuodoilla. (Junnonen 2009, 45.)

### 2.3.1 InfraModel

Tiedonsiirto-ongelman ratkaisemiseksi vuosina 2002 - 2003 oli käynnissä "*Infrasuunnittelun tietomalli tiedonsiirtoon*" eli InfraModel-tutkimushanke, joka sai jatkoa InfraModel2-kehityshankkeesta vuosina 2004 - 2005. Hankkeiden taustalla oli infraprojektien eri osapuolten välisen tiedonsiirron tehottomuus, josta aiheutuu huomattavia lisäkustannuksia. InfraModel-hankkeessa keskityttiin ennalta määriteltyjen tiedonsiirron ongelma-alueiden kehitykseen, ja toisen hankkeen tavoitteena oli ensisijaisesti synnyttää dokumentoitu tiedonsiirto-standardi (VTT Rakennus- ja yhdyskuntateknikka 2003). Jälkimmäisen hankkeen lopputuloksena toteutettiin uusi sekä avoin Inframodel-tiedonsiirto -menetelmä, joka soveltuu liikenneväylien suunnitelmätietojen siirtoon. Menetelmä perustuu kansainväliseen LandXML-standardiin, jota tarkennettiin soveltuvaksi pohjoismaiseen käytäntöön. Inframodel on infra-alan toimijoille avoin menetelmä, ja Tiehallinto sekä Ratahallintokeskus edellyttävät suunnitelmätietojen toimittamista inframodel-muodossa. (Infra 2010; Junnonen 2009, 46.)

Inframodel tarjoaa luotettavamman ja laajemman tavan siirtää tietoa kuin muut aiemmat tekstiformaatit, ja tiedonsiirto toimii niin hyvin kuin se nykyisten ohjelmaversioiden välillä on mahdollista. Inframodelin avulla on parannettu ennen kaikkea väylärakenteen ja vesihuoltoverkoston tiedonsiirtoa. Inframodelia tullaan jatkossa vielä kehittämään ja laajentamaan, ja pitkän tähtäimen tavoitteena on määritellä avoin ja yhtenäinen infra-tuotetietomalli, jolla yhtenäistyy eri ohjelmistojen tietomallit. (Junnonen 2009, 52.)

### 2.3.2 IFC

Talonrakennusala on infrasektoria pidemmällä yhteisen tietomallistandardin kehityksessä. Suuri osa toimijoista on saatu mukaan yhteiseen IFC-standardiin perustuvaan kehitystyöhön. IFC (*Industry Foundation Classes*) on kansainvälinen tiedonsiirtostandardi, joka mahdollistaa eri suunnittelijoiden mallien kokoamisen yhdeksi tietomalliksi. IFC on ohjelmistoriippumaton neutraali tiedonsiirtomuoto rakentamisen ja kiinteistönpidon eri tietojärjestelmien välillä, joka ei kuitenkaan sellaisenaan ole yhteensopiva infrahankkeiden kanssa. Kaikki yleisesti käytössä olevat mallinnusohjelmat tukevat IFC-tiedostomuotoa. Standardia kehittää IAI-järjestö (*International Alliance for Interoperability*). IFC:hen on talonrakennuksen näkökulmasta liitetty myös joitakin infrarakentamiseen liittyviä laajennustarpeita, kuten pohjatutkimukset sekä geotekninen suunnittelu. IFC-pohjainen tiedonsiirto mahdollistaa tietomallien yhteiskäyttöisyyden ja jakamisen hankkeen osapuolien välillä. (Karstila, 6 - 7).

### 2.3.3 LandXML

Infran suunnitelmatiedon siirtoon sekä arkistointiin on käytetty kansainvälistä LandXML-standardia, joka on infratiedon hierarkisena puurakenteena kuvaava tiedonsiirtoformaatti. Vuonna 2000 Autodesk käynnisti LandXML-hankkeen, joka tähtää infrasuunnittelutiedon avoimeen XML-pohjaiseen tiedonsiirtoon eri järjestelmien välillä. XML-kieltä (*eXtensible Markup Language*) käytetään formaattina esimerkiksi tiedonvälitykseen eri järjestelmien välillä, ja käytöllä pyritään muun muassa yhdenmukaiseen tallennusmuotoon sekä suunnittelutoimistojen riippumattomuuteen tietystä ohjelmistotoimittajasta. XML-dokumenttien käyttö parantaa sisällön monikäyttöisyyttä ja tiedon säilyvyyttä, helpottaa tiedon hakemista sekä auttaa suunnittelijaa välttämään sisältövirheitä. (Junnonen 2009, 47; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka 2003.)

## 2.4 Tietomallinnuksen tulevaisuus ja hyödyt

Tuotemallintamisen on katsottu mahdollistavan infraprojektien merkittävän tehostamisen, kun suunnittelutieto kulkee rakenteen alkuvaiheen suunnittelusta valmiin rakenteen ylläpitoon asti helposti, nopeasti ja ilman tietohävikkiä. Tietomallipohjaisella suunnittelulla saavutetaan monia selviä hyötyjä. Rakenteen koko elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten hallinta helpottuu ja ylläpito tehostuu. Rakenteiden korjaustarpeiden ennakointi mahdollistuu, kun ylläpitäjällä on hallussaan rakenteen suunnittelu- ja toteutustiedoista luotu tuotemalli. Tilaaja hyötyy saadessaan parempaa laatua kus-

tannustehokkaampaan hintaan. Prosessit nopeutuvat ja niitä on helpompi hallita. Tietomallin ansiosta prosessin lopputulos tiedetään etukäteen. Muun muassa luotettava kustannusarvio ja toimitusaika ovat helpommin määritettävissä. (Syvärinen 2007, 15 - 17)

Infra-alan vetovoimaisuus myös lisääntyy, kun tuote- ja ohjelmistoriippuvuus vähentyy. Suunnittelijat hyötyvät kansainvälisesti yhteensopivasta toimintamallista, ja resursseja voidaan käyttää tehokkaammin. Virheiden määrä vähenee ja työmaa-automatio kehittyy. Koneohjauksella voidaan välttää perinteinen mittamiehen työ, jossa suunniteltu digitaalinen malli siirretään maastoon merkkien avulla. Kehittyvän toimialan imago houkuttelee alalle myös kehityskykyistä uutta työvoimaa. Alalta jää eläkkeelle suuri määrä osaajia, joten uutta osaamista tarvitaan nuorten suunnalta. (Rakennustieto; Väisänen 2010, 38.)

Kun alalle saadaan vähintään pohjoismainen yhtenäinen tuotemallistandardi, tulee tiedonsiirrosta sujuvaa. Hankkeen koko elinkaaren aikaisten tietojen saaminen samaan malliin hyödyttää infrastruktuurin omistajia arvioiden mukaan peräti n. 140 - 200 M€ vuodessa (Vianova Systems Finland Oy 2005, 3). Suurin saavutettava etu tietomallinnuksella on, ettei tieto häviä prosessin missään vaiheessa, vaan päinvastoin kasvaa koko ajan. Tietomalleihin perustuva työskentelytapa sekä mallien käsittely edellyttävät uusia käytäntöjä ja toimintatapoja, joten omaksuminen vie oman aikansa. Tavoitteena on muuttaa alan toimintatavat perusteellisesti, eikä sitä saavuteta hetkessä, vaan kyseessä on vuosia kestävä prosessi. (RT 10-10992.)

### 3 PROJEKTIN ALOITUS NOVAPPOINTILLA

AutoCAD:n yhteydessä toimiva Novapoint on yhdyskuntatekniikan suunnitteluun tarkoitettu ohjelmisto, jonka eri modulit käyttävät yhteistä tietomallia. Tässä työssä käsitellään väylä- ja vesihuoltosuunnittelua, joiden toteutus tapahtuu vuorovaikutteisessa yhteistyössä. Suunnitelmat perustuvat kiinteästi projektin alussa luotavaan maastomalliin. Seuraavat osiot käsittelevät Novapointilla tehtävän projektin aloittamista, Road ja Water/Sewer -moduleilla tehtävää suunnittelua ja suunnitelmien tulostamista, virtuaalimallinnusta Virtual Mapilla sekä koneohjaukseen soveltuvien siirtotiedostojen muodostamista. Taustaoletuksena on, että lukija on aiemmin käyttänyt ohjelmistoa edes hieman, joten kaikkia työvaiheita ei selosteta jokaisen eri klikkauksen kautta läpi.

#### 3.1 Yleistä hakemistorakenteista

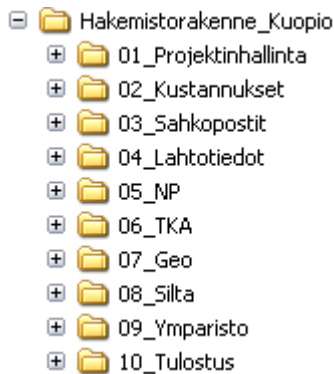
Jokainen suunnitteluprojekti sisältää suuren määrän erilaisia tiedostoja ja dokumentteja, joiden järjestelmällinen jäsentely on tärkeää. Jokainen projekti aloitetaan luomalla projektille hakemistorakenne, jonne saatu lähtöaineisto ja tehtävät suunnitelmat sekä muut projektidokumentit talletetaan niille varattuihin sijainteihin. Samassa projektissa voi olla useampia suunnittelijoita mukana, ja on tärkeää, että kaikki tietävät minne omat suunnitelmat talletetaan ja mistä löytyy tarvittaessa muiden tekemiä suunnitelmia ja dokumentteja. Projektitiedostojen hakemistorakenteen tulisi olla kaikkien projektin osapuolten tiedossa.

Eri tilaajakaupungeilla, kuten Helsingillä ja Joensuulla, on omat erilaiset hakemistorakenteensa, joita suunnittelijan tulee käyttää tilaajalle tehtävissä projekteissa. Hakemistorakenteissa on yhtäläisyyksiä, mutta myös paljon eroja, joten yleensä pääkaupunkiseudulle suunnitteleva suunnittelija ei helpolla löydä Joensuun kaupungin käyttämästä kansiorakenteesta haluamaansa tiedostoa.

#### 3.2 Kuopion hakemistorakenne

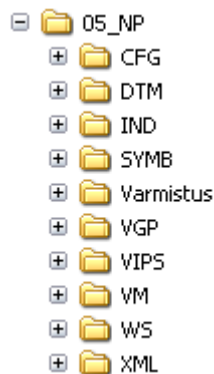
Osana tätä opinnäytetyötä tehtiin Kuopion suunnittelukohteille käytettävä oma hakemistorakenne, jollaista ei aiemmin ollut olemassa (kuva 3). Hakemistorakenne pohjautuu jaotteluun, jossa kansiot 01...04 koskevat projektinhallintaa, kansio 05 sisältää

Novapointtiin liittyvät tiedostot, kansiot 06...09 ovat eri tekniikka-alueiden kansioita ja viimeiseen kansioon nro 10 kerätään koko lopputulos tulostuskunnossa. Eri tekniikka-alat ovat tässä Tie-, katu- ja aluesuunnittelu, geotekninen suunnittelu sekä silta- ja ympäristösuunnittelu. Kaikissa eri projekteissa ei luonnollisestikaan tule jokaiseen kansioon sisältöä. Seuraavissa kappaleissa kuvataan tarkemmin ainoastaan 05\_NP sekä 10\_Tulostus -hakemistojen sisältö ja käyttäminen.



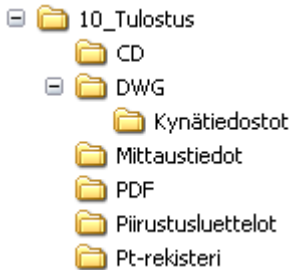
Kuva 3. Kuopion hakemistorakenne

Projektin hallinnan kannalta on suositeltavaa, että Novapoint-hakemiston eri alikansioihin talletetaan erityyppiset suunnitelmatiedot. Hakupolun pituus kannattaa myös pitää mahdollisimman lyhyenä. 05-kansion alle luodaan Novapointtiin liittyvät kansiot projektin piirtosäännöille (CFG), maastotietokannalle (DTM), projektikohtaisille väylien poikkileikkauksille (IND), käytetyille projektikohtaisille poikkileikkaussymboleille (SYMB), linjojen geometriatiedoille (VGP), väylämalleille (VIPS), virtuaalimalleille (VM), vesihuoltojärjestelmän suunnittelutiedostoille (WS) sekä xml-siirtotiedostoille (XML) (kuva 4). Eri tiedostotyyppien käytöstä puhutaan lisää seuraavissa luvuissa.



Kuva 4. Novapoint-hakemisto

Novapoint-projektin pikakäynnistyskuvake luodaan suoraan 05\_NP-kansion alle. Käynnistyskuvakkeen työkansioksi asetetaan haluttu, esim. 06\_TKA-kansio. Projektitiedosto (\*.NCP) tallennetaan WS-kansioon. Projektin perustamisesta kerrotaan lisää kappaleessa 3.3 *Projektin aloitus*.




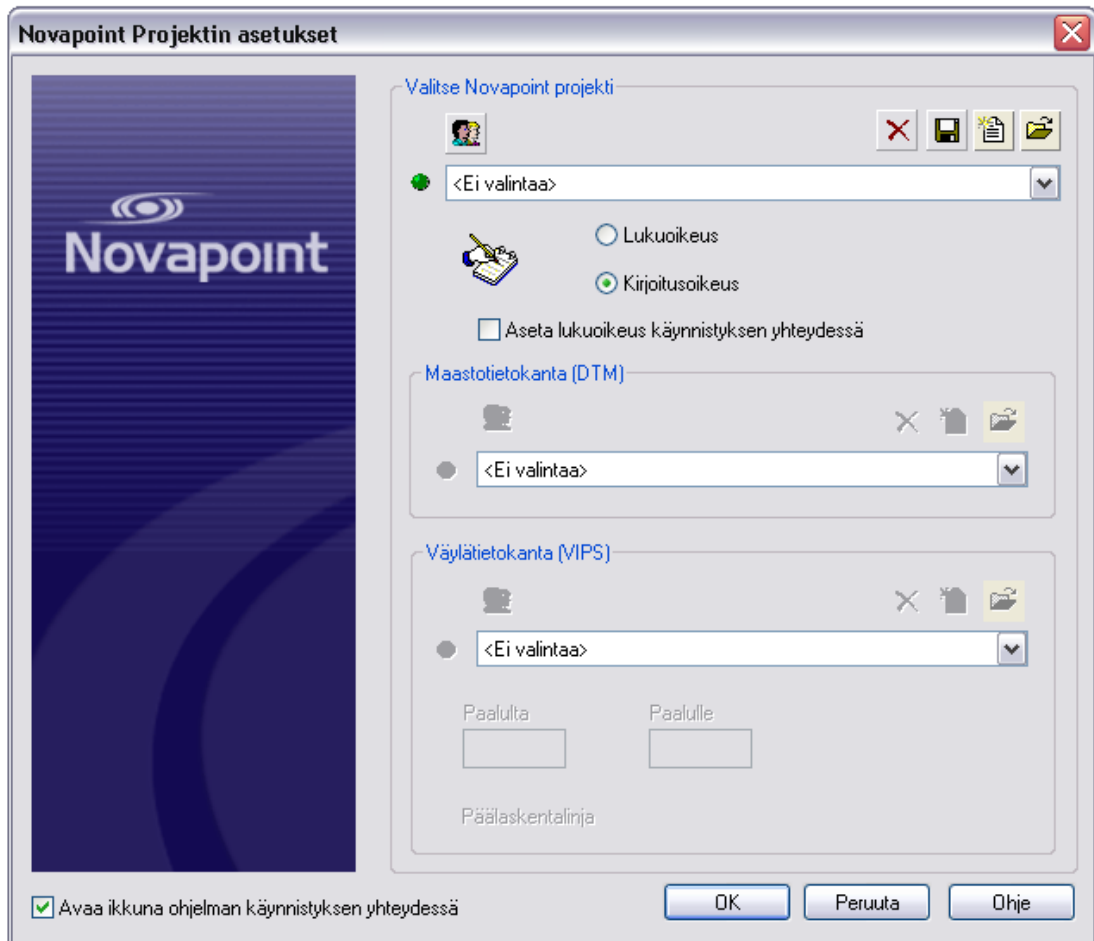
Kuva 5. Tulostus-hakemisto

Kuvan 5 mukaiseen hakemistoon on tarkoituksena koota kaikki valmiit suunnitelmat, jotka voidaan sellaisenaan tulostaa joko paperille tai sähköisesti. DWG- ja PDF-muotoiset piirustukset tallennetaan eri alakansioihin. Kaikista piirustuksista pidetään yllä myös Excel-pohjaista piirustusluetteloa. DWG-kuviin oleellisesti liittyvät *kynätiedostot* määrittelevät käytettävät tulostusasetukset (*plot styles*), joista kerrotaan enemmän kappaleessa 6.2. Hakemistosta löytyy kansiot myös tarvittaessa CD:lle poltettavalle materiaalille, mittauksien tiedoille sekä pohjatutkimusrekisterille.

### 3.3 Projektin aloitus

Kun hakemistorakenne on luotu, voidaan Novapoint-pikakäynnistyskuvake kopioida työpöydältä sille varattuun sijaintiin. Uuden pikakuvakkeen *Properties*-valikosta voidaan muokata *Start in* -kohtaan haluttu työkansio.

Nyt ohjelmisto voidaan käynnistää luodusta pikakuvakkeesta. Ennen työskentelyn aloitusta tulee luoda uusi projekti, maastotietokanta sekä väyläsuunnittelua tehdessä väylätietokanta -painikkeista (kuva 6). Maastotietokannan ominaisuuskoodikirjastoksi jätetään oletuksena oleva *Finland Standard*. Projekti ja maastotietokanta nimitään projektinumeron mukaan, väylätietokannat taas tapauskohtaisesti esimerkiksi juoksevilla numeroilla (katu1, katu2,...). Projektin asetusten määrittelyn jälkeen valitaan vielä käytettävä mittakaava sekä mittayksikkö. Yleisesti käytettävät mittakaavat ovat vaaka 1:1000 ja pysty 1:100. Mittakaavaa voidaan muuttaa suunnittelun eri vaiheissa (esim. poikkileikkauskuvia piirrettäessä) valikosta *Novapoint - Mittakaava*.



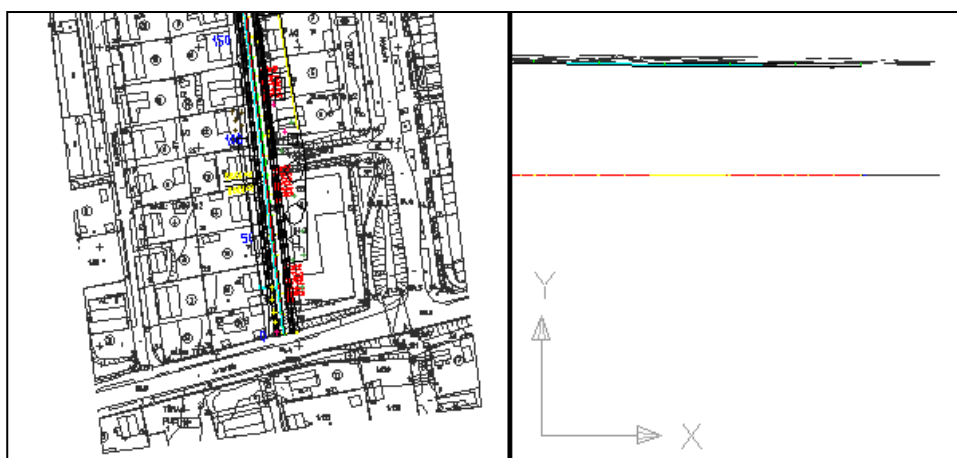
Kuva 6. Projektin aloitus (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

### 3.4 Maastotietokannan muokkaus


Suunnittelun pohjaksi täytyy saadusta lähtöaineistosta luoda Novapointtiin tietokanta, johon tallennetaan mm. tiedot maastosta. Myöhemmin samaan tietokantaan tallentuu myös muita tietoja. Maastotietokanta voidaan luoda esimerkiksi DWG-muotoisesta peruskarttakuvasta, jossa korkeuskäyrille on määritetty oikea z-korko, tai muusta vastaavasta mittausaineistosta. Novapoint Soundings -modulilla voidaan maaperän kairaustutkimustiedoista erotella muun muassa maa- ja kalliopintojen korkotietoja.

Saatua lähtöaineistoa joudutaan usein siivoamaan ennen kuin se soveltuu maastotietokannan lähtökohdaksi. Siivoukseen voi käyttää ohjelmiston automaattisia siivoustyökaluja tai muokata aineistoa manuaalisesti. Manuaalisella tarkastelulla tulee paremmin ilmi, mitkä objektit aineistossa ovat turhia. Suurimpia virheiden aiheuttajia ovat 0-korossa olevat objektit sekä "taivaassa" olevat pisteet, joiden korkotieto poikkeaa huomattavasti muiden objektien korkotiedoista.

Kuvasta tulee siis poistaa kaikki tällaiset objektit tai jäädättää koko tasot, joiden z-koordinaatti on 0, tai muuten poikkeava verrattuna muihin aineiston pisteisiin. Kuvasta siivotaan myös esimerkiksi rakennukset ja muut häiriötekijät siten, että kuvaan jää vain maanpinnan korkoja kuvaavat viivat. Korkotekstit ja kaivot yms. voidaan jättää kuvaan, jos niille on määritelty oikea korko. Lähtöaineisto on helppo siivota manuaalisesti kahden katseluikkunan avulla (kuva 7), joista toisessa näkymä on ylhäältä ja toisessa vasemmalta/oikealta. Tästä nähdään myös, jos jokin piste tai viiva on epätavallisen korkealla. Maastotietokannasta tulee sitä tarkempi, mitä huolellisemmin pohjatytöön käyttää aikaa.



Kuva 7. AutoCADin *viewportit*, Oikeanpuoleisesta katseluikkunasta nähdään helposti tasojen korko

Kun lähtöaineisto on siivottu, voidaan se tallettaa maastotietokantaan (*Novapoint - Maastotietokanta - Talleta piirustus maastotietokantaan...*). Maastotietokannan sijaintina näytetään nyt projektin alituksessa luodun maastotietokannan sijaintikansio (kuva 8). -painikkeesta luodaan uusi ryhmä, joka nimetään esim. maastoaineistoksi ja joka numeroidaan käytettävän ryhmänumero-ohjeistuksen mukaisesti. Ryhmän tyyppi on maanpinta, prioriteetti 0. Lopuksi painamalla *Suorita* voidaan näytöltä valita ne objektit, joista maastotietokanta luodaan.

### 3.5 Ryhmät ja ominaisuskoodit

Maastotietokannan tiedot on hyvä jakaa eri ryhmiksi ja ominaisuskoodiksi, jotta niiden hallinta helpottuu. Hallinta tapahtuu polusta *Novapoint - Maastotietokanta - Ryhmät/Ominaisuskoodit...* (kuva 9). Ryhmät numeroidaan ja nimetään voimassa olevan ohjeistuksen mukaisesti. Liitteessä 1 on Joensuun kaupungin ryhmänumero-



ohjeistus, jota tarvitaan Joensuun kaupungille tehtäviin suunnitelmiin (kts. 9 JOENSUUN KAUPUNGILLE TEHTÄVÄT SUUNNITELMAT). Eri ryhmiä voidaan jatkossa asettaa päälle ja pois (☒/☒), ja asetukset voidaan myös tarpeen tullen tallentaa.

Kuva 8. Maastotietokannan luonti  
(kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

	Ryhmänro.	Teksti	Tila	Tyyppi	Prioriteetti	Korkeus
1	11	Maastoaineisto	☒	Maanpinta	0	
2	51	Kolmioverkko ryhmästä 11	☒	Maanpinta	0	
3	100	Notko_mittalinja	☒	Maanpinta	0	
4	101	Tiemalli (yläpintamalli)	☒	Elementti	1	
5	102	Maisema- ja luiskamalli	☒	Elementti	2	
6	103	Alapintamalli	☒	Elementti	3	
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						

Kuva 9. Erilaisia ryhmiä (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

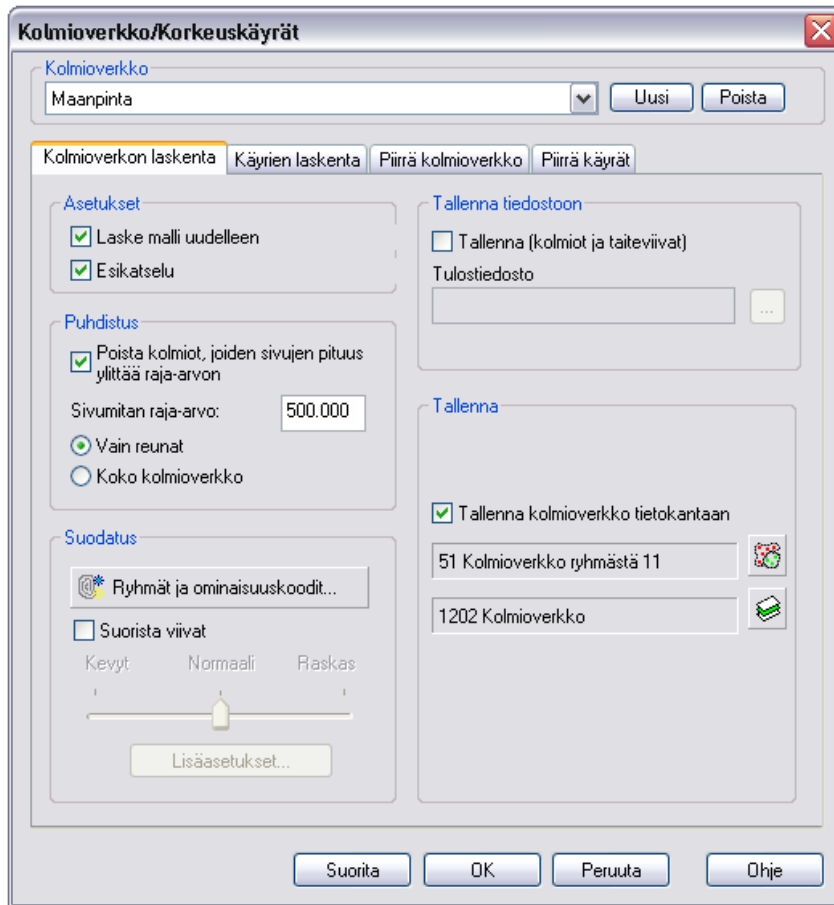
Asetusten tallentaminen nopeuttaa työskentelyä silloin, kun joudutaan laskemaan useampaan kertaan esim. väylämallia, vesihuoltokaivantoa tai pintamallia, jolloin eri ryhmiä joudutaan sammuttamaan ja sytyttämään. Esimerkiksi ennen vesihuoltokaivannon perustamista tulee varmistaa, että vain väylän yläpintamalli on päällä, jolloin kaivon kansien lasketaan tulevan tien pintaan. Kun vesihuoltokaivanto on taas valmis laskettavaksi, tulee ainoastaan väylän alapintamalli olla päällä, jolloin saadaan laskettua pelkän vesihuoltokaivannon massat.

Ryhmiä kuvaamaan valitaan myös tyyppi. Maanpinta-tyyppi kuvaa aina olemassa olevaa maastoa, kun taas elementti-tyyppiset ryhmät ovat suunniteltuja rakenteita. Tyyppiä on mahdollista valita myös erilaisia maalajikerrosrakenteita. Prioriteetin avulla kuvataan aineiston vahvuutta, jolloin korkeamman prioriteetin ryhmä on ns. tärkeämpi kuin alemmat. Novapoint lukee aineistot suurimmasta prioriteetista pienimpään, jolloin samalta alueelta tuotua tietoa voidaan hallita prioriteettiluvuilla. Esimerkiksi väylän alapintamalli on prioriteettia 3, maisema- ja luiskamalli 2 ja viimeinen (ylin) yläpintamalli on prioriteettia 1.

Ominaisuuskoodit ovat numeerisia koodeja mitatuille aineistoille, kuten mittalinjoille, erilaisille aluerajoille, rakennuksille, metsille jne. Luodessa maastotietokantaa määriteltiin perusominaisuuskoodikirjastoksi Finland Standard, jossa on määritetty tuhansille eri aineistoille oma koodi. Joillakin kaupungeilla on myös käytössään Finland Standardin ominaisuuskoodikirjastoa vastaava CAD-tasojärjestelmä, jolloin esimerkiksi maastotietokantaa luotaessa tunnistaa ohjelma tason nimen perusteella, mistä aineistosta on kysymys. Ominaisuuskoodikirjastoa voi myös muokata tasojen osalta kertomalla, mikä tason nimi vastaa AutoCAD-kuvassa valittua ominaisuuskoodia.

### 3.6 Kolmioverkon teko

Ennen suunnittelua täytyy maastotietokannasta tehdä kolmioverkko (*Novapoint - Maastotietokanta - Kolmioverkko*) (kuva 10). Kolmiointi tehdään omaan ryhmään ja piirretään omalle tasolleen, joka voidaan myöhemmin sammuttaa, ettei verkko häiritse muuta työskentelyä. Jokaiselle luotavalle kolmioverkolle annetaan uusi nimi (esim. maanpinta, kalliopinta), sekä tehdään oma ryhmä, jonka nimestä käy ilmi, mistä ryhmänumerosta kolmioverkko on tehty. Numeroinnin suhteen on hyvä käyttää tiettyä logiikkaa, eli jos maanpintaryhmä on nro 11, niin siitä tehty kolmioverkko on nro 51, ryhmän 12 kolmioverkko 52 jne. Kolmioverkko muodostuu aina niistä ryhmistä, jotka ovat päällä maastotietokannassa.

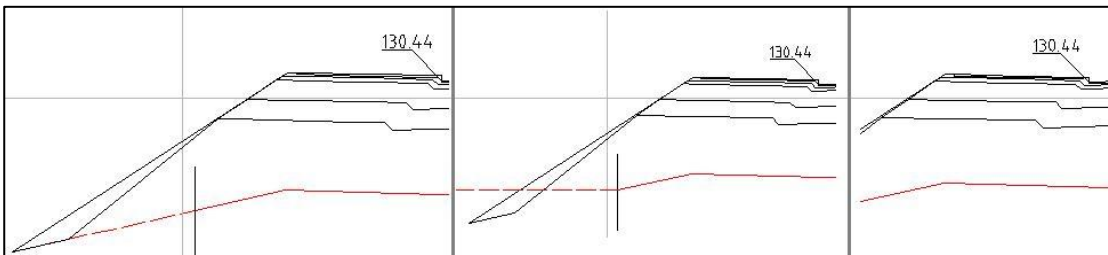


Kuva 10. Kolmioverkon laskenta-asetukset  
(kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

Kun kolmioverkon laskenta-asetukset ovat kunnossa, voidaan *Piirrä kolmioverkko*-välilehdestä asettaa piirtoasetukset. Piirtotavaksi valitaan 3D-pinta (*3Dface*), jonka jälkeen voidaan vielä tarvittaessa asettaa käyrien laskenta- ja piirtoasetukset omista välilehdistään. Kun asetukset ovat kunnossa, painetaan *Suorita*, jolloin kolmioverkon esikatselun jälkeen lopullinen verkko piirtyy kuvaan. Verkon saa näkyville zoomaamalla (*Zoom/Extents*).

Ennen suunnittelun aloitusta tulee vielä tarkistaa maastotietokannan asetuksia. Tärkeää on huomioida aktiivisena olevat ryhmät. Kuvan 9 mukaisesti päällä tulee ainoastaan olla maanpinnasta kolmioitu ryhmä (tässä nro 51), jolloin ohjelma käyttää kyseisen ryhmän korkeustietoja. Korkotietojen tulee olla yksiselitteisiä, jolloin useamman korkotietoja sisältävän ryhmän päällä-olo voi aiheuttaa ristiriitoja ja ongelmia ohjelman käytössä. Ryhmä 11 sisältää myös maanpinnan korkotietoja, ja se on sammutettu.

Profiili-välilehdestä (kuva 12) voidaan asettaa poikkileikkaukkuviin liittyviä asetuksia, jotka liittyvät tarkemmin kappaleeseen 4.2 *Väylämalli*. Valinta *Venytä maalajitasoa pinnan viimeisellä kaltevuudella* aiheuttaa sen, että maalajikerroksen pinnan ollessa kapeampi kuin luotu poikkileikkaus, jatketaan maan pintaa samalla kaltevuudella. Valinta *Venytä maalajitasoa viimeisen löydetyn pisteen korossa* jatkaa maanpintaa vaakatasossa. Viimeinen valinta ei jatka maanpintaa ollenkaan, jolloin myös poikkileikkaus ”päätyy kesken” (kuva 11).



Kuva 11. Maalajikerroksen pinta kapeampi kuin poikkileikkauksen leveys

**Maastotietokannan ominaisuudet**

Ryhmä Ominaisuuskoodi **Profiili**

**Maalajikerrokset**

Jos maalajikerroksen pinta on kapeampi kuin poikkileikkauksen leveys:

- Venytä maalajitasoa pinnan viimeisellä kaltevuudella
- Venytä maalajitasoa viimeisen löydetyn pisteen korossa
- Älä venytä maalajitasoa, pysähdy viimeiseen löydettyyn pisteeseen

Jos maanpinta- ja alapuolinen maalajikerros leikkaavat:

- Siirrä alapuolinen maalajikerros alas
- Siirrä maanpinta ylös

**Poikkileikkauksen vakioleveydet**

Minimileveys:  m

Etsinnän leveys:  m

Etsintäväli:  m

**Etsinnän leveys**

Etsinnän leveys ennen kuin etsitään prioriteetiltaan alemmista ryhmistä

Etsinnän leveys:  m

Tallenna...  
Palauta...

OK Peruuta Ohje

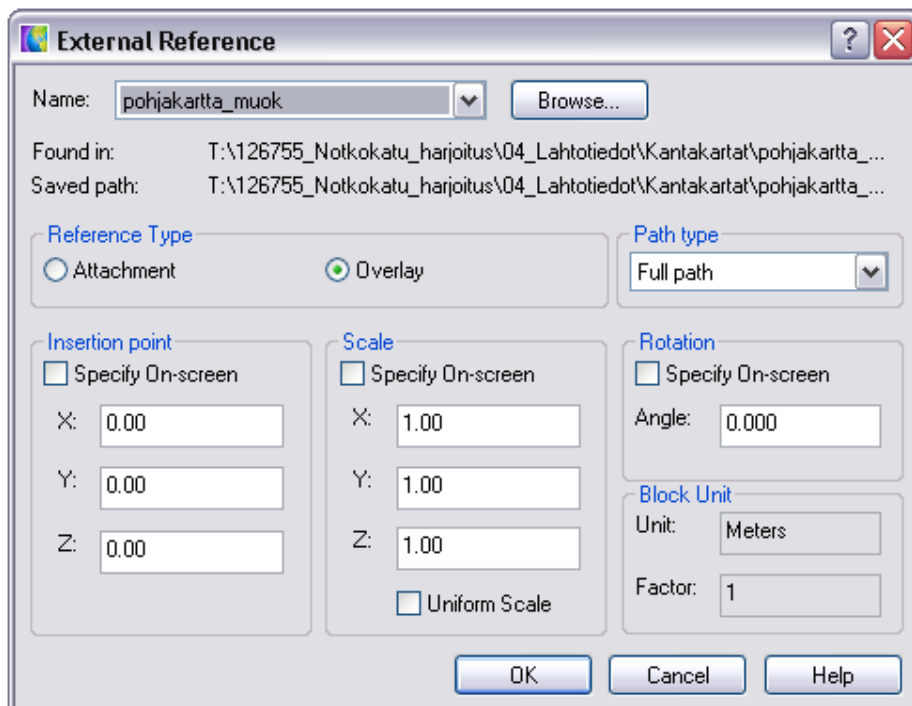
Kuva 12. Poikkileikkausprofiilin asetukset (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

Maanpintakerroksen ja alapuolisen maalajikerrosten leikatessa (esim. maanpinta ja kallio) tulisi valinta *Siirrä alapuolinen maalajikerros alas* olla aktiivisena. Oletuksena ohjelma käyttää *Siirrä maanpinta ylös*, jolloin esimerkiksi avokallion pinta tulkitaan

maanpinnaksi. Valinta on suotavaa siis käydä vaihtamassa. Asetukset voidaan tallettaa painikkeesta. Kun kaikki asetukset ovat kunnossa, voidaan kolmioverkon taso sulkea kuvasta ja aloittaa suunnittelu.

### 3.7 Viitepiirrustukset

Suunnittelun pohjaksi voidaan ladata piirustuksia, joissa esitetään pohjakartta tai jo olemassa olevia rakenteita, kuten johtoja ja kaapeleita. Viitepiirrustukset eli *xreffit* ovat usein vain suunnitelman taustalla, ja ne voidaan milloin vain ladata pois kuvasta. Viitekuvien käyttö pitää tiedostokoot alhaisina ja mahdollistaa useiden käyttäjien yhteistyön. Viitekuvaksi voidaan ladata siis myös suunnitteilla oleva piirustus, joka päivittyy käyttäjänsä muokatessa sitä. Xreffit helpottavat uusien suunnitelmien tekoa, kun samasta kuvasta nähdään esimerkiksi jo olemassa olevien rakenteiden sijainti. Tulostuskuvissa xreffit usein häivytetään taustalle himmeällä, jolloin ne eivät vie huomiota suunnitelluilta rakenteilta.





Kuva 13. Viitekuvan asetukset (kuvakaappaus AutoCAD-ohjelmistosta)

Xreffien linkitys omaan kuvaan aloitetaan *xref*-komennolla. Avautuvasta ikkunasta valitaan *Attach DWG...*, jolloin päästään selaamaan kansiota haluttu viitekuva. Viitekuvan asetuksissa (kuva 13) valitaan hakemistopolku (path type) ja kiinnitysmuoto

(reference type), sekä voidaan vaikuttaa koordinaatteihin, johon piirustus kiinnitetään. Valitessa kiinnitysmuodoksi *attachment* latautuu valitun viitekuvan lisäksi myös kaikki valittuun kuvaan liitetyt xreffit. *Overlay*-vaihtoehto ei sisällä muita viitetiedostoja, mikä on useimmiten parempi vaihtoehto. Kuittaamalla asetukset lisäytyy uusi viitekuva listalle.

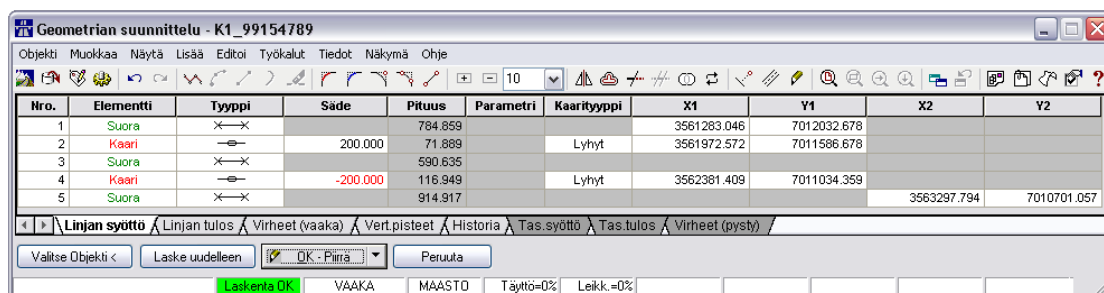
File References -listalla näkyviä viitekuvia voi muokata, poistaa tai sitoa kuvaan. Liitetyn xref-tiedoston voi avata alkuperäisessä muodossaan valitsemalla hiiren kaksoisnäppäimellä *open*-toiminnon. *Attach*-valinta mahdollistaa valitun xreffin liittämism ominaisuuksien muokkauksen tai täysin uuden viitekuvan lataamisen piirustukseen. *Detach*-valinta poistaa valitun xreffin kuvasta kokonaan, kun taas *unloadilla* voi poistaa kuvan, mutta säilyttää viittauksen tulevaisuutta varten. *Reload* päivittää valitun xreffin, kun sitä on muokattu. *Bindillä* sidotaan xref suunnitelmakuvaan pysyvästi siten, että se on osa piirustusta.

## 4 TIESUUNNITELMAT

Tässä osiossa selostetaan Novapoint Road (professional) -työkalulla tehtävään tiesuunnitteluun liittyviä huomioita. Geometriasuunnittelu käydään pintapuolisesti läpi, ja väylämalliosioon paneudutaan enemmän. Tiesuunnitelma aloitetaan hahmottelemalla tien linjaus eli murtoviiva pohjakartalle, jonka jälkeen voidaan pysty- ja vaakageometriat muokata maastoon sopiviksi (  ). Geometriasuunnittelun jälkeen suunnitellaan tien poikkileikkaus. Poikkileikkaus on aina kullekin tielle tapauskohtainen, ja siitä ilmenevät mm. eri rakennekerrokset, niiden leveydet, kerrosvahvuudet, kaltevuudet jne. Poikkileikkauksen eli väylämallin (  ) suunnittelu voidaan aloittaa, kun tien geometriasuunnittelu on valmis ja väylätietokanta luotu (kts. 3.3 *Projektin aloitus*). Jokaiselle suunniteltavalle väylälle, kuten pää- ja tonttikaduille, tulee luoda oma väylämalli. Väylän geometria ja väylämalli on suositeltavaa nimetä samalla nimellä.


### 4.1 Geometriasuunnittelu

Pohjakartta kannattaa ladata viitekuvaksi taustalle, jolloin tiesuunnitelmasta muodostuu oma suunnitelmakuva. Tien/kadun suunnittelu aloitetaan piirtämällä karkea tien linjaus pohjakartalle. *Geometrian suunnittelu* -työkalulla voidaan valita suunniteltu murtoviiva kartalta *Valitse objekti* -toiminnolla (kuva 14), jonka jälkeen mittalinja talletetaan maastotietokantaan. Tallennus tapahtuu valikosta *Objekti - Nimi...*, jolloin mittalinjalle luodaan myös oma ryhmä, jonka tyyppi on maanpinta.



Nro.	Elementti	Tyyppi	Säde	Pituus	Parametri	Kaarityyppi	X1	Y1	X2	Y2
1	Suora	—X—X		764.859			3561283.046	7012032.678		
2	Kaari	—O—	200.000	71.889		Lyhyt	3561972.572	7011586.678		
3	Suora	—X—X		590.635						
4	Kaari	—O—	-200.000	116.949		Lyhyt	3562381.409	7011034.359		
5	Suora	—X—X		914.917					3563297.794	7010701.057

Kuva 14. Geometrian suunnittelu -ikkuna (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

Nyt linjaus on talletettu ja geometrian muokkaus voidaan aloittaa. Ensimmäisenä lisätään minimikaaret suora-suora-väleihin (  ) -painikkeella, jonka jälkeen kaarre-arvoja

voidaan muokata. *Tiedot - Suunnitteluparametrit* -valikosta voi vaikuttaa käytettäviin oletusasetuksiin. Geometriaa voi halutessaan muokata myös raahaamalla tangenttipisteitä haluamaansa sijaintiin. Kun suunnitteluparametrien arvot ovat hyväksyttävät, näkyy ikkunan alaosassa vihreällä teksti *Laskenta OK*.

Ennen pystygeometrian suunnittelua varmistetaan, että maanpinnan laskenta-asetukset ovat oikein valitsemalla *Tiedot > Maanpinnan asetukset* (kuva 15). Laskentamenetelmäksi valitaan *Kaikki pisteet*, jolloin AutoCAD:in kahvat määräytyvät ta-sauskuvaan kolmioiden ja mittalinjan leikkauspisteisiin, eivätkä laskentaväleittäin (10 m).

Kuva 15. Laskenta-asetukset  
(kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)




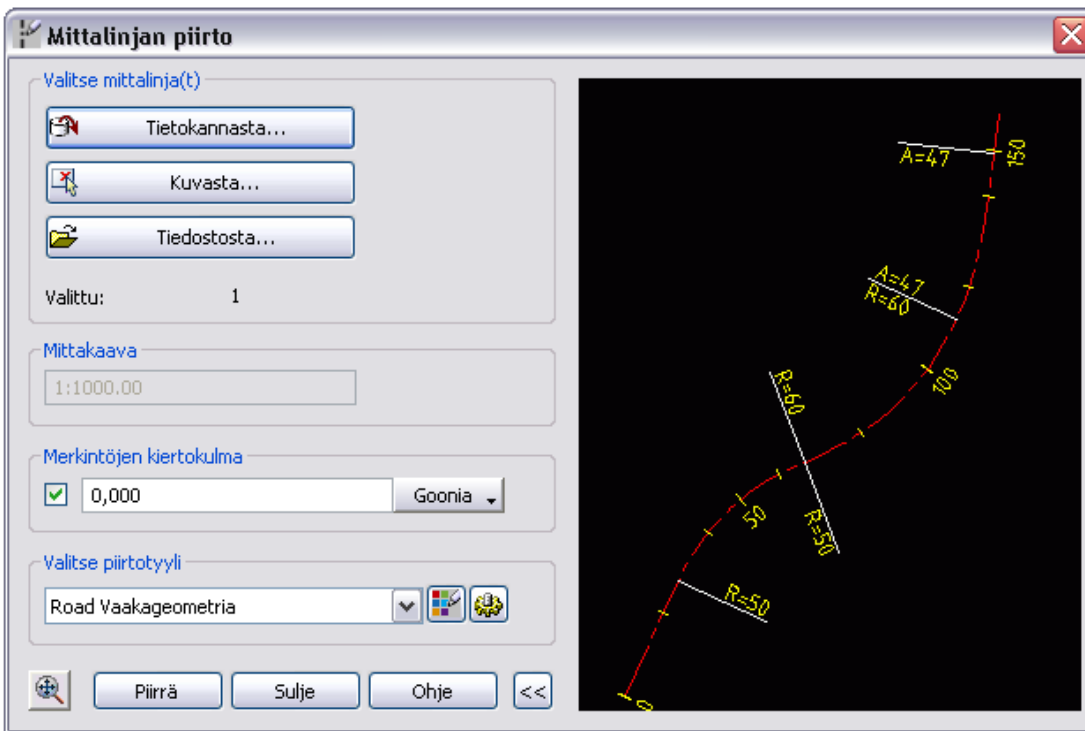
Pystygeometrian suunnitteluikkunan saa auki tuplaklikkaamalla kuvan 14 mukaisesta ikkunasta VAAKA-tekstiä, jolloin tekstiksi vaihtuu TASAUS. Pituusleikkausikkunaan voidaan nyt piirtää murtoviiva, josta ilmenevät geometrian taitepisteet. Piirtäminen kannattaa aloittaa reilusti ennen 0-paaluja ja piirtää myös loppupaalun yli, jolloin lopullinen tasausviiva voidaan trimmata tarkasti alusta ja lopusta oikean mittaiseksi. Tasaus valitaan kuvasta *Valitse tasaus* -toiminnolla, jonka jälkeen lisätään kaaret suorien väliin samoin kuin aiemmin. Suunnitteluparametrit voidaan nyt säätää halutuksi, kunnes laskenta on ok. Lopuksi valitaan *Editoi - Trimmaa alusta ja lopusta*, jolloin tasausviivan pituus saadaan oikeaksi. OK Piirrä -painikkeella suljetaan lopuksi pituusleikkausikkuna, ja suunniteltu linja piirtyy kuvaan. Tiedot tallentuvat tietokantaan automaattisesti.

#### 4.1.1 Geometriatiedot tiedostoon

Väylän pysty- ja vaakageometriatiedot voidaan tallentaa projektikansioon, josta ne voidaan edelleen lähettää esimerkiksi mittamiehelle maastomittauksiin. Valitsemalla Geometrian suunnittelu -ikkunan työkaluriviltä *Objekti - Kirjoita tiedostoon...* voidaan tiedosto tallettaa projektikansion NP-hakemiston VGP-kansioon. Tallentuva tiedosto sisältää geometriatiedot numeroina siten, että niitä voidaan hyödyntää sellaisenaan esim. takymetrimittauksessa. Tallennusmuodoksi voidaan valita \*.txt, jolloin geometriatietoja voidaan tarkastella ennen lähetystä esimerkiksi Notepadilla. Geometrian tiedot olisi hyvä tallentaa tiedostoon myös mahdollisten muutosten välillä aina hyväksytyyn laskennan jälkeen, sillä vanhat geometriatiedot on helppo ladata ohjelmaan polusta *Objekti - Tiedostosta...*

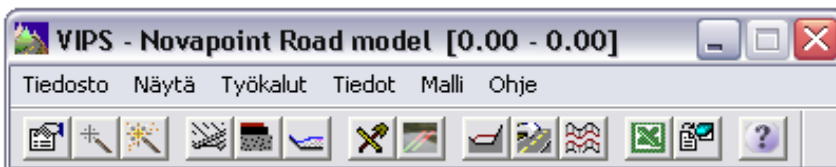
#### 4.1.2 Mittalinjan piirto

Mittalinjan piirtoasetuksiin voi vaikuttaa valikosta *Road (professional) - Mittalinjan piirto...* Piirrettävät mittalinjat voidaan valita joko suoraan dwg-kuvasta, tiedostosta tai tietokannasta (kuva 16). Usein on projektikohtaisesti määritely, millaisena mittalinjojen tulisi piirtyä suunnitelmakuviin. Olisikin erittäin tärkeää, että projektiin liittyvät piirtosäännöt olisi tallennettu projektikansion NP-hakemiston CFG-kansioon, jossa ne olisivat kaikkien projektin osapuolten käytössä. Käytettäviin piirtosääntöihin voi vaikuttaa *piirtotyyli*-valikon -painikkeella. Nyt voidaan määrittellä täysin uusia piirtosääntöä, tai tuoda jo olemassa olevia \*.AlignmentStyle.NpeCfg-tyyppisiä tiedostoja.




Kuva 16. Mittalinjan piirto (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

## 4.2 Väylämalli






Kuva 17. VIPS-työkalu (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)


Väylämallin eli VIPSin suunnittelu aloitetaan, kun tien geometriat on saatu valmiiksi. Väylämallin suunnittelu etenee VIPS-palkissa vasemmalta oikealle (kuva 17). Työkalulla suunnitellaan tien pinnat ja rakennekerrokset, jotka muodostavat väylän poikki-leikkauksen. Työkalulla voidaan määrittää täysin uusi väylämalli, tai ladata suunnittelun pohjaksi jo olemassa oleva väylän kuvas, ns. \*.IND-tiedosto (kts. 4.3 IND-tiedostot). Valmiin pohjan lataus helpottaa ja nopeuttaa työskentelyä.


Väylämallin ominaisuuksissa (  ) määritellään väylän perustiedot. Työkalulla määritetään päälaskentalinja sekä voidaan vaikuttaa laskentaväliin (paaluväliin) sekä kirjoittaa lisätietoja väylästä. Linjan geometria tulee olla talletettuna maastotietokantaan,

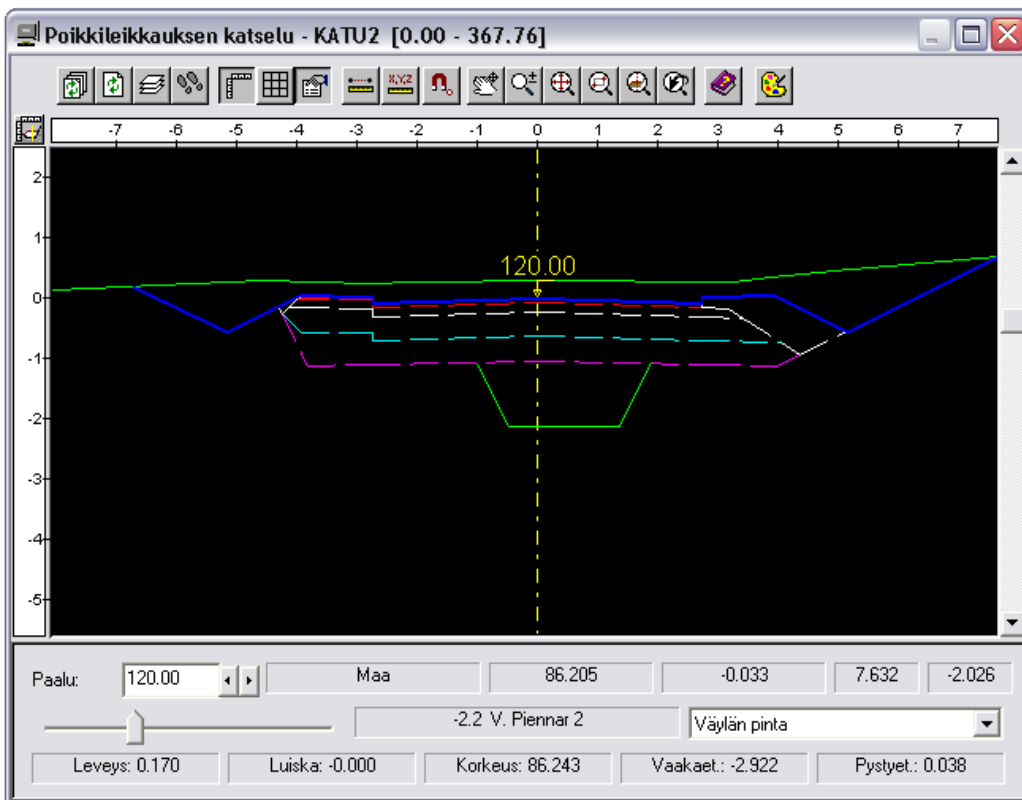
jotta se voidaan valita päälaskentalinjaksi. Ominaisuuksien suunnitteluparametritvälilehdelle voidaan myös määrittellä valmiita mitoituservoja, jos halutaan käyttää automaattista poikkileikkauksen määrittelytyökalua (*Road Wizard*). Jos pinta- ja rakennekerrosarvot syötetään manuaalisesti, ei suunnitteluparametreista tarvitse kuitenkaan välittää.

Väylän kuvauksessa () määritellään pintojen leveydet ja luiskakaltevuudet sekä eri rakennekerroksien paksuudet. Päälysrakenteen kuvaksessa () voidaan määrittää useita päälysrakenteita, joita vaihdellaan paaluväleittäin. Maa- ja kalliorakenteelle voidaan siis määrittää tässä erilaiset rakennekerrokset. Sisäluiskat-välilehdelle on suotavaa käydä rastittamassa *Aktiivinen* sekä oikealle että vasemmalle.


Suunniteltavan väylämallin pinnat () on jaettu Novapointissa eri luokkiin, joita ovat ajorata, piennar, oja, kallioleikkaus, leikkaus, täyttö sekä lisäpinnat. Pinnat on numeroitu kasvavasti mittalinjasta pois päin, ja niiden sijainti ilmaistaan +/- etuliitteellä siten, että positiiviset pinnat ovat mittalinjan oikealla puolella, kun taas negatiiviset linjan vasemmalla. Keskiviivan molemmin puolin sijaitsevat ajoratojen pinnat, joiden molemmin puolin taas ennen ojaa ovat piennarpinnat. Pientareiden ulkopuolella voi olla erilaisia lisäpintoja, kuten kevyen liikenteen väyliä. Kuivatukseen suunniteltavat oja-pinnat voivat sijaita esimerkiksi heti ajoratojen vieressä tai lisäkaistojen ulkopuolella. Kallioleikkaus voidaan määrittellä omaksi pinnaksi väylän leikatessa kalliota vain, jos maastotietokantaan on eroteltu kallio omaksi maalajikseen. Leikkaus- ja täyttöpintoja käytetään ojan leikatessa maanpinnan tai väylämallin sijoituessa maanpinnan yläpuolelle. Pintamakrojen kautta voidaan määrittellä ennalta määritettyjä kuvauksia, kuten bussipysäkkejä, kiihdytyskaistoja tai suojakaiteita. (Novapoint.)


Väylän pohjat () muokataan samalla tavoin kuin yläpinnat. Pohjapintoihin voi määrittää yhteensä 8 erilaista pintaa, joista yksi on ns. viimeinen pinta. Pinnat määritellään paaluväleittäin leveyden ja kaltevuuden avulla. Syvyyttä ei tarvitse määrittää, sillä se tulee automaattisesti päälysrakenteen kuvauksen mukaan. Kun vasemmanpuoliset arvot on määritetty, voidaan ne kopioida suoraan oikealle puolelle. Pohjan leveys voidaan määrittää joko lukuarvona, väylämallin pintaan tai tietokannan geometriasta. Myös pohjan kaltevuus voidaan syöttää suoraan lukuarvona tai määrittää pinnan/pohjan kaltevuuden mukaan. Mittalinjan oikean- ja vasemmanpuoleiset väylän pohjat voivat erota toisistaan. Jos väylän pohjan tietoja ei määritellä, käyttää ohjelma automaattisesti väylän yläpintojen rakenteita. (Novapoint.)

Väylämallissa voidaan myös tarkastella poikkileikkauksia paaluväleittäin (  ), jolloin aukeaa kuvan 18 mukainen katseluikkuna. Poikkileikkauskuvaan voidaan lisätä suunniteltu vesihuoltokaivanto sekä salaojitus polusta *Tiedot - Salaojat...* ja edelleen *WS Kaivannot*. Nuolilla selaamalla voidaan katsella laskentavälin mukaisia poikkileikkauksuvia ja tarkastella eri pintojen tietoja valitsemalla ikkunasta haluttu pinta tai kerros hiiren oikealla näppäimellä. Poikkileikkauskuvat voivat olla virheellisiä esimerkiksi tilanteessa, jossa suunniteltava väylä "ylittää" maastomallin rajat. Tällöin poikkileikkauksia tulee muokata käsin tai maastomallin tietoja laajentaa myös suunnittelualueelle.



Kuva 18. Poikkileikkausten katseluikkuna paaluväleittäin (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

Kun väylän kuvas ja pinnat on syötetty ohjelmaan ja muokattu valmiiksi, voidaan väylämalli rakentaa  -painikkeesta. OK-rakenna -painikkeesta voidaan suorittaa alustava poikkileikkauslaskenta, jonka virheettömyyden jälkeen voidaan luoda malli ja tallettaa se tietokantaan. Uutta mallia varten täytyy maastotietokannassa olla luotuna ryhmät tallennusta varten (kts. 3.5 *Ryhmät ja ominaiskoodit*). Omat ryhmänsä tarvitaan tien alapinta-, yläpinta- sekä maisema- ja luiskamalleille siten, että alapin-

tamallin ryhmän prioriteetti on 3, maisemoinnin 2 ja yläpintamallin ryhmän 1. Väylän laskenta tulee suorittaa aina, kun siihen tehdään muutoksia! Muuten poikkileikkauskuvat eivät päivyty oikein. Laskenta pitäisi aina saada suoritettua ilman huomautuksia varoitus/virhe/vakava -sarakkeissa. Laskentojen ollessa virheettömiä saadaan työkalusta myös suoraan erilaisia Excel-raportteja () , kuten massalaskentaa sekä linjan geometriatietoja paaluväleittäin.

#### 4.3 IND-tiedostot

Väylämallille määritellyt asetukset voidaan tallettaa kansioon polusta *Tiedosto - Tallenna nimellä - Tiedosto*. Vaihtoehtoisesti voidaan suunnittelun pohjaksi hakea tiedostosta valmis väylän kuvaus (\*.ind-tiedosto). Valmiin kuvauksen nouto tapahtuu polusta *Työkalut - Väylän kuvaus tiedostosta...*, jolloin voidaan valita haluttu poikkileikkaus.

Tiedostojen nimet itsessään eivät kuitenkaan kerro riittävästi niiden sisällöstä, ja jottei jokaista eri poikkileikkaustiedostoa tarvitse käydä läpi erikseen, luotiin opinnäytetyön yhteydessä Kuopion toimistolla eniten käytetyistä ind-tiedostoista havainnollistava dwg-kuva. Kuvaan on piirretty jokaisesta valmiista poikkileikkauksesta malli, joka helpottaa kuvauksen valintaa. Ideana on, että luodusta dwg-kuvasta voidaan tarkastella valmiita mallipoikkileikkauksia, jonka jälkeen voidaan ladata halutun poikkileikkauksen tiedosto ohjelmaan. Valmiit väylän kuvaukset vaativat lopulta vielä projektikohtaista muokkausta, mutta pohjan lataus helpottaa työskentelyä.

#### 4.4 Suunnitelman piirto kuvaan ja tulostustilaan

Väyläsuunnitelma voidaan piirtää suunnitelmakuvaan polusta *Road - Piirrä väyläsuunnitelma kuvaan*. Avautuvassa ikkunassa voidaan valita, mitä kaikkea suunnitelmasta piirretään kerralla. Kaikkia valintaruutuja ei välttämättä kannata rastittaa yhtä aikaa, vaan piirtää suunnitelma muutaman vaiheen kautta. Ohjelman yrittäessä piirtää liian montaa asiaa yhtäaikaisesti saattaa se helposti kaatua. Työkalulla voidaan piirtää esimerkiksi tien korkeuskäyrät näkyviin, jolloin tien kuivatuksen suunnittelu helpottuu. Piirrettyyn suunnitelmaan saa lisättyä kääntöpaikkoja ja liittymiä Road-modulista löytyvien liittymätyökalujen avulla. Pituus- ja poikkileikkaukset saadaan myös piirrettyä Roadin valikosta napin painalluksella väylämallin tai maastotietokannan kautta.

Tie- ja katusuunnitelmiin voidaan lisätä myös liikennemerkkejä ja tiemerkeitä Road Sign ja Road Marking -moduleilla. Liikennemerkkien sijoittelusta tehdään usein täysin oma liikennemerkkisuunnitelma, josta käy ilmi merkkien sijainti ja suunta. Ajouratamaalauksia sen sijaan voidaan helposti lisätä muiden suunnitelmien joukkoon ilman, että ne tekevät kuvasta liian täyttä tai sekavaa. Ajouratamaalausten piirto kuvaan Road Markingilla onnistuu esimerkiksi olemassa olevista murtoviivoista, jotka voidaan muokata halutuksi merkinnäksi, esim. keski- tai sulkuviivaksi. Suojatiet on myös helppo piirtää kuvaan esimerkiksi suljetun murtoviivan rajaamalle alueelle. Viivatyyppit voidaan valita kirjastosta, ja niiden parametreja, kuten viivan leveyttä, voidaan säätää käyttäjäkohtaisesti. Road Sign -ohjelmalla liikennemerkkien lisäys suunnitelmaan on helppoa kattavasta kirjastosta, josta valitsemalla merkki ja sen jalusta voidaan lisätä haluttuun paikkaan.

Road Professional -modulista löytyy myös vaiheistettu työkalu tulostuskuvien luontiin. Polusta *Road Professional - Tulostuskuvat - Karttakuva ja pituusleikkaus* valitaan ensin *Osajakoviivat mittalinjalle*, jolloin osoitetaan suunnitellun väylän mittalinjaa. Nyt aukeaa *Match line - asetukset* -ikkuna, jossa määritetään paaluvälit, joista väylä jaetaan osiin. Tarkoituksena on jakaa pitkä väylä osiin tulostuksen helpottamiseksi. Seuraavaksi valitsemalla *Osajakoraamit mittalinjalle* piirtää ohjelma valitun kokoiset tulosraamit aiemmin määritellyn osajaon mukaan. Kokeilemalla löytää sopivan kokoisraamin ja osajaon. Raamien kokoa voi myös manuaalisesti muuttaa. Pituusleikkauksen piirtäminen raameineen onnistuu valitsemalla *Pituusleikkausraamit mittalinjalle*, jolloin osoitetaan mittalinjaa ja raamien haluttua piirtosijaintia.


Nyt kun halutut raamit on saatu piirrettyä lakanalle, voidaan ne viedä tulostustilaan. Model-tilassa valitaan *Karttakuva ja pituusleikkaus tulostustilaan*, jolloin ohjelma pyytää valitsemaan tason raamin. Valitaan tasokuvan raamit ja nimetään ne halutuksi. Seuraavaksi valitaan pituusleikkausprofiilin raamit nimeten ne myös. Nyt siirrytään Layout-tilaan, jossa valitaan uudelleen sama toiminto *Karttakuva ja pituusleikkaus tulostustilaan*. Avautuvasta ikkunasta valitaan äsken nimetyt raamit vuorotellen, ja ohjelma piirtää ne kuvaan käännettynä vaakatasoon. Tämä on yksi tapa tuoda suunnitelmakuvat tulostustilaan. Novapointin ValuePackilla saa myös luotua automaattisia piirustusraameja.

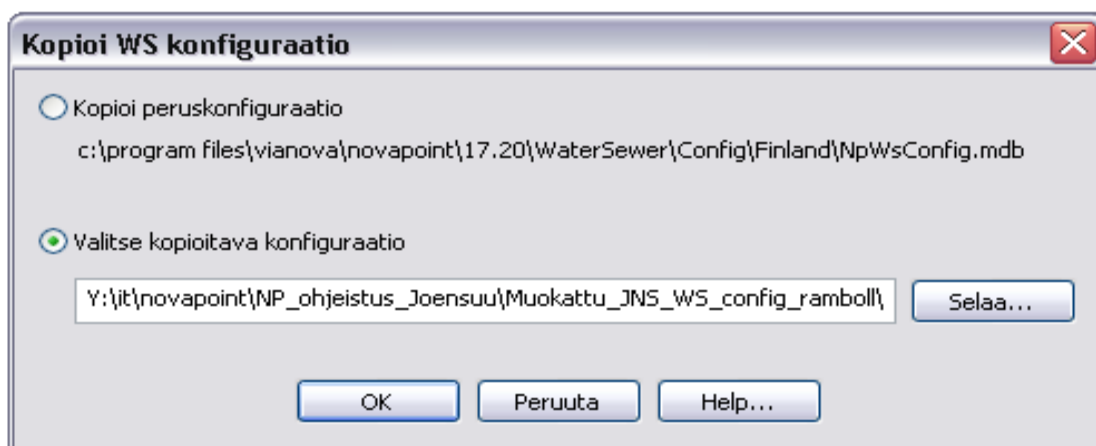
## 5 VESIHUOLTOSUUNNITELMAT

Tässä osiossa käsitellään Novapoint Water & Sewer -ohjelmaa, joka on tarkoitettu vesihuoltosuunnitelmien tekemiseen. Linjojen suunnittelu jakaantuu karkeasti kahteen vaiheeseen: konfiguraation määrittelyyn ja suunnitteluosioon.

### 5.1 Konfiguraatiot

Viemäri- ja vesijohtolinjojen suunnittelu aloitetaan määrittelemällä projektille sopivat putki- ja varustemateriaalit tai valitsemalla hakemistosta valmis määrittelytiedosto.

Konfiguraatiossa (  ) määritellään siis kaivantojen poikkileikkaukset, käytettävät johtotyypit ja -materiaalit, varusteet sekä näiden materiaalit. Kun Water/Sewer-konfiguraatio käynnistetään ensimmäisen kerran uuden projektin yhteydessä, pyytää ohjelma valitsemaan kopioitavan konfiguraation (kuva 19). Jos konfiguraatitiedostoa alkaa itse muokata, tulee aina olla jokin projekti aktiivisena, jolloin ohjelma kirjoittaa konfiguraatitiedostoa projektikansioon sijaintiin, jonne projektin siemen aiemmin luotiin.

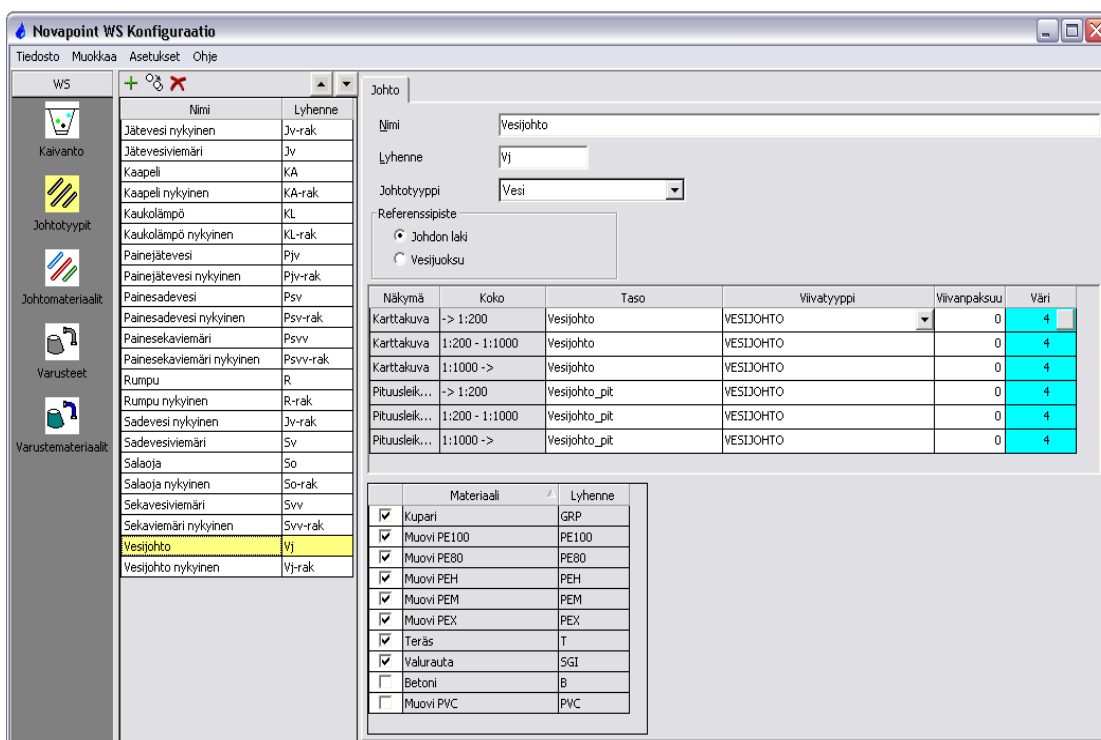


Kuva 19. Käytettävän konfiguraation valinta (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

Konfiguraatiossa voidaan kaivantotietojen lisäksi vaikuttaa myös käytettäviin AutoCAD-tasoihin. Ohjelman mukana tuleva peruskonfiguraatio on käytettävissä, jos erillisiä vaatimuksia käytettävien tasojen suhteen ei tilaajalta ole tullut. Usein tilaajakaupungeilla on oma valmis konfiguraatitiedosto, jota tulee suunnittelussa käyttää. Olemassa oleva konfiguraatio voidaan valita kuvan 19 mukaisesta polusta tai myö-

hemmin tuoda työkkuunaan valikosta *Tiedosto - Tuo...* Konfiguraatiotiedostot ovat Access-tietokantoja eli \*.mdb-tiedostopäätteisiä.

Konfigurointi aloitetaan tarkastamalla käytettävät johtotyypit (kuva 20). Peruskonfiguraatioissa on tarjolla useita valmiita johtotyyppijä, joille on valmiiksi määritetty materiaalivaihtoehdot ja tasot, joille johto suunnitelmakuvassa piirtyy. Tasot ja viivatyytit voidaan määrittää erikseen kartta- ja pituusleikkauskuville eri mittakaavoissa. Myös viivan paksuus ja värit ovat käyttäjän itse määriteltävissä. Jos listalta ei löydy sopivaa johtotyyppiä, voidaan myös täysin uusia johtoja lisätä valikkoon tai muokata olemassa olevia. Johdoille valitaan tässä myös laskennallinen referenssipiste, joko vesijuoksun tai johdon laen mukaan. Paineellisilla johdoilla referenssipiste on johdon laessa, kun taas viettoviemäreillä laskenta tehdään vesijuoksun mukaan.

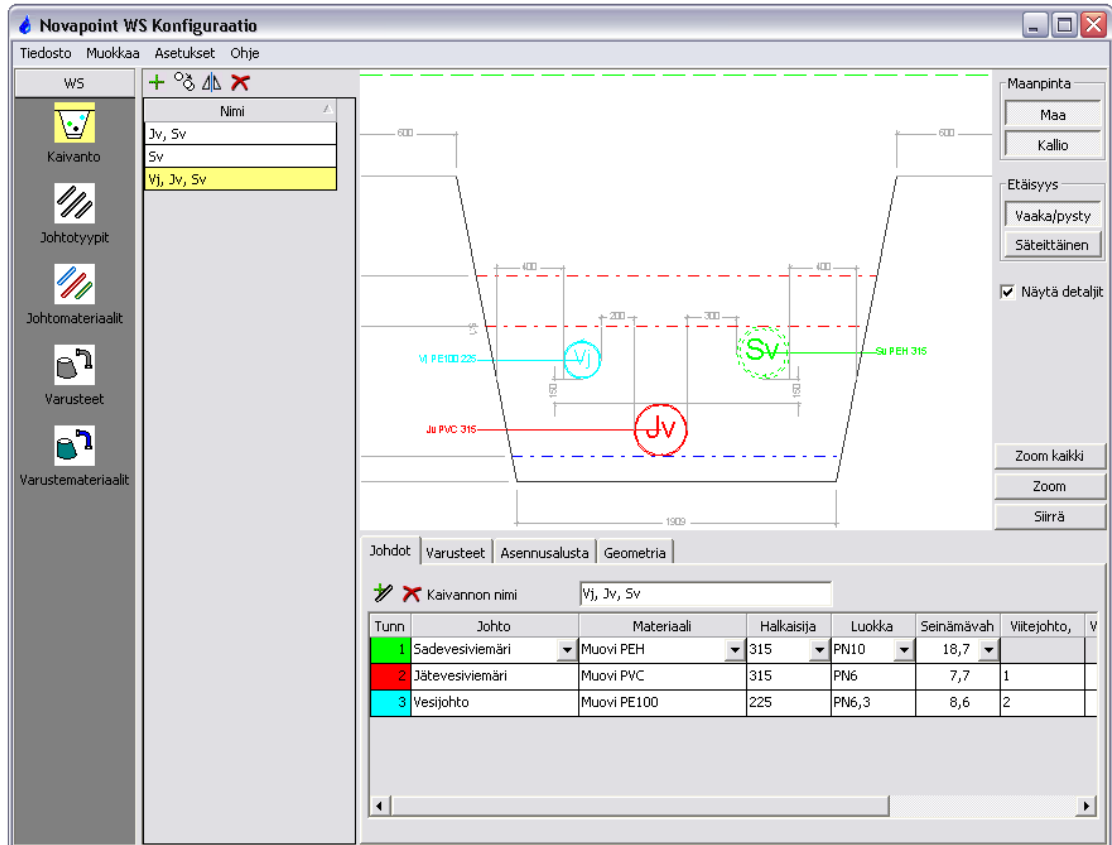


Kuva 20. WS Konfiguraatio, eri johtotyyppien asetukset (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

Johtomateriaalit-välilehdellä voidaan vaikuttaa mm. eri materiaalien seinämävahvuuksiin ja valita, mitoitetaanko putket ulko- vai sisähalkaisijan mukaan. Oletusarvona putken halkaisijat ilmoitetaan sisämitan mukaan. Kaivantojen varusteiden, kuten kaivojen, ominaisuudet muokataan samaan tapaan varusteet- ja varustemateriaalit-välilehdillä.




Kun johto- ja varustetyyppien asetukset ovat kunnossa, voidaan aloittaa kaivannon poikkileikkauksen muokkaus. Peruskonfiguraatiossa on valmiina joitakin kaivantotyyppejä (kuva 21), joita voidaan muokata, tai voidaan tehdä myös kokonaan uusi kaivantotyyppi **+**-painikkeella. Valitsemalla listalta haluttu kaivantotyyppi näkyy katseleikkunassa kaivannon poikkileikkaus.



Kuva 21. Peruskonfiguraation valmiit kaivannot (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

Seuraavaksi asetetaan valitun kaivannon johtotyypeille materiaali- ja kokotiedot. Alasvetovalikoissa on tarjolla ne vaihtoehdot, jotka on aiemmin määritelty johtotyypit- ja johtomateriaalit-välilehdillä. Jos tarjolla ei siis ole haluttua kokovaihtoehtoa, täytyy se käydä ensin lisäämässä johtomateriaalit-valikkoon. Johtotietojen jälkeen määritetään myös käytettävät varusteet sekä asennusalustan- ja geometrian tiedot. Asennusalusta- ja geometriavälilehdillä voidaan vaikuttaa mm. alkutäytön vahvuuteen ja seinämäkaltevuuksiin. Oletusarvoihin voi vaikuttaa polusta *Asetukset - Konfigurointi...*

Kun kaivannon poikkileikkaus näyttää katseluikkunassa oikealta, voidaan konfiguraatioikkuna sulkea ja aloittaa kaivannon suunnittelu . Suunnittelun pohjana toimii projektin alussa tehty maastomalli. Suunnittelu etenee kaivannon linjauksen hahmotelulla ja konfiguraatiossa määritetyn poikkileikkauksen valinnalla. Linjaus voidaan määrittää olemassa olevaan murtoviivaan, kiinnittää väylämalliin tai linjata kokonaan uudestaan. Suunnitelmat voidaan lopuksi kirjoittaa LandXML-formaattiin (kts. 7.3 *Vesihuoltosuunnitelman kirjoitus xml-formaattiin*) tai niitä voidaan tarkastella Novapoint Virtual Mapilla (kts. 8.2.4 *Väylämalli ja Putket*).

## 5.2 Symbolit

Konfiguraatiossa määritettävillä varusteilla on kaikilla omat symbolinsa, jotka on esitetty erillisissä dwg-kuvissa. Käytettäviin symboleihin voi vaikuttaa konfiguroinnin Varusteet-välilehdellä. Peruskonfiguraatiota käytettäessä löytyvät varusteille määritetyt symbolit ohjelmiston asennuskansioista, esim. *Program Files/ViaNova/Novapoint/17.20/WaterSewer/Symb/Finland*.

Eri kaupungeissa ja projekteissa käytettävät symbolit poikkeavat toisistaan, mistä aiheutuu käytännön ongelmia. Useat tilaajakaupungit ovat muokanneet ohjelmiston mukana tulevia perussymboleita haluamansa näköiseksi, ja usein myös tiedoston nimeä on muutettu lisäämällä symbolin alkuperäiseen nimeen etuliite kaupungin nimen mukaan. Todennäköistä kuitenkin on, etteivät kaikki symboleita muokanneet tahot ole muuttaneet tiedoston nimeä, vaan tallentaneet vain ohjelmiston mukana tulleiden symbolien päälle. Näistä ei luonnollisestikaan ole mitään virallisia listoja, joten Suomenkin suunnittelutoimistoissa voi liikkua kymmeniä eri versioista tiedostosta *su2305\_ritilakansikaivo.dwg*. Suunnitelmia tehdessä tulisi käytössä olevat symbolit aina tallentaa projektikansioon NP/WS-hakemiston alle, ettei sekaannuksia tapahtuisi.

## 6 TULOSTAMINEN

Valmiit suunnitelmakuvat tulostetaan usein suoraan paperille tai sähköiseen pdf-muotoon. Novapointissa on monia työkaluja, joiden avulla tulostaminen onnistuu helposti, mutta usein kuvia joudutaan hieman myös käsin muokkaamaan, jotta suunnitelmakuvan ulkonäkö vastaa tilaajan toiveita. Seuraavissa kappaleissa kerrotaan tarkemmin template-pohjista ja kynätiedostoista, jotka ovat usein tilaajan toimittamia tai toiveiden mukaan tehtyjä tulosteiden ulkonäköön liittyviä tiedostoja.

### 6.1 Template-pohjat

Luodessa uuden tyhjän suunnittelulakanan pyytää ohjelma valitsemaan templatien. Suomennettuna template tarkoittaa mallinnetta tai sapluunaa, ja valmiin templatien lataus mahdollistaakin ns. valmiin suunnittelupohjan käytön. Templateen voi olla valmiiksi määritettynä asetuksia tai jokin tietty tasojärjestelmä, eli käytettäväksi haluttujen tasojen ominaisuudet, kuten nimi, väri, viivan paksuus yms. Uuden lakanan yhteydessä valittavat templatet ovat joko dwt (*drawing template*), dwg (*drawing*) tai dws (*drawing standard*) -tiedostoja.

Template-pohjia on mahdollista käyttää monin eri tavoin, ja tehty suunnitelma voidaan myös jälkikäteen muokata halutulle tilaajan tasojärjestelmälle templatea hyödyntäen, vaikkei suunnitelmaa olisi piirrettykään suoraan tietylle tasojärjestelmälle. Tällöin voidaan ohjelmaan avata olemassa oleva tilaajan template-pohja (dwg), johon on jokaisesta mahdollisesta suunniteltavasta objektista piirretty lyhyt malliviiva tai kuvio omalle tasolleen oikealla värillä ja viivan paksuudella sekä näiden selitteet. Tarvittavat malliviivat voidaan kopioida templatesta ja liittää suunnitteilla olevaan kuvaan, jolloin myös template-pohjan kaikki valitut tasot ominaisuuksineen kopioituvat suoraan suunnittelukuvaan. Malliviivat voidaan liittää lakanalle etäälle piirrettävästä suunnitelmasta, jotteivät ne näy suunnitelman tulostuskuvissa. Käytettäessä kahta katseluikkunaa saadaan kaukaiset kuvat lähekkäin (kuva 22).

Oman suunnitelman muokkaus template-pohjaa vastaavaksi käy *MATCHPROP*-komennolla. Käyttämällä komentoa valitaan ensin lähdeobjekti, siis template-pohjan malliviiva, jonka jälkeen osoitetaan kohdetta, mikä halutaan mallin mukaiseksi muuttaa. Ohjelma muuttaa tason, värin, viivan leveyden, tekstin korkeuden yms. lähdeobjektin mukaiseksi. Jos template-pohjasta tulee kopioitua turhia tasoja omaan suunnit-


telmaan, voidaan turhat (tyhjät) tasot poistaa lopuksi *PURGE*-komennolla. Kun oma suunnitelma on valmis, voidaan templatien objektit poistaa kokonaan suunnittelulaknalta. Template-pohjia on tilaajasta riippuen erilaisia, eli käytännössä omansa asemapiirustuksille, erilaisille leikkauskuville jne.



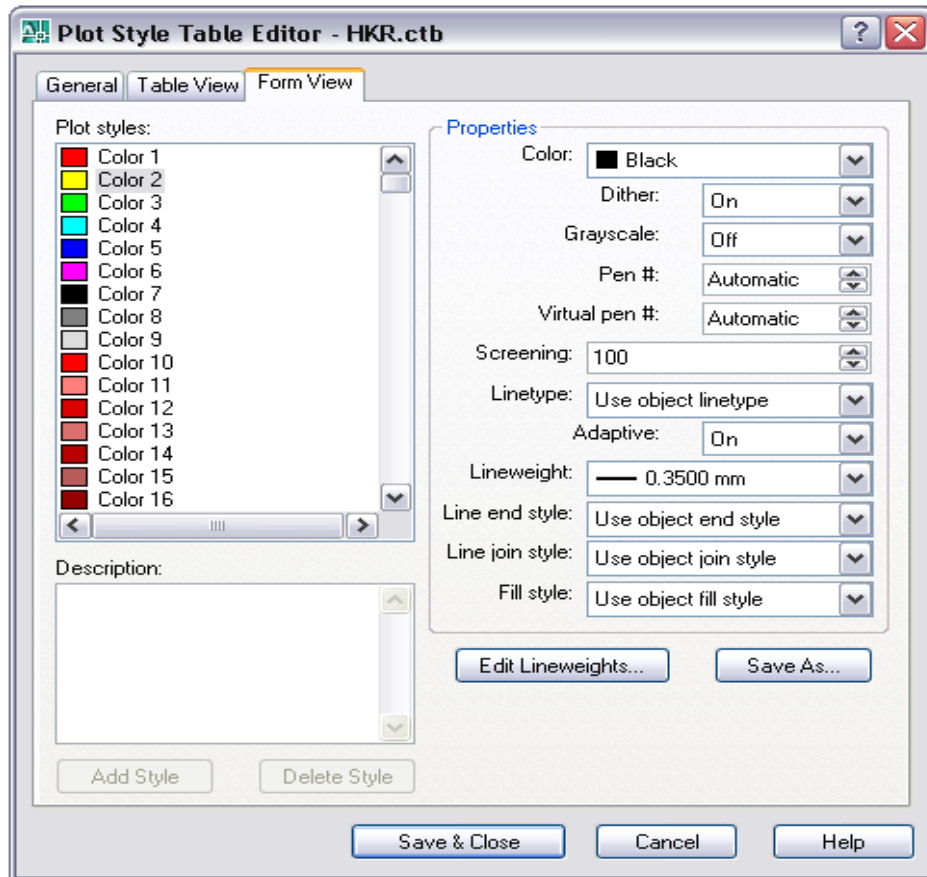
Kuva 22. Kaksi *viewporttia*, joista vasemmanpuoleisessa malliobjektit ja oikealla oma suunnitelma.

## 6.2 Kynätiedostot

Kynätiedostot ovat \*.ctb-tiedostoja, joissa on määritelty, millaisena minkäkin värinen viiva/objekti näkyy tulostuskuvassa. AutoCADissa määrätään näin ollen eri värein tulostuskuvan ulkoasu, joten suunnitelmakuvaan piirretty viiva leveydellä 0.35 ei välttämättä näy tulostettaessa saman levyisenä, jos ko. viivan värille on jotain muuta määrätty. Erilaisten tasojärjestelmien käyttö pohjautuu nimenomaan eri värien käyttöön, jolloin esim. Helsingin kaupungille tehty suunnitelma pitää tulostaa käyttäen Helsingin tasojärjestelmää vastaavaa kynää, jolloin tuloste vastaa tilaajan toiveita. Tulosteessa korostuvat tällöin oikeat asiat.

Kuvan 23 mukaisessa editorissa voidaan määritellä kullekin eri värille omat yksilölliset tulostusasetukset. Asetuksia pääsee muokkaamaan CAD:n tulostusvalikosta *File - Plot - Plot style table (pen assignments)* -painikkeesta, jonka alta löytyy lista jo olemassa olevista kynätiedostoista tai mahdollisuus täysin uuden tekoon. Jotta haluttu \*.ctb-tiedosto näkyy listalla, tulee se olla lisättyä valikon *File - Plot style manager...* osoittamaan konekohtaiseen polkuun (esim. *C:\map2008\Plot Styles*).

Usein pohjakartta halutaan häivyttää tulostuskuvasta, jolloin suunnitelmaan piirretyt asiat korostuvat helpommin. Tulostusasetus-editoriin voidaan määrittää, kuinka paljon tiettyä väriä himmennetään kuvasta. Kaikkien xref-tasojen väriksi voidaan esimerkiksi määrittää väri 251 (harmaa), ja tälle värille *screening*-arvoksi 60, jolloin värit himmenevät 40 %.



Kuva 23. Tulostusasetus-editori (kuvakaappaus AutoCAD-ohjelmistosta)

### 6.3 Muita huomioita tulostamisesta

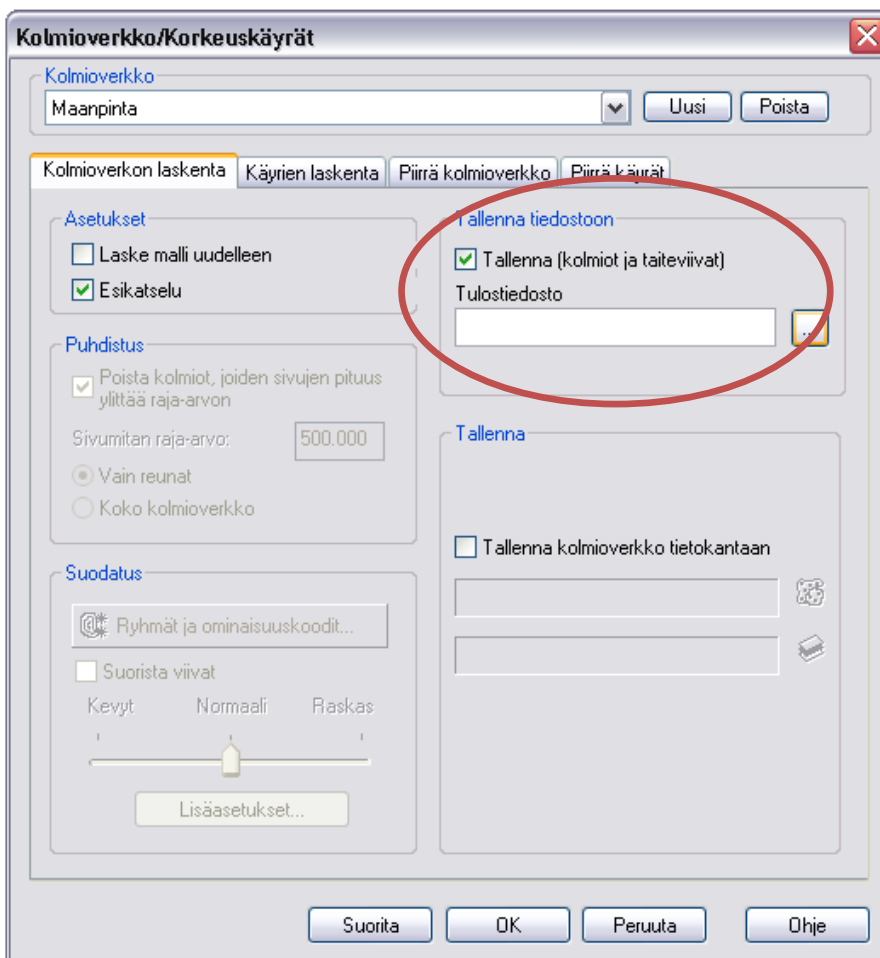
Suunnitelmat voidaan tulostaa joko suoraan Model-tilasta tai helpommin Layout-tilan kautta. Layout-tilasta tulostettaessa perustuu tulostusalueen rajaaminen tulostusikkunoihin, ts. AutoCADin viewportteihin, joilla mittakaavan määrittelyn jälkeen saadaan näkymään ikkunassa vain haluttu osa suunnitelmasta. Toiminto on kätevä, mutta suuria viitepiirustuksia sisältävissä suunnitelmissa voi olla raskaskin. Tällöin "kevyempi" tapa tulostaa suunnitelma on suoraan Model-tilasta, jossa voidaan rajata ylimääräinen osa xref-piirustuksesta pois *XCLIP*-komennolla, jolloin tiedoston koko ei ole niin suuri. Esimerkiksi Helsingin kaupunki edellyttää kaikkien suunnitelmien tulostusta Model-tilasta.

## 7 XML-SIIRTOTIEDOSTOJEN LUONTI

### 7.1 Pintamallit

Koneohjaukseen soveltuvien xml-muotoisten tiedostojen luonti Novapointilla käy yksinkertaisuudessaan niin, että jokin haluttu pinta kolmioidaan, jolloin se voidaan tallettaa xml-formaattiin. Muodostuva \*.xml-tiedosto on pieni kooltaan, ja se voidaan lähettää suoraan sähköpostilla eteenpäin työkoneeseen ladattavaksi. Kolmiointi voidaan tehdä kaikista 3D-pinnoista, kuten maanpinnasta, kaivannoista, väylän pinnoista jne.

Jokaisesta eri pinnasta tehdään oma pintamallinsa ja tiedostot talletetaan 05\_NP-hakemiston XML-kansioon. Maanpintamallin siirtotiedoston luonti tapahtuu samasta valikosta kuin kolmioverkon laskenta, mutta nyt kolmioverkkoa ei talletetakaan tietokantaan vaan tiedostoon (kuva 24).

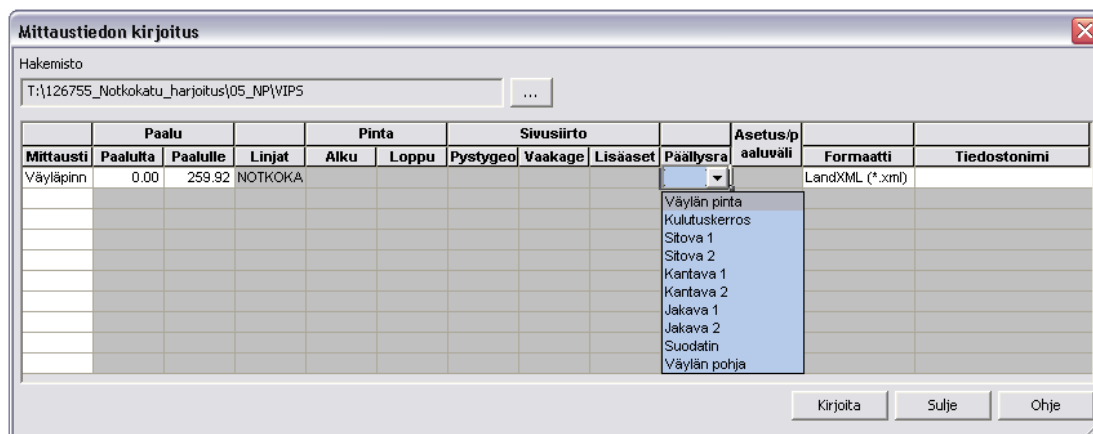


Kuva 24. Kolmioidun pinnan talletus xml-formaattiin (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

## 7.2 Siirtotiedosto väylämallista

Xml-tiedosto voidaan luoda myös suoraan suunnitellusta väylämallista, jolloin voidaan valita, mistä väylän pinnasta malli tehdään. Kun väylämalli on rakennettu, voidaan luoda xml-siirtotiedosto valitsemalla Väylämalli-dialogin valikosta *Tiedosto - Luo siirtotiedosto - Mittaustiedon kirjoitus...* (kuva 25).

Seuraavaksi määritetään, mistä väylän pinnasta pintamalli luodaan. *Mittaustiedon kirjoitus* -sarakeeseen valitaan *Väyläpinnat kolmioverkkona*, jolloin *Päällysrakenne* -sarakeesta päästään valitsemaan haluttu taso. Formaattiksi valitaan vielä LandXML ja annetaan luotavalle tiedostolle nimi (esim. k1\_pinta). Samalla kertaa voidaan täyttää useammankin kuin yhden rivin tiedot. Painamalla lopuksi *kirjoita* luo ohjelma halutut siirtotiedostot ilmoitettuun hakemistoon ja ilmoittaa "Tiedot kirjoitettu onnistuneesti tiedostoon".



Kuva 25. Mittaustietojen kirjoitus (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

## 7.3 Vesihuoltosuunnitelman kirjoitus xml-formaattiin

Myös Water/Sewerillä luodut putket voidaan kirjoittaa xml-formaattiin valitsemalla *Water/Sewer - Tiedonsiirto - LandXML siirtotiedosto...* Seuraavaksi osoitetaan haluttu siirtotiedoston tallennuspaikka ja valitaan haluttu kaivanto, jonka putkista xml-tiedosto luodaan. Novapoint Virtual Map ei kuitenkaan tunnista tällä tavoin luotua xml-tiedostoa (kts. kohta *8.2.8 XML-tiedostojen tuonti*). Vesihuoltokaivantoa suunniteltaessa ohjelma kirjoittaa itse koko ajan \*.xml-tiedostoa projektikansioon, jota voidaan hyödyntää sellaisenaan putkien ja johtojen virtuaalimallintamisessa.

Vesihuoltokaivannon pintamalli saadaan kirjoitettua siirtotiedostoksi valikosta *Water/Sewer - Tiedonsiirto - Mittaustiedot - kaivanto...* Seuraavaksi valitaan haluttu kaivanto, jonka jälkeen avautuu samantapainen taulukko kuin väylämallin mittaustietojen kirjoituksessa (kuva 25). Tiedot kirjoitetaan kolmioverkoksi (TIN) xml-formaattiin ja nimetään halutuksi. Huomioi tiedoston talletussijainti.

#### 7.4 Siirtotiedoston sisältämä data

Kun aineistosta on luotu xml-tiedosto, voidaan sen sisältämää dataa tarkastella esim. Internet-selaimella. Selaimella avattaessa tiedoston sisältö näkyy kuvan 26 mukaisessa muodossa. Tiedoista käy ilmi mm. tiedoston luoja, päivämäärä, mittayksiköt, suurin ja pienin pinnan korko jne. Tiedostossa on myös pitkä lista kolmioidun aineiston kolmioiden kärkipisteiden koordinaattitietoja. Selaimella tarkasteltaessa xml-tiedoston sisältämästä informaatiosta ei kuitenkaan saa kovin paljoa irti, eikä esimerkiksi mahdollisia virheitä voi numeroviidakon seasta paikallistaa.

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
- <LandXML xsi:schemaLocation="http://www.landxml.org/schema/LandXML-1.0 http://www.landxml.org/schema/LandXML-1.0/LandXML-1.0.xsd" date="2011-06-15"
  time="05:46:27" version="1.0" xmlns="http://www.landxml.org/schema/LandXML-1.0" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
- <Units>
  <Metric areaUnit="squareMeter" linearUnit="meter" volumeUnit="cubicMeter" temperatureUnit="celsius" pressureUnit="mmHG" angularUnit="radians" directionUnit="radians" />
</Units>
- <Application name="Novapoint" manufacturer="Vianova Systems AS" version="17.20" manufacturerURL="www.novapoint.com">
  <Author createdBy="tiiv" />
</Application>
- <Project name="T:\Harkkaprojekti\133159_Kt75_Lastukoski\suun\NP\VIPS\Kt75_linjaus_ve1b">
- <Feature code="IM_codings">
  <Property label="terrainCoding" value="" />
  <Property label="surfaceCoding" value="" />
  <Property label="infraCoding1" value="FINLAND STANDARD" />
</Feature>
</Project>
- <Surfaces name="Kt75_linjaus_ve1b">
- <Surface name="-7.1 Väylän pohja">
  - <Definition surfType="TIN" elevMin="105.606055" elevMax="108.338887">
    - <Pnts>
      <P id="1">7011344.000857 3563530.288552 109.742365</P>
      <P id="2">7011343.913276 3563530.309355 109.322341</P>
      <P id="3">7011344.786813 3563533.504499 109.882946</P>
      <P id="4">7011344.687409 3563533.528695 109.467014</P>
      <P id="5">7011345.590606 3563536.715964 110.023527</P>
    
```

Kuva 26. XML

Havainnollisempi tapa tarkastella xml-tiedostoa on tuoda se sellaisenaan Novapoint Virtual Mappiin. Virtuaalimallista nähdään hetkessä pinnan oikeellisuus ja voidaan verrata useamman pinnan yhteensopivuutta. Mallista nähdään myös vesihuoltojärjestelmän sijoittuminen maastoon ja putkien mahdolliset törmäystilanteet.



## 8 NOVAPOINT VIRTUAL MAP

Novapoint Virtual Map on työkalu suunnitelmien virtuaaliseen mallintamiseen ja visualisointiin. Sen avulla voidaan muuttaa monimutkaista suunnitelmätietoa helposti ymmärrettävään muotoon, jolloin myös ulkopuolisella on mahdollisuus nähdä ja tutkia mallia vuorovaikutteisesti eri suunnista. Katselija voi aktivoida ennalta määrätyn liiketradan tai liikkuva mallissa vapaasti käyttäen erilaisia navigointitapoja, kuten lentämistä tai ajoneuvo-simulaatiota. Mallia on mahdollista tarkastella myös maanpinnan alapuolelta. (Vianova Systems Finland Oy.)

Mallin luominen Virtual Mapilla perustuu automaattisiin mallinnustyökaluihin sekä reaaliaikaiseen 3D-grafiikkaan (Junnonen 2009, 75). Malli luodaan kertomalla ohjelmalle, minkälaista tekstuuria/materiaalia käytetään milläkin tasolla. Esimerkiksi AutoCAD-taso, jolla on vesistöä, voidaan määrittää näkymään sinisellä tekstuurilla, jolloin alue näyttää mallissa järveltä. Eri tekstuurit haetaan materiaalikirjastoista, joissa on lukuisia erilaisia materiaaleja kuvaamaan eri elementtejä.

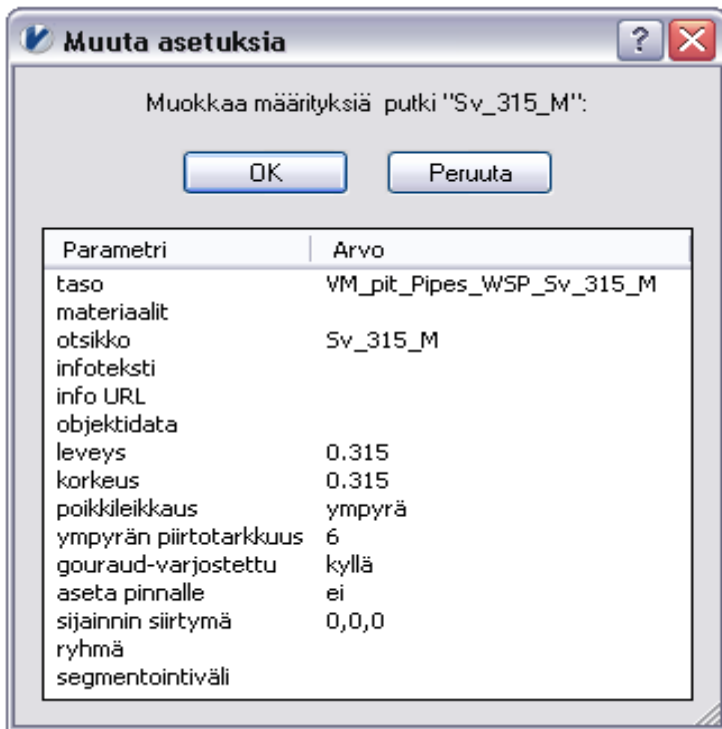
Seuraava ohjeistus on kirjoitettu käyttäen pääasiassa Novapoint Virtual Mapin versiota 5.0. XML-tiedostojen tuonti Virtual Mappiin onnistuu vain uudemmilla versioilla (kts. *8.2.8 XML-tiedostojen tuonti*).

### 8.1 Määrittelytiedosto \*.INI

Virtuaalimallin tuottaminen koostuu karkeasti neljästä vaiheesta: Lähdemateriaalin tuominen AutoCADiin, konfiguraation eli määrittelyn luominen/lataaminen ja muokkaaminen, mallin rakentaminen ja sen katselu (Novapoint). Kaikki yksittäiset elementit, metsäalueet, rakennukset, väylät yms. täytyy olla piirrettynä omille tasoilleen, joihin määrittelytiedostossa viitataan. Nämä konfiguraatitiedostot ovat ns. \*.ini-tiedostoja, joihin on tallennettuna tiedot eri tasoalueiden materiaaleista. Käytännössä virtuaalimallin rakennus onnistuu siis napin painalluksella, jos käytössä olevaa tasojärjestelmää vastaava \*.ini-tiedosto on valmiiksi määritetty ja ladattavissa ohjelmaan.

Mallien luominen on näin ollen helppoa, jos tarvittava \*.ini-tiedosto on jo valmiiksi olemassa. Tästä kuitenkin seuraa ongelma, joka pohjautuu eri kaupunkien ja suunnittelijoiden käyttämiin erilaisiin tasojärjestelmiin. Ei riitä, että esimerkiksi vesihuoltoverkoston mallintamista varten on luotu yksi konfiguraatitiedosto, jossa on kerrottu eri

putkien värit ja koot. Konfiguraatiossa pitää täsmällisesti viitata käytettäviin tasoihin, ja esimerkiksi Joensuun kaupungin suunnitelmiin piirtyy 315 mm muovinen sadevesiputki tasolle *VM\_pit\_Pipes\_WSP\_Sv\_315\_M* (kuva 27), kun taas käyttämällä Helsingin/Espoon kaupunkien W&S-konfiguraatiota piirtyy ko. putki tasolle *Pipes\_WS\_P\_Sv\_315\_Muovi PEH*.



Kuva 27. Sadevesiputken määrittäminen Novapoint Virtual Mapilla (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)


Samaa \*.ini-tiedostoa ei voi siis käyttää eri tasojärjestelmiin, vaan jokaiselle on tehtävä omansa. Jos ja kun tasoja on suunnitelmassa paljon, on konfiguraatitiedoston luominen työlästä ja hidasta tietojen syöttöä. Tämän vuoksi virtuaalimalleja ei välttämättä hyödynnetä vielä niin paljon, ellei määrittelytiedosto ole jo valmiiksi olemassa.

Opinnäytetyön yhteydessä tehtiin valmis määrittelytiedosto Joensuun putkikonfiguraatiolla tehdyn vesihuoltosuunnitelman virtuaalimallinnukseen. Suunnittelijan tarvitsee itse piirtää vesihuoltosuunnitelma 3D-viivoina kuvaan ja antaa halutut värit tasoilte. Virtual Mappiin voidaan tämän jälkeen hakea valmiiksi määrittely *JNS\_NpWsConfig.ini*-tiedosto, jolloin malli rakentuu käyttäen putkimateriaaleina suunnittelijan määäämiä tasovärejä.

## 8.2 Mallin luominen

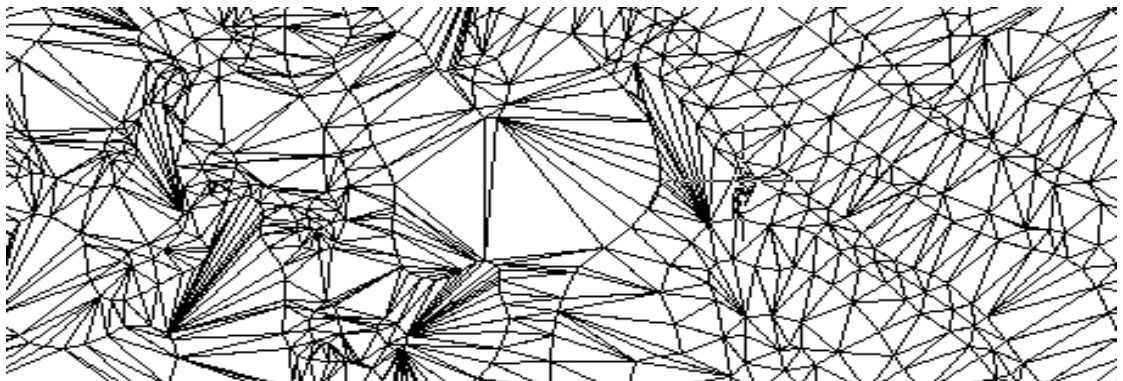
Seuraavissa kappaleissa käsitellään yksityiskohtaisesti mallin rakentamisen vaiheet sekä sen katselu. Tiivistetysti mallin rakennus etenee seuraavien vaiheiden kautta:

- Määritetään mallin pinnan muodot, siis käytettävä maastomalli.
- Mietitään, mitä kaikkia objekteja mallissa halutaan esittää (putket, tie, puut, rakennukset, vesistöt...jne.) ja luodaan jokaiselle mallinnettavalle asialle oma materiaali, jollaisena objekti mallissa näkyy.
- Määritetään eri alueille oma materiaali (jotka luotiin aiemmin) viittaamalla AutoCAD-tasoihin. Mallin rakentamisen kannalta välttämättömät alueet ovat maasto ja taivas.
- Määritetään myös pistemäisille kohteille (puut, rakennukset jne.) halutut tekstuurit.
- Rakennetaan malli ja liikutaan siinä.


Kun Virtual Map käynnistetään (  ) aukeaa Mallin rakennus -dialogi. Valikossa saattaa olla valmiina määritettynä tiettyjä parametreja, ja jos mallin määrittely halutaan aloittaa "puhtaalta pöydältä", saadaan määriykset pyyhittyä polusta *Työkalut - Poista käyttämättömät määriyksistä...*

### 8.2.1 Maastomallin määrittely


Maastomalli määrää maaston muodon alueella, joten siihen perustuu koko mallinnettava ympäristö. Maastomallina voidaan käyttää suunnitelman kolmioverkkoa, joka on piirretty 3D-elementtinä omalle tasolle (kuva 28).

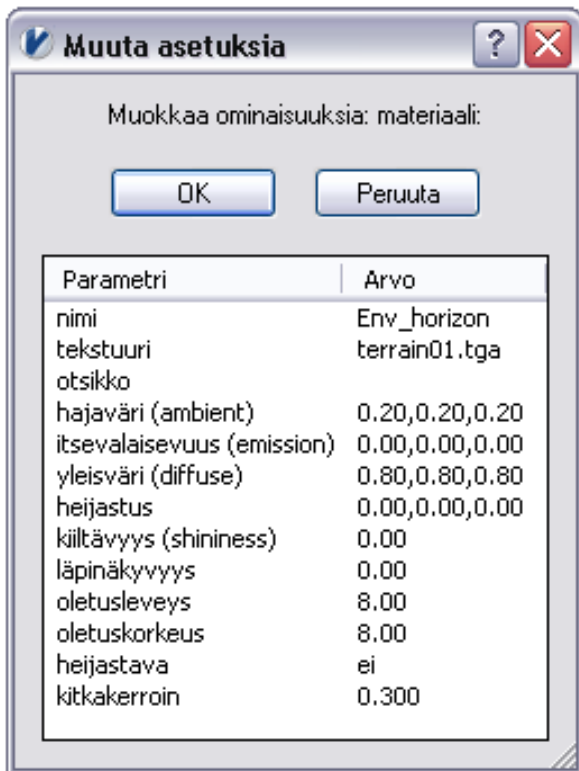


Kuva 28. Kolmioverkko kuvaa maaston muodot epäsäännöllisinä kolmioina

Virtual Mapin käynnistämisen jälkeen saadaan maastomalli määritettyä virtuaalimalliin  **Pintamallit** -painikkeen kautta. Pinta-parametrin arvoksi voidaan määrittää se taso, jolle kolmioverkko on suunnitelmakuvassa piirretty. Pintamalli voidaan vaihtoehtoisesti hakea myös tiedostosta. Ohjelma olettaa kaikkien mallinnettävien kohteiden tulevan maaston eli kolmioverkon pintaan. Virtuaalimallin pinnasta tulee tasainen, ellei maastomallia määritetä. Mallissa ei kuitenkaan näy korkojen vaihtelua ennen, kuin pinnalle määritetään materiaali (kts. 8.2.3 *Materiaalialueet*).

## 8.2.2 Materiaaliominaisuudet

Pintamallin määrittämisen jälkeen määritetään kaikki virtuaalimallissa käytettävät materiaalit eli tekstuurit, jotka saadaan luotua  **Materiaalit** -painikkeesta. Materiaalit määrittelevät, millaisena jokainen eri elementti esitetään mallissa, ja ne täytyy määrittellä ennakkoon. Materiaaleina käytetään tekstuureja, jotka haetaan tekstuurikirjastoista. Jos objektille ei määritetä tekstuuria, käytetään objektin AutoCAD-tason väriä materiaalina.




Kuva 29. Maanpintamateriaali  
(kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

Materiaalien määrittäminen kannattaa aloittaa taivas- ja maastomateriaalien teolla. Nimekenttään annetaan materiaalille nimi, joka on periaatteessa käyttäjän itse valittavissa paria poikkeusta lukuun ottamatta. Perusmaastomateriaalia tehdessä tulee nimeksi antaa *Env\_horizon*, ja taivastekstuurille *Env\_Sky*. Nämä on ohjelman perusasetuksissa määritelty maan ja taivaan oletusnimiksi. (Tiala 2001, 17)

Nimeämisen jälkeen valitaan Tekstuuri-kenttään haluttu tekstuuri avautuvasta luettelosta. Käytettävään tekstuurikirjastoon voi vaikuttaa valikkotoiminnolla *Työkalut - Tekstuuriopolut...* Materiaalia täytyy aina myös valaista, jotta se näkyy mallissa oikein. Väriarvot liittyvät pinnan eri osiin sen perusteella, miten pinta heijastaa valoa. Valon väri määräytyy käytetyn materiaalin mukaan. Esimerkiksi maanpinnalle kannatta antaa hajaväriksi (*ambient*) sinertävää väriä. Yleisvärillä (*diffuse*) määritellään auringonvalo, jolla on suurin vaikutus materiaalin valaistusominaisuuksiin. Suoraan maanpinnasta silmiin heijastuvan valon väri voi olla esimerkiksi vihertävän ruskea. Muut arvot, kuten värin heijastus ja kiiltävyys, täytyy säätää aina materiaalikohtaisesti, ja usein kokeilemalla saa elementin näyttämään haluamaltaan. Itsevalaisevuuden (*emission*) arvo on maanpintamateriaalia tehdessä käytännössä nolla, sillä maa ei ole itsessään tuota valoa. Arvot voidaan syöttää näppäimistöltä kenttään, esimerkiksi *ambient* 0.20,0.20,0.20 tai valitsemalla ne avautuvasta väri-dialogista. Kuvassa 29 on esimerkki maanpinnalle soveltuvista määrittämisistä. (Tiala 2001, 19.)


Materiaalin oletuskorkeus ja -leveys vaihtelevat tekstuurikohtaisesti. Mitä pienemmän luvun kenttiin määrittelee, sitä tarkemmalta materiaali näyttää. Maastomateriaalin oletuskorkeudeksi ja -leveydeksi ei kuitenkaan tule antaa liian pientä lukua, sillä silloin materiaali on läheltä katsoen tarkkaa, mutta kaukaa katsoen turhankin tarkkaa. Jos taas luvut asetetaan suuriksi näyttää kaukaa katsottuna hyvältä, mutta läheltä turhan suttuiselta. Suhteellisen hyvä arvo oletuskorkeudelle ja -leveydelle maanpinnalla on 8, kun taas taivasmateriaalilla 400. (Tiala, 2001, 21)



Malli voidaan rakentaa -painikkeella, kun välttämättömille elementeille (taivas ja maa) on luotu materiaali. Samalla aukeaa myös mallin katseluikkuna. Jos taivas on kovin tumma, saadaan sen kirkkautta lisättyä esim. säätämällä hajaväriä vaaleammaksi. Parametrien muuttuessa tulee malli aina rakentaa uudelleen ja avata mallin katseluikkuna uudelleen, jotta muutokset varmasti päivittyvät. Määrittelytiedosto on hyvä muistaa myös tallentaa riittävän usein (NP-hakemiston VM-kansioon).

### 8.2.3 Materiaalialueet



Materiaalialue jakaa maaston eri materiaaleihin. Materiaalialueeksi voidaan määrittää 3D-pinta omalla tasollaan (esim. kolmioverkko) tai suljettu murtoviiva (*polyline*) omalla tasollaan. Materiaalialueita voivat olla esimerkiksi vesistöt, katualueet, nurmikentät jne. Mikäli materiaalialueelle on määritelty z- korkeus, mallinnetaan materiaalialue tähän korkoon. Muussa tapauksessa alue mallinnetaan pintamallin päälle.


Kolmiointiaineiston kohdalla maanpinnalla ei siis näy korkeutta ennen kuin malliin määrätään tasokohtainen materiaalialue  **Materiaalialueet** -painikkeesta. Kolmiointiaineiston materiaalialueen määrittämisessä viitataan tasoon, jolla kolmioverkko on, sekä annetaan haluttu maastoa kuvaava materiaali. Materiaalialueisiin kannattaa aina luoda myös ns. *yleinen materiaalialue*, jota käytetään alueille, joille ei ole muuta materiaalia määritetty. Materiaaliksi kannattaa valita sama kuin perusmaastolle (*Env\_horizon*), jolloin kaikki määrittelemättömillä tasoilla olevat alueet näyttävät samalta kuin horisontti. Tasoksi määritellään <default>, jolloin ohjelma käyttää yleismaateriaalia kaikilla tasoilla oleviin määrittelemättömiin alueisiin. (Tiala 2001, 30).

Materiaalialueita rakennettaessa tulee huomioida, että alueet mallinnetaan siinä järjestyksessä kuin ne ovat listassa. Listan ylin mallinnetaan ensin, ja sen päälle mallinnetaan seuraavat alueet listan mukaisessa järjestyksessä. *Yleinen materiaalialue* tulee siis olla ylimpänä, seuraavaksi kolmioverkon materiaalialue, tämän jälkeen katu- ja piha-alueet jne. Nyt kun malli rakennetaan uudestaan ja avataan mallin katselu, nähdään horisonttiin asti samaa tekstuuria. Kolmiointiaineiston kohdalla maanpinnalla on myös korkeus, mikä näkyy maaston vaihteluna sekä mahdollisesti erilaisena materiaalina.

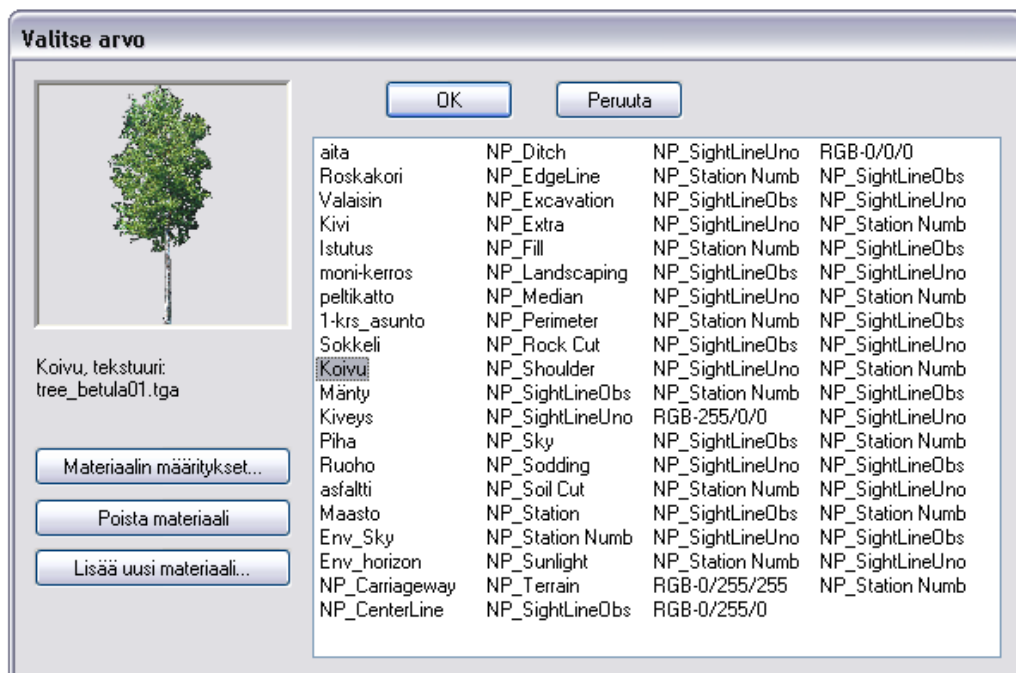
Suunnitelmasta riippuen voidaan nyt luoda tarpeelliset materiaalialueet katualueille yms. huomioiden, että jokaiselle alueelle tulee ensin olla luotuna oma materiaalinsa Materiaalit-valikkoon. Esimerkiksi katualuetta varten luodaan oma asfalttia muistuttava materiaali, jonka jälkeen materiaalialueisiin voidaan luoda uusi alue, joka käyttää materiaalinaan luotua asfalttia sekä tasonaan katualueen tasoa. Katualueen tulee siis olla omalla tasollaan suljettu murtoviiva. Materiaalialueiden järjestystä voi listalla muuttaa, jos järjestys ei ole oikea.

## 8.2.4 Väylämalli ja putket


Jos Novapointilla on aiemmin suunniteltu väylämalli, voidaan se hakea  **Väylämallit**-painikkeen kautta tallennuskansiostaan ja tuoda kuvaan (\*.GEN-tiedosto). Malliin voidaan määrittää myös  **Tielinjat**-painikkeesta tielinja, joka tehdään omalla tasolla olevasta katusuunnitelman mittalinjasta.

Jotta putket tulevat malliin oikeaan korkoon maanpintaan nähden tulee Novapoint Water/Sewerillä suunnitellut putket viedä ensin tyhjäan dwg-kuvaan valitsemalla *Water/Sewer - 3D - Virtual Map Export - suunnitelma...* Eri johtojen tasoille voidaan tässä antaa halutut värit, jonka jälkeen johdot voidaan kopioida suunnitelmakuvaan muiden tasojen joukkoon. Virtual Mapista  **Putket**-painikkeesta lisätään halutut uudet putket ja viitataan W/S:n luomiin tasoihin. Materiaalia ei tarvitse määritellä, sillä ohjelma käyttää AutoCAD-tason väriä putken materiaalina. Putken halkaisija määritellään kuitenkin erikseen, vaikka se onkin jo W/S:n konfiguraatioon määritelty. Usein putket mallinnetaan ulkohalkaisijan mukaan. Kaivot luodaan samaan tapaan, ne ovat vain "pystysuoria putkia". Vesihuolto-putket voidaan mallintaa myös xml-tiedostojen kautta (kts. *8.2.8 XML-tiedostojen tuonti*).

## 8.2.5 Metsät

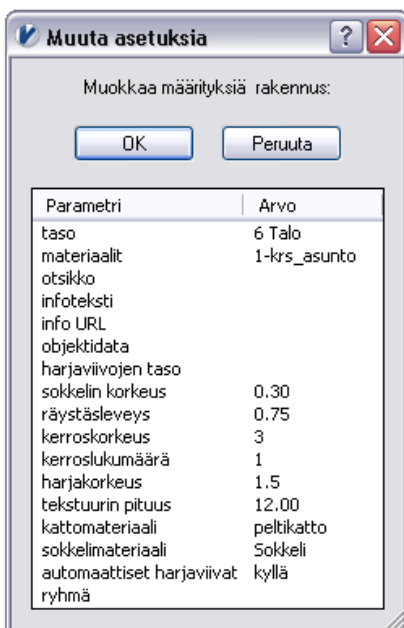


Kuva 30. Koivutekstuuri (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

Haluttaessa mallintaa metsää tarvitaan erilaisia puumateriaaleja, jotka täytyy ensin tehdä Materiaalit-valikkoon. Puhille tulee määrittää oletuskorkeus ja -leveys, jotka usein löytyvät kokeilemalla. Materiaalien määrittelyn jälkeen voidaan  Metsät -painikkeesta perustaa uusi metsäalue. Tasoksi määritellään se taso, jolle metsäalueet on piirretty, ja materiaaleiksi valitaan halutut puulajit (kuva 30). Useamman materiaalin saa valittua pitämällä Ctrl-näppäintä pohjassa. Alueeseen määritellään myös muut parametrit, kuten *Koon satunnaisuus* (esim. 10), *Istutustiheys* (mitä suurempi, sen tiheämpi, esim. 300), *Korkeus* (esim. 18) ja *Leveys* (esim. 5). Kannattaa kokeilla useita lukuvaihtoehtoja, jotta virtuaalimetsästä tulee halutun näköinen.


### 8.2.6 Rakennukset

Rakennuksia voidaan luoda tasoista, joilla on murtoviivoja, kaaria, ympyröitä tai splinikäyriä. Rakennukset koostuvat aina sokkelista, seinästä ja katosta, joita varten tulee luoda kaikille omat materiaalit. Rakennuksen koron määrää joko murtoviivan z-korko (=seinän yläreunan korko) tai jos murtoviivan  $z=0$ , määräytyy rakennuksen korkeus parametrien *kerroskorkeus* ja *kerroslukumäärä* mukaan. Julkisivumateriaaleja luotaessa tulee huomioida, että julkisivutekstuurit on tehty 4x4 jaolla, eli jos julkisivumateriaalin leveydeksi ja korkeudeksi annetaan 4 alkaa tekstuuri aina uudestaan rakennuksen kulmasta. Muuten tekstuuri jatkuu kulman taakse. (Tiala 2001, 54)






Kuva 31. Rakennuksen määrittely  
(kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)




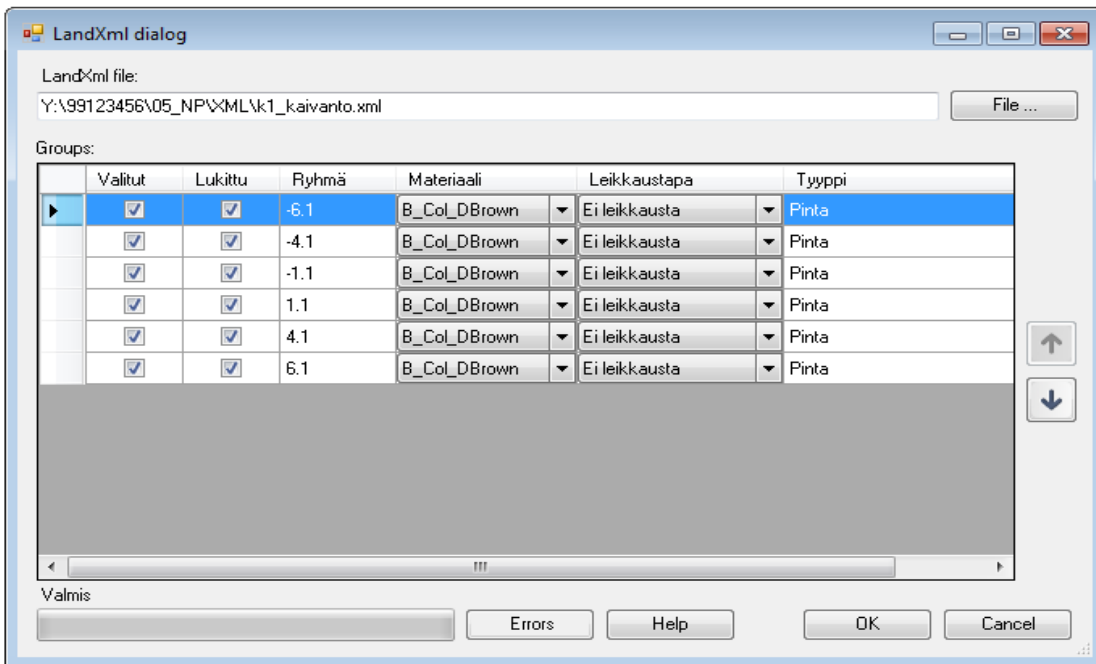
Uuden rakennustyyppin voi luoda  **Rakennukset**-valikkoon, jolloin päästään muokkaamaan rakennuksen määriksiä (kuva 31). Rakennuksen katto mallinnetaan joko olemassa olevasta harjaviivasta, tai jos ei sitä ole, voidaan määriksiin asettaa *automaattiset harjaviivat = kyllä*. Jos suunnittelukuvaan on piirretty harjaviivat, tulee niiden olla omalla tasollaan. Katon korkeus määriytyy joko harjaviivan koron mukaan, tai jos harjaviivan korko on nolla, niin harjan koroksi tulee seinän yläreunan korkoon lisättävä parametri *harjakorkeus*.

### 8.2.7 Elementtialueet ja -ketjut sekä yksittäiset elementit

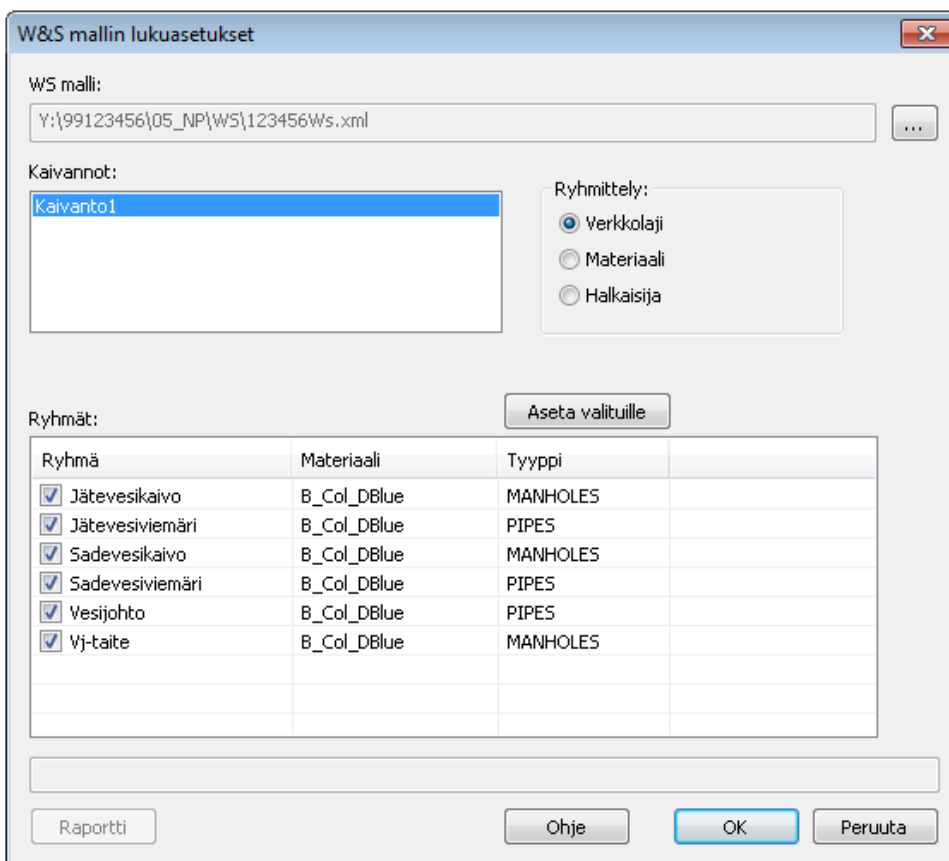
Elementtialueet voivat olla esimerkiksi mallinnettavia istutus- tai pensaikkoalueita, joilla sama yksittäinen objekti toistuu. Alueet tulee olla piirrettynä suunnitelmakuvaan suljettuna murtoviivana.  **Elementtialueet**-valikkoon voidaan luoda halutut alueet, joita varten on ennalta määritelty halutut materiaalit. Elementtialue voi olla esimerkiksi epäsäännöllisen muotoinen pensasistutusalue, jossa sama yksittäinen pensastekstuuri toistuu.  **Elementtiketjut**-valikkoon voidaan luoda elementeistä koostuvia rivejä, esim. puurivi. Tätä varten ei tarvitse tehdä erikseen uusia materiaaleja, jos aiemmin on jo metsää varten määritelty puulajeja.  **Yksittäiset elementit**-valikko tukee AutoCADin pistemäisiä objekteja, kuten bloqueja ja pisteitä, joista kukin näytetään mallissa yhdellä elementillä. Mikäli objektin korkeus poikkeaa nolasta, käytetään sitä elementin korkeustietona virtuaalimallissa. Yksittäisiä elementtejä voivat olla esim. kivet, valaisinpylväät ja yksittäiset puut.

### 8.2.8 XML-tiedostojen tuonti

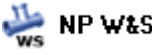
Novapointin versiosta 17.20 eteenpäin on Virtual Mapissa (versio 6.0) myös saatavilla  **LandXML**-laajennus, jonka kautta voidaan malliin tuoda väylä- ja pintamallista kirjoitetut xml-siirtotiedostot. Jokainen LandXML-objekti luo automaattisesti oman ryhmänsä malliin. LandXML-dialogi näkyy kuvassa 32, jossa on esitettyä vesihuoltokaivannon tuonti malliin tarkoituksena mallintaa kaivannon pinnat. Kaikkien saman tiedoston pintojen väriä voidaan muuttaa yhtäaikaaisesti vaihtamalla ensin yhden pinnan materiaali (väri) halutuksi. Seuraavaksi valitaan kaikki pinnat aktiiviseksi ja painetaan hiiren oikealla sen pinnan materiaalista, joka jo vaihdettiin. Nyt saadaan määritettyä sama materiaali kerralla joka pinnalle.



Kuva 32. Vesihuoltokaivannon tuonti malliin (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

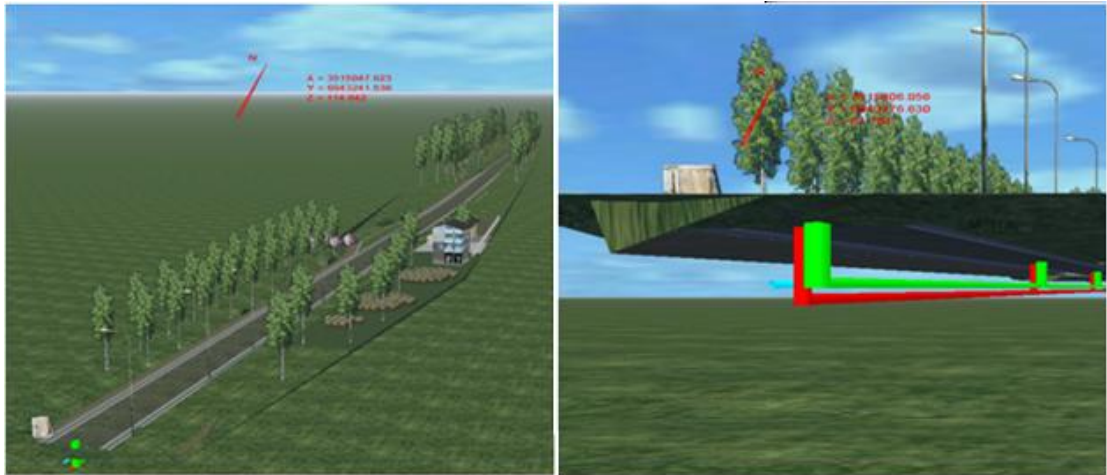


Kuva 33. Vesihuoltosuunnitelman putkien mallinnus xml-tiedostosta (kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)



Novapointin versioon 18.00 on saatavilla -laajennus (Virtual Map 6.1). Tämän kautta voidaan tuoda W/S:stä kirjoitettu putkien siirtotiedosto, jota ohjelma kirjoittaa automaattisesti koko ajan suunnittelua tehdessä. Tämä kyseinen \*.xml tiedosto löytyy samasta sijainnista, jonne projektin siemen (\*.ncp) on talletettu. Tiedosto on nimeltään XXXXXXWS.xml (projektinumeron/-nimen mukaan) (kuva 33). Eri ryhmille voidaan tässä asettaa halutut värit, jonka jälkeen suunnitellut putket saadaan luotua virtuaalimalliin. Putkikaivanto täytyy kirjoittaa xml-formaattiin erikseen (kts. 7.3. *Vesihuoltosuunnitelman kirjoitus xml-formaattiin*)


### 8.3 Mallin katselu

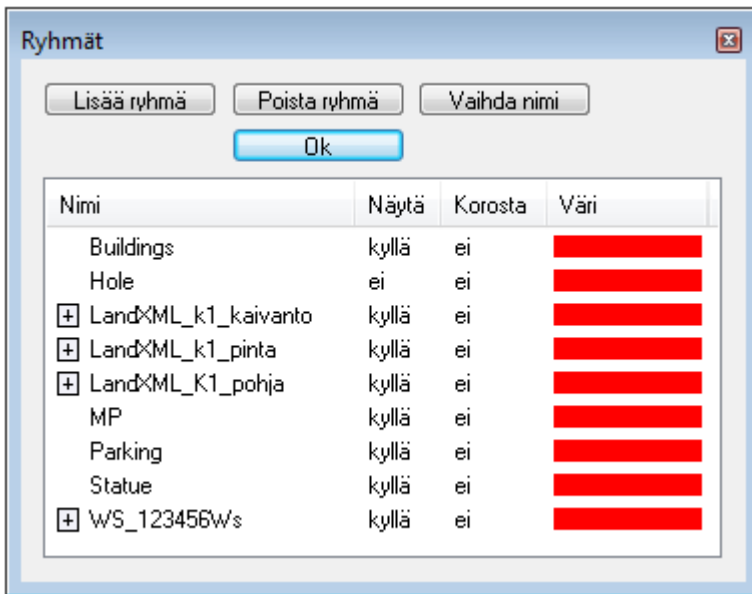
Mallin generoinnin jälkeen mallia voidaan tarkastella eri suunnista. Rakennetun virtuaalimallin katselun helpottamiseksi on olemassa erilaisia navigointityökaluja. *Navigointi - Navigointitila* -valikosta voidaan valita haluttu perspektiivi. Liikkuminen mallissa tapahtuu hiiren avulla siten, että hiiren vasemmalla päästään eteen/taakse, oikealla ylös/alas ja keskipainikkeesta "käännellään päätä".



Kuva 34. Valmis malli katusuunnitelmasta sekä sen ympäristöstä

Liikkumista helpottamaan on valikkoriville määritetty valmiiksi pikanäppäimiä. -painike palauttaa katselijan aloitussijaintiin ja -painikkeesta päästään tallentamaan näkymiä ja palaamaan aiemmin määrättyihin sijainteihin. F-näppäimellä päästään aina suoraan maanpinnan tasolle. Navigointi-valikosta kannattaa käydä sallimassa myös *navigointi pinnan alla*, jolloin ohjelma antaa tarkastella myös esim. maanpinnan alaisia putkia (kuva 34).

Eri ryhmien hallinta tapahtuu -painikkeesta. Virtual Mapilla voidaan luokitella tietoja eri ryhmiin samalla tapaa kuin maastotietokannan ryhmäluokittelussa (kuva 35). Ryhmien teko on suotavaa, jolloin voidaan muokata objektien ryhmäasetuksia ja sammuttaa ryhmien kohteita katseluohjelmassa. Ryhmittelymahdollisuudet lisääntyvät Virtual Mapin uudemmilla versioilla (versiosta 6.0 eteenpäin).



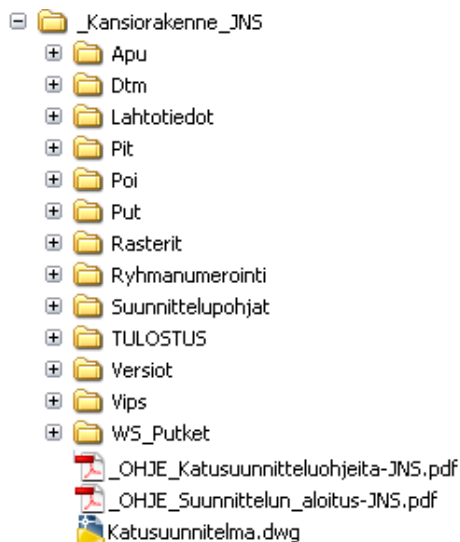
Kuva 35. Virtual Mapin ryhmiä  
(kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

## 9 JOENSUUN KAUPUNGILLE TEHTÄVÄT SUUNNITELMAT

Seuraava osio käsittelee Joensuun kaupungille tehtäviä suunnitelmia, tarkoituksena opastaa lähinnä toimiston uusia työntekijöitä työjärjestyksestä sekä -tavoista. Ohjeistusta on koottu Joensuun kaupungin omista ohjeista, jotka myös löytyvät verkkolevyiltä. Tekstissä opastetaan mm. hakemistorakenteen sekä konfiguraatitiedostojen käyttöä sekä muita kaupungin suunnitelmille ominaisia piirteitä, jotka poikkeavat aiemmista luvuista 3 - 8, tai täsmentävät niitä. Sähköisessä versiossa on useisiin kansioviittauksiin tallennettu suora hyperlinkki verkkolevyasemalle.

### 9.1 Joensuun käyttämä hakemistorakenne

Seuraavassa kuvassa on otsikkotasolla avattu Joensuun suunnittelukohteille käytettävää hakemistorakennetta. [Kansiorakenne JNS](#) löytyy Kuopion toimiston verkkolevyiltä, jonne on myös talletettu valmiiksi ohjeita eri työvaiheille. Joensuun käyttämä kansiorakenne poikkeaa Kuopiolle suunnitellusta (kuva 3) mallista muun muassa siinä, ettei tässä ole eroteltu eri tekniikka-aloja eikä esimerkiksi Novapointin tiedostoja. Hakemistossa ei ole erillisiä suunnittelukansioita, joten suunnitteilla oleva \*.dwg-kuva on suoraan projektikansion alla (katusuunnitelma.dwg).



Kuva 36. Joensuun käyttämä hakemistorakenne

Verkkolevyn kansioissa on valmiita ohjeita hakemistorakenteen käytöstä *\_Lue\_!!!.dwg*- ja *\_Lue\_!!!.txt*-tiedostoissa, joista on koottu tähän oleellimmat.

[Apu](#)-kansioon talletetaan erilaiset apukuvat, blokit, nimiöt, opaskartat sekä kynätiedostot. Kansiota löytyy valmiina muun muassa kaupungin nimiöt (*JNS\_nimio-1\_GK30.dwg*, *JNS\_nimio-2\_GK30.dwg*), apukuvat pituusleikkausten viimeistelyyn (*apu\_pit.dwg*) sekä paalukohtaisten poikkileikkausten korkeusruudukon muokkaukseen (*Apu\_Poikkari\_ruudukko.dwg*), katuvaloblokki asemapiirustukseen (*bl\_katuvalo.dwg*) sekä eri alueiden opaskarttoja sekä ETRS-GK30- että VJJ-koordinaatistossa. Kynätiedostoihin on talletettu valmiiksi kaupungin käyttämät kynät, sekä mustavalkoinen *JNS\_mv.ctb* että värillinen *JNS\_vari.ctb*, joita voidaan käyttää Joensuun tasojärjestelmällä tehtäviin suunnitelmiin (kts. 9.3 *Katu- ja vesihuoltosuunnitelma*).

Novapointin tiedostoille ei Joensuun mallissa ole yhtä keskitettyä yläkansiota, vaan eri tyyppisten tiedostojen kansiot ovat suoraan projektikansion alla. Novapointilla luotavan maastotietokannan tiedostot tallennetaan [Dtm](#)-kansioon samoin kuin väylämallin tiedostot [Vips](#)-kansioon.

[Lahtotiedot](#)-kansioon talletetaan kaikki suunnittelun lähtötiedot lajiteltuina alakansioihin siten, että tiedostojen nimistä käy ilmi tiedoston alkuperä. Taulukossa 1 on nimeämisesimerkkejä.

Taulukko 1. Lähtötietoaineiston nimeämishojeita

Kansio	Nimeäminen
<b>KAAPELIT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESIM.: xcITYSTÄ SAATU KAAPELITIETO → xc_KAAPELIT_rak.DWG</li> <li>MIKÄLI TIETOA ON SAATU SÄHKÖYHTIÖILTÄ TAI TELEOPERAATTOREILTA SUORAAN PITÄÄ TIEDOSTOT NIMETÄ NÄIDEN MUKAISESTI ESIM. FORTUM_KAAPELIT_rak.DWG, ELISA_KAAPELIT_rak.DWG JNE...</li> </ul>
<b>KAAVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESIM.: xcITYSTÄ SAATU KAAVATIETO → xc_AJANTASAKAAVA.DWG</li> </ul>
<b>KANTAKARTTA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESIM.: xcITYSTÄ SAATU KAANTAKARTTATIETO → xc_KANTAKARTTA.DWG</li> </ul>
<b>KAUKOLÄMPÖ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESIM.: xcITYSTÄ SAATU KAUKOLÄMPÖTIETO → xc_KL_rak.DWG</li> <li>FORTUMILTA SAATU KAUKOLÄMPÖTIETO → FORTUM_KL_rak.DWG jne</li> </ul>
<b>KORKEUSTIETO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESIM.: MAASTOMITTAUKSESTA MAASTOMALLINPOHJAKSI SAATU KORKEUSTIETO → MM_MITATTU_KORKEUSTIETO.DWG</li> <li>xcITYSTÄ SAATU MITATTU KORKEUSTIETO → xc_MITATTU_KORKEUSTIETO.DWG (LIITETÄÄN HARKINNAN MUKAAN (TARKISTA:MITTAUSVUOSI, MITTAUSTAPA.JNE) TÄYDENTÄVILTÄ OSILTAAN KORKEUSTIEDOKSI MAASTOMALLITIEIHIIN ELI MM_MITATTU_KORKEUSTIETO.DWG-KUVAAN).</li> <li>xcITYSTÄ SAATU TULKITTU KORKEUSTIETO → XC_ILMAKUVATTU KORKEUSTIETO.DWG (KÄYTETÄÄN ALUSTAVISSA SUUNNITELMISSA / YLEISSUUNNITELMISSA MAASTOMALLITIETONA)</li> </ul>
<b>VESIHUOLTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>JOENSUUN VEDELTÄ SAATU AINEISTO: JNS-VESI_VESIHUOLTO_rak.DWG - KÄYTETÄÄN ENSISIJAISESTI !!!</li> <li>xcITYSTÄ SAATU VESIHUOLTOTIETO → xc_VESIHUOLTO_rak.DWG</li> </ul>

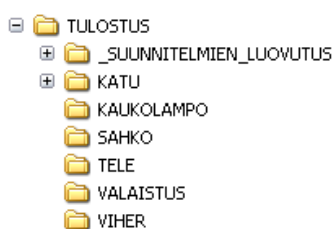
DWG-muotoisten lähtötietojen lisäksi suositellaan käytettäväksi skannattuja kaapelikarttoja, joissa on paremmin merkitty ns. kaapelimatot ja kaapeleiden tyyppi. Skannattuja karttoja on päivitetty vuoteen 2000.

Lähtötietokansiosta löytyy myös *Muut Suunnitelmat* -alakansio, johon talletetaan suunnittelualueen vanhat suunnitelmat (pdf-, tif-muoto) ja liittyvien katujen suunnitelmat (suunnitelmakartta, pituusleikkaus, tyyppipoikkileikkaus, tasauspiirustus jne.). Jos liittyviä katuja ei ole toteutettu, tallennetaan kansioon myös dwg-aineisto, josta saadaan mitta- ja reunalinjatiedot yms. *Pohjatutkimukset*-alakansioon tallennetaan suunnittelukohteen pohjatutkimukset (\*.tek- ja \*.npinf-tiedostot), rakennettavuusselvitykset sekä tutkimusselosteet pdf-muodossa.

[Pit-](#) ja [Poi-](#)kansioihin tallennetaan suunnittelukuvasta tehty pituusleikkaukset sekä paalukohtaiset poikkileikkaukset. Leikkauskuvat haetaan kansioista viitekuvina (xref) TULOSTUS-kansiossa olevaan kuvaan tai talletetaan suoraan TULOSTUS-kansion alle. Vinkkejä pituusleikkauksen siistimiseen löytyy *\_OHJE\_Pituusleikkauksen\_viimeistely-JNS.pdf*-tiedostosta. [Put-](#)kansioon tallennetaan tarvittaessa suunnittelukuvassa tehty vesihuolto, josta ilmenee viimeistellyt korkeustiedot. Myös nämä kuvat haetaan viitekuvina tulostuskuviin. [Rasterit](#)-kansioon tallennetaan esimerkiksi käytettävät katurasterit, jotka haetaan viitekuvina tulostuskuviin.

[Ryhmänumerointi](#)-kansioista löytyy voimassaoleva ohje ryhmien numerointiin, *\_OHJE\_Ryhmanumerot-JNS.pdf*, joka on myös tämän työn liitteessä 1. [Suunnittelu-pohjat](#)-kansiossa on muille suunnittelijoille lähetetyt tai heiltä saadut suunnittelupohjat lajiteltuina, esimerkiksi kaukolämpö ja sähkösuunnittelu erikseen.

[TULOSTUS](#)-kansion (kuva 37) eri alakansioihin tallennetaan kaikki suunnitteluun oleellisesti liittyvä aineisto, kuten arkistoinnin tiedostot sekä rakentamiselle ja hankkeelle tärkeät tiedostot (paalutus-, massa-, kustastannuslaskennat, muistiot, pohjatutkimukset, sisällysluettelot, CD/DVD-kannet) jne.



Kuva 37. TULOSTUS-kansion sisältö

\_SUUNNITELMIEN\_LUOVUTUS-kansion käyttämiseen liittyy tarkka ohje tiedostomuodoista ja luovutettavista suunnitelmista, *\_OHJE\_Suunnitelmien\_luovutus\_JNS.pdf*, joka löytyy myös tämän työn liitteestä 3. Katualueiden ulkopuoliset viher-suunnitelmat, kuten leikkipuistot, tallennetaan *VIHER*-kansioon.

## 9.2 Suunnittelun aloitus

Projektin aloitus noudattaa pääpiirteittäin lukua 3 *PROJEKTIN ALOITUS NOVA-POINTILLA*. Edellisessä kappaleessa esitetty kansiorakenne kopioidaan projektikansioon ja nimetään tilaajan antaman kohteen nimen mukaan. Seuraavaksi Novapointin pikakäynnistyskuvake kopioidaan suoraan projektikansion alle ja nimetään kohdetta vastaavaksi. Pikakuvakkeen työkansioiksi asetetaan projektikansio. Projektin siemen luodaan *WS\_putket*-kansioon ja nimetään suunnittelutyön mukaan (RS = rakennus-suunnitelma, YS = yleissuunnitelma jne.). Lopuksi luodaan vielä maasto- ja tarpeen tullen väylätietokanta niille tarkoitettuihin kansioihin.

Seuraavaksi talletetaan saadut maaston lähtötiedot maastotietokantaan Joensuun ryhmänumeroinnin mukaisesti ja luodaan aineistosta kolmioverkko. Ennen varsinaisen suunnittelun aloitusta tulee muistaa, että ryhmien hallinnassa tulee maanpintatietoja sisältävistä ryhmistä olla päällä ainoastaan maanpinnasta kolmioitu ryhmä, ettei useamman korkotietoja sisältävän ryhmän päällä-olo aiheuta ristiriitoja ohjelman käytössä.

## 9.3 Katu- ja vesihuoltosuunnitelma

Seuraavan ohjeistuksen pohjana on käytetty Joensuun kaupungin teknisen viraston katusuunnitteluohjetta, joka löytyy kokonaisuudessaan liitteestä 2.

Maastomallin luonnin jälkeen voidaan avata projektikansiosta löytyvä *Katusuunnitelma.dwg*, johon on valmiiksi tallennettu kunnallisteknisessä suunnittelussa käytettävä tasojärjestelmä. Tiedosto voidaan nimetä uudelleen suunnittelutyön mukaan. Jos suunnitelmaan lisätään omia tasoja, tulee tasojen nimeämisessä käyttää seuraavia periaatteita (tason nimen alkuliite): **Katusuunnittelutasot S\_**; **Putkisuunnittelutasot P\_**; **Liikenteenohjaussuunnittelutasot L\_**; **Vihersuunnittelutasot V\_**; **Geo/pohjanvahvistus-suunnittelutasot G\_**



Tie- ja katusuunnitelman eteneminen on kuvattu luvussa 4 *TIESUUNNITELMAT*. Suunnitelmakuvissa esitetään pohja- ja rakennettutieto harmaa-mustasävyisenä, kun taas suunnitelluissa kohteissa käytetään värejä ja mahdollisesti paksumpia viivatyypppejä. Väylämallin suunnittelua varten löytyy [Joensuun tyypipoikkileikkaukset NP](#) -kansioista valmiita poikkileikkaustyypppejä, joita voi käyttää sellaisenaan tai muokata tarvittaessa. Eri poikkileikkaustiedostojen sisällöstä on kirjoitettu ohje, *JNS Maalaattikkopoikkileikkaustyyppit Novapoint 17\_20.doc*, josta löytyy valmiiden .ind-tiedostojen lyhyt kuvaus. Katusuunnittelun ohjearvoja löytyy lisäksi liitteestä 2.

Suunnittelun aikaiset eri versiot ja vaihtoehdot talletetaan Versiot-kansioon. Kaikki piirustukset tallennetaan omina katu- tai kohdekohtaisina tiedostoinaan, joista tehdään myös kaikkien kohteiden kattava yleinen suunnitelmakartta. Suunnitelmakartan sisältö on esitetty liitteessä kaksi sivulta 2 alkaen.

Viitepiirrustuksia (xreffit) voi ladata vain tulostus-kansion kuviin. Xreffejä ladatessa tulee asetuksiin määrittellä suhteellinen hakemistopolku (*relative path*) sekä kiinnitysmuodoksi *overlay* (kts. 3.7 *Viitepiirrustukset*). Viitekuvia ei saa sitoa pysyvästi tulostuskuviin. Viitekuvat tulee nimetä niin, että nimestä käy ilmi esim. kaapelityyppi ja omistaja.



Vesihuoltosuunnitteluun liittyvää yleistä ohjeistusta löytyy luvusta 5. Joensuun kaupungille suunniteltaessa tulee käyttää [JNS NpWsConfig.mdb](#)-konfiguraatitiedostoa. Kansioista [JNS WS symbolit ramboll](#) löytyy myös muutama perussymboleista muokattu kaivo-symboli, joita tulee käyttää vesihuoltosuunnitelmaa tehdessä.

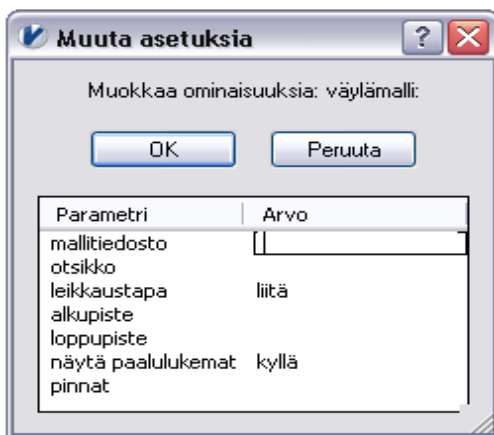
#### 9.4 Tulostuskuvat

Tulostus-kansion piirustukset tehdään aina *layout*-tilaan siten, että tulostuksen mitta-kaava (plot scale) on 1 mm = 1 unit. Tulostettaessa tulee käyttää *JNS\_mv.ctb* ja *JNS\_vari.ctb* -kynätiedostoja. Tulosteiden tulisi noudattaa ns. mappitaittopituuksia, eli 210 mm +  $n \times 190$  mm. Suositeltava maksimipituus on 970 mm (1350 mm) ja korkeus 594 mm (891 mm).


## 9.5 Virtuaalimalli

Joensuun putkikonfiguraatiolla tehdyt vesihuoltosuunnitelmat voidaan virtuaalimallintaa käyttämällä *JNS\_NpWsConfig.ini*-tiedostoa. Edellytyksenä on, että vesihuoltosuunnitelman putket on tuotu 3D:nä suunnitelmapiirustukseen valitsemalla *Water/Sewer > 3D > Virtual Map Export - suunnitelma...* sekä tasovärit määritetty (kts. 8.2.4 Väylämalli ja Putket).

Kun tehty suunnitelmapiirustus on auki, käynnistetään Novapoint Virtual Map (  ). Seuraavaksi haetaan *JNS\_NpWsConfig.ini*-tiedosto kansiota valitsemalla Virtual Mapin valikkoriviltä *Tiedosto - Hae määrytykset...* Maastomallista piirretyn kolmioverkon oletetaan nyt olevan tasolla *Kolmioverkko*. Jos taso on jokin muu, voidaan se vaihtaa tuplaklikkaamalla *Pintamallia* ja asettamalla oikean pinta-parametrin tason. Jos suunnitelmaan on tehty väylämalli (\*.gen), voidaan se hakea virtuaalimalliin klikkaamalla  **Väylämallit** -painikkeesta hiiren oikealla ja valitsemalla "Lisää..." Painamalla "mallitiedosto"-parametrissa (kuva 38) voidaan väylämalli hakea projektikansiota (*X:\... \projektikansio\Vips*).



Kuva 38. Väylämallin lisäys  
(kuvakaappaus Novapoint-ohjelmistosta)

Muita parametreja voi halutessaan säätää. Oletuksena mallinnetaan ensimmäinen ja viimeinen laskettu paalulukema, joihin voi vaikuttaa syöttämällä itse alku- ja loppupisteen dialogiin. Nyt kun malli rakennetaan (  ) näkyy virtuaalimallissa luodut putket maanpinnan alla, sekä mahdollisesti tuotu väylämalli. Virtuaalimalliin voi halutessaan lisätä muitakin elementtejä luvun 8 mukaisesti. *JNS\_NpWsConfig.ini*-määrittelytiedostoon on valmiiksi syötetty tiedot vain 3D-vesihuoltosuunnitelman putkista sekä maastomallista.

## 10 NOVAPOINTIN TULEVAISUUDEN NÄKYMIÄ JA POHDINTOJA

Novapoint, kuten lähes kaikki muukin tietokoneisiin liittyvä, päivittyy ja uusia versioita ilmestyy aika ajoin. Kuten jo Virtual Mapin ohjeistuksen yhteydessä todettiin, on päivitettyissä versioissa uusia työtä helpottavia ominaisuuksia, kuten xml-tiedostojen tuontimahdollisuus virtuaalimalliin. Siirtotiedostojen ja virtuaalimallien hyödyntämisen edistämiseksi tulisi kaikille työkoneille saada myös ajantasaiset ohjelmistot. Vanhemmilla versioilla mallien rakentaminen on paljon työläämpää, kun siirtotiedoston tuontimahdollisuutta ei ole. Tämä opinnäytetyö toteutettiin lähes kokonaan Novapointin versiolla 17.20, jossa xml-tiedostojen "helppo" mallinnus ei vielä ole mahdollista. Ohjelmistopäivitykset aiheuttavat aina myös erilaisia yhteensopivuusongelmia, jotka pitää huomioida suunnitelmia tehdessä. Uusilla versioilla voi avata vanhempien versioiden projekteja, muttei päinvastoin. Novapointilla tehtävät projektit ovat lisäksi konekohtaisia, eli teoriassa samaa projektia täytyy työstää aina samalla työasemalla. Jos suunnittelija vaihtaa työskentelykonetta kesken projektin, tulee projekti pakata Novapointin kautta, jotta se voidaan avata myös uudella työasemalla.

Tietomalleista saadaan parhaat hyödyt irti, kun suunnittelijoiden malleja voidaan hyödyntää visualisointiin, koordinaatiomallien tekoon, erilaisiin törmäystarkasteluihin ja ennen kaikkea koneohjaukseen. Tietomalliprojekteihin liittyy kuitenkin vielä suhteellisen usein erilaisia ongelmia, jotka voivat olla peräisin joko käyttäjien asenteista ja epätietoisuudesta tai ohjelmiston omista käyttöongelmista. Tietomallinnuksen edistämiseksi on vielä paljon työtä edessä. Ainakaan tietomalliprojektien hyödyistä ja konkreettisesta käytöstä kertominen ei vähennä mallien käyttöä, päinvastoin. Toimintatapa alkaa rutinoitua suunnittelijoiden keskuudessa, kun projektien eri osapuolet pääsevät osallistumaan useampaan samantapaisen kaavan kautta toteutettavaan projektiin. Alkuun tarvitaan selkeitä toimintaohjeita, joiden mukaan tietomallinnusta voidaan toteuttaa. Ohjeistuksetkin toki vanhenevat uusien ohjelmistopäivityksien myötä ja vaativat päivittämistä itsekin.

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana oli kirjoittaa käsikirja Novapointin käytöstä tietomallinnuksen työkaluna. Ohjelmiston käyttöön oli jo lähtökohtaisesti saatavilla paljon erilaisia käyttöohjeita ja tutoriaaleja, mutta uudelle käyttäjälle ne voivat tuntua vierailta ja irrallisilta. Tavoitteena oli saada tähän työhön mukaan uutta työntekijää hyödyttävä näkökulma, jossa ohjelmiston ongelmalliset käyttökohdat olisi vielä tarkemmin huomioitu. Lähtökohtaisesti itsellenikään ei ollut ohjelmistosta kovin runsaasti kokemusta, joten työtä tehdessä opin koko ajan uutta. Ohjeistusta kirjoittaessa olin itse se uusi

ohjelmiston käyttäjä, jota varten tämä työ ylipäättään kirjoitettiin. Tätä kautta sain mielestäni tekstiin tarvittavan näkökulman siitä, etteivät kaikki kokeneelle suunnittelijalle itsestään selvyydeltä tuntuvat asiat ole aina niin selkeitä aloittelijalle.

Kokonaisuudessaan työhön saatiin jatkumo, joka opastaa lukijaa vaiheittain suunnitteluprosessin läpi. Työn alkuosan teoriaosuus tarjoaa lukijalle mahdollisuuden syventyä infra-alan tulevaisuuden tavoitteisiin, mikä toivottavasti konkretisoisi ohjelmistolla aikaansaatuja suunnitelmien merkitystä. Ohjelmistossa toki on lukematon määrä työkaluja ja sivuhaaroja, joita ei mitenkään voinut tähän työhön mahduttaa, mutta tarkoituksena ei ollutkaan kirjoittaa kokonaisvaltaista suunnitteluohjetta. Ohjelmiston käyttöä oppii parhaiten vain itse käyttämällä sitä, ja uskon että kirjoittamani tekstin avulla pääsee hyvin alkuun.

## SANASTOA

<b>ASCII</b>	<i>American Standard Code for Information Interchange</i>	Numeerinen koodistandardi
<b>BIM</b>	<i>Building Information Model</i>	Rakennuksen tietomalli, josta ilmenee rakenteen koko elinkaaren aikaisten tuotetietojen kokonaisuus
<b>CAD</b>	<i>Computer Aided Design</i>	Tietokoneavusteinen suunnittelu
<b>DTM</b>	<i>Digital Terrain Model</i>	Maastotietokanta
<b>DWG</b>	<i>Drawing</i>	Binaaritiedostomuoto, jota käytetään tallentamaan kaksi- tai kolmiulotteista suunnitteludataa
<b>IFC</b>	<i>Industrial Foundation Classes</i>	Talonrakennuksen tietomalleissa yleisesti käytetty olioperustainen tiedostomuoto, jonka on kehittänyt International Alliance for Interoperability (IAI) tarkoituksenaan varmistaa yhteistyö rakennusosalalla
<b>Infra</b>	<i>Infrastruktuuri</i>	Yhteiskunnan perusrakenne, kuten liikenneverkostot, energia-, jäte- ja vesihuolto sekä tietoliikenneverkot
<b>Kolmiomalli, TIN</b>	<i>Triangulated Irregular Network</i>	Epäsäännöllisistä kolmionmuotoisista tasopinnoista muodostuva pintamalli, joka voidaan esittää vektorimuodossa
<b>LandXML</b>		Kansainvälinen maanrakennusalan standardi avoimeen XML-pohjaiseen tiedonsiirtoon, jonka kehitystyötä hallinnoi LandXML-organisaatio
<b>VIPS</b>	<i>Vegvesenets Interaktive Planleggings System</i>	Väylämalli, väylärakenteen poikkileikkaus
<b>XML</b>	<i>eXtensible Markup Language</i>	Yleinen merkintäkieli, jonka avulla voidaan kuvata minkä tahansa esitettävän tiedon rakennetta ja merkitystä. Kieltä käytetään mm. eri järjestelmien väliseen tiedonvälitykseen.

## LÄHTEET

- Infra 2010. Kehittämishojelman loppuseminaari 5.11.2008 [verkkosivu]. [viitattu 16.5.2011]. Saatavissa: <http://www.infra2010.fi/Alasivut/SEM-081105.html>
- Junnonen, J. 2009. *Tietotekniikkaa hyödyntävä infrasuunnittelu*. Helsinki: RTK Oy.
- Karstila, K: *Rakennusten tuotemallintamisen sanasto* [verkkojulkaisu]. Pro IT [viitattu 16.5.2011]. Saatavissa: [http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset\\_tulokset/proit\\_sanasto\\_v10.pdf](http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_sanasto_v10.pdf)
- Novapoint. WikiNova www-sivu [viitattu 29.8.2011]. Saatavissa: <http://wiki.novapoint.com/>
- Rakennustieto. InfraTM [verkkosivu]. [viitattu 13.5.2011]. Saatavissa: <http://www.rts.fi/infrabim>
- Ramboll Finland Oy. *Virtuaalimalli*. [verkkosivu]. [viitattu 3.6.2011]. Saatavissa: <http://www.virtuaalimalli.fi>
- RT 10-10992 Tietomallinnettava rakennushanke 2010. Helsinki: Rakennustieto.
- RYM Oy. Tutkimusohjelmat. Built Environment Process Re-engineering (PRE). [viitattu 13.5.2011]. Saatavissa: <http://www.rym.fi/>
- Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. Alan kehittäminen. Tietomallinnus. [viitattu 13.5.2011]. Saatavissa: <http://www.ril.fi/>
- Syvärinen, K. 2007. Tietomallinnus - Läpimurto tapahtunut, yhteinen kieli puuttuu vielä. *-ing* [verkkolehti]. 2007 nro 2 [viitattu 16.5.2011]. Saatavissa: <http://www.yit.fi/palvelut/yritysinformaatio/media/julkaisut/ing/46845>
- Tiala, J. 2001. *NovaPOINT Virtual Map Tutorial*. ViaSys Oy.
- TopGeo Oy. Tuotteet. Koneohjausjärjestelmät ja konevastaanottimet. Mitä koneohjaus on? [viitattu 18.5.2011]. Saatavissa: <http://www.topgeo.fi>
- Vianova Systems Finland Oy. 2005. Infra tietomalli-projekti. *VianovaNews* [verkkolehti]. 04/2005 [viitattu 19.5.2011]. Saatavissa: [http://download.vianova.fi/web/Vianova\\_news\\_2005\\_1.pdf](http://download.vianova.fi/web/Vianova_news_2005_1.pdf)
- Vianova Systems Finland Oy. 2010. *InfraBIM-seminaari: NYT VAUHTIA TIETOMALLIIN* [verkkosivu]. [viitattu 19.5.2011]. Saatavissa: <http://www.vianova.fi/index.php?k=Uutiset&id=594&s=1>
- Vianova Systems Finland Oy. *NOVAPOINT VIRTUAL MAP* [verkkojulkaisu]. [viitattu 27.6.2011]. <http://www.vianova.fi/Tuotteet/Novapoint/Novapoint-Virtual-Map>
- VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka: *InfraMODEL Loppuraportti* [verkkojulkaisu]. Espoo, 2003. [viitattu 16.5.2011]. Saatavissa: <http://cic.vtt.fi/projects/inframodel/public.html>
- Väisänen, S. 2010. Tietomallinnuksen ohjeet kehitteillä infran eri osa-alueille. *Rakennustaito* [verkkolehti]. 2010 nro 6 [viitattu 13.5.2011]. Saatavissa: <http://www.rakennustieto.fi/lehdet/rakennustaito/index/lehti/5shp0ktT6.html>

## Joensuun kaupunki/Tekninen virasto/Kuntatekniikan suunnittelu

### NOVAPOINT-Ryhmänumerot

Ensisijainen tieto DTM:ään
Mahdollinen tieto DTM:ään
Tarvitaanko DTM:ään?
<b>Ohjelmiston käytössä</b>

Ryhmänro	Selitysteksti	Tyyppi	Prioriteetti
<u>1-90</u>	<u>GT-TIEDONSIIRTO (3DWINLight)</u>	-	-
1	GT-Maanpinta	Maanpinta	0
2	GT-Kalliopinta	Maanpinta	0
9	GT-Ilman korkeutta	Maanpinta	0
11	Lisämittaus maanpinta	Maanpinta	0
21	Lisämittaus kalliopinta	Maanpinta	0
...	...		
<b>100</b>	<b>Putkisuunnittelun väliaikaisryhmä</b>		
<b>998</b>	<b>Putkisuunnittelun väliaikaisryhmä</b>		
<b>1 000-2 999</b>	<b>MAASTOAINEISTO (Xcity/mittaukset/pohjatutkimukset)</b>	-	-
<b>1 000</b>	<b>Mitattu maanpinta</b> (ensisijaisesti mitattu korkeustieto: hajapisteet, taiteviivat, mahd. rakenteet)	<b>Maanpinta</b>	<b>0</b>
1 100	Lisämittaukset, maanpinta (rakentamisen aikaiset mittaukset, tarketiedot)	Maanpinta	0
1 200	Ilmakuvattu (tulkittu) maanpinta (ilmakuva- ja vanha fingis-aineiston korkeus-tieto, maastomalliin tarvittaessa)	Maanpinta	0
<b>1 234</b>	<b>Geometriasuunnittelun väliaikaisryhmä</b>		
1 300-1 399	Maalajit		
1 301	Maalaji 1	Maalajikerros (AL)	-1...-5
1 302	Maalaji 2	Maalajikerros (AL)	-1...-5
...	...		
1 500	Mitatut/rakennetut rakenteet (rak. Vesihuolto, sillat, laiturit, tukimuurit...)	Maanpinta	0
<b>1 510</b>	<b>Putket, rakennetut</b>	<b>Objekti</b>	<b>1</b>
1 600	Mitattu vedenpinta	Maanpinta	0
1 700	Mitatut syvyyspisteet	Maalajikerros (AL)	-1
<b>2 000</b>	<b>Mitattu kalliopinta</b> (mitattu avokallio, poraamalla varmistettu kalliopinta)	<b>Maalajikerros (AL)</b>	<b>-1</b>
	Vesistö ->	Maalajikerros (AL)	-2
2 200	Arvioitu kalliopinta	Maalajikerros (AL)	-1
	Vesistö ->	Maalajikerros (AL)	-2
<b>3 000-3 999</b>	<b>KOLMIOVERKOT, KORKEUSKÄYRÄT, TASAUKSET, NELIÖVERKOT</b>	-	-
<b>3 000</b>	<b>Mitattu maanpinta, kolmioverkko</b>	<b>Maanpinta</b>	<b>0</b>
3 001	Kolmioinnin alueraja (1), jos useita alueita	Maanpinta	0
3 002	Kolmioinnin alueraja (2)	Maanpinta	0
...	...		
	Jos useita aineistoja tai pieniä alueita isossa aineistossa:		
3 010-3 019	Kolmioverkot maastoaineistosta		0
3 011	Kolmioverkko, maastoaineisto (1)	Maanpinta	0
3 012	Kolmioverkko, maastoaineisto (2)	Maanpinta	0
...	...		
3 020-3 029	Kolmioverkot kallioaineistosta		0
3 021	Kolmioverkko, kallioaineisto 1	Maalajikerros (AL)	-1
3 022	Kolmioverkko, kallioaineisto 2	Maalajikerros (AL)	-1
...	...		
3 050	Kolmioverkko, maalaji 1	Maalajikerros (AL)	-1
3 051	Kolmioverkko, maalaji 2	Maalajikerros (AL)	-2
3 052	Kolmioverkko, maalaji 3	Maalajikerros (AL)	-3

...	...		
<b>3 200</b>	<b>Mitattu kalliopinta, kolmioverkko</b>	<b>Maalajikerros (AL)</b>	<b>-1</b>
3 300	Korkeuskäyrät, mitattu maanpinta	Maanpinta	0
	<i>Tarvittaessa eroteltuna:</i>		
3 301	Johtokäyrät	Maanpinta	0
3 302	Korkeuskäyrät	Maanpinta	0
3 303	Apukäyrät	Maanpinta	0
3 350	Syvyyskäyrät, mitatuista syvyyspisteistä (Vedenpinta "maanpintana")	Maalajikerros (AL)	-1
3 500	Tasauskäyrät, mitatusta maanpinnasta	Maanpinta	0
(3 700	<i>Pohjakartta, aineisto pohjakarttaan)</i>	Maanpinta	0
(3 701	<i>Lisäaineisto 1)</i>	Maanpinta	0
...	...		
3 800	Ilmakuvaattu maanpinta, kolmioverkko	Maanpinta	0
3 900-3 999	<b>NELIÖVERKOT</b>		
3 900	Neliöverkko	Maanpinta	0
3 901	Alueraja	Maanpinta	0
3 910	Neliöverkko, malli 1	Maanpinta	0
...	...		
<b>4 000-5 999</b>	<b>VÄYLÄSUUNNITTELU</b>		
<b>4 100</b>	<b>Väylän 1 mittalinja, geometria (nimi väylän mukaan)</b>	<b>Maanpinta</b>	<b>0</b>
<b>4 110</b>	<b>Väylän yläpintamalli</b>	<b>Elementti</b>	<b>1</b>
<b>4 115</b>	<b>Maisemointimalli</b>	<b>Elementti</b>	<b>2</b>
<b>4 120</b>	<b>Alapintamalli</b>	<b>Elementti</b>	<b>3</b>
...	...		
4 125	<i>Väylän 1 tasauskäyrät (yläpintamallista)</i>	Maanpinta	1
<b>4 150</b>	<b>Vasen reunakivilinja (1), geometria</b>		
4 151	<i>Vasen reunakivilinja (2), geometria</i>		
...	...		
<b>4 155</b>	<b>Vasen reunalinja (1), geometria</b>		
4 156	<i>Vasen reunalinja (2), geometria</i>		
...	...		
<b>4 160</b>	<b>Oikea reunakivilinja (1), geometria</b>		
4 161	<i>Oikea reunakivilinja (2), geometria</i>		
...	...		
<b>4 165</b>	<b>Oikea reunalinja (1), geometria</b>		
4 166	<i>Oikea reunalinja (2), geometria</i>		
...	...		
<b>4 180</b>	<b>Vasen katualueen raja, geometria</b>		
<b>4 190</b>	<b>Oikea katualueen raja, geometria</b>		
<b>4 200</b>	<b>VÄYLÄN 2 mittalinja, geometria (nimi väylän mukaan)</b>	<b>Maanpinta</b>	<b>0</b>
<b>4 210</b>	<b>Väylän yläpintamalli</b>	<b>Elementti</b>	<b>1</b>
<b>4 215</b>	<b>Maisemointimalli</b>	<b>Elementti</b>	<b>2</b>
<b>4 220</b>	<b>Alapintamalli</b>	<b>Elementti</b>	<b>3</b>
...	...		
4 225	<i>Väylän 2 tasauskäyrät (yläpintamallista)</i>	Maanpinta	1
<b>4 250</b>	<b>Vasen reunakivilinja (1), geometria</b>		
4 251	<i>Vasen reunakivilinja (2), geometria</i>		
...	...		
<b>4 255</b>	<b>Vasen reunalinja (1), geometria</b>		
4 256	<i>Vasen reunalinja (2), geometria</i>		
...	...		
<b>4 260</b>	<b>Oikea reunakivilinja (1), geometria</b>		
4 261	<i>Oikea reunakivilinja (2), geometria</i>		
...	...		
<b>4 265</b>	<b>Oikea reunalinja (1), geometria</b>		



4 266	Oikea reunalinja (2), geometria		
...	...		
4 280	Vasen katualueen raja, geometria		
4 290	Oikea katualueen raja, geometria		
4 300	VÄYLÄN 3 mittalinja, geometria (nimi väylän mukaan)	Maanpinta	0
...	...		
4 325	Väylän 3 tasauskäyrät (yläpintamallista)	Maanpinta	1
...	...		
5 900	VÄYLÄN 19 mittalinja, geometria (nimi väylän mukaan)	Maanpinta	0
...	...		
5 925	Väylän 19 tasauskäyrät (yläpintamallista)	Maanpinta	1
5 980	Vasen katualueen raja, geometria		
5 990	Oikea katualueen raja, geometria		
<b>6 000-6 999</b>	<b><u>PUTKISUUNNITTELU</u></b>	-	-
6 100	Kaivanto 1 (nimeä väylän mukaan)		
6 200	Kaivanto 2 (nimeä väylän mukaan)		
6 300	Kaivanto 3 (nimeä väylän mukaan)		
6 400	Kaivanto 4 (nimeä väylän mukaan)		
6 500	Kaivanto 5 (nimeä väylän mukaan)		
6 600	Kaivanto 6 (nimeä väylän mukaan)		
6 700	Kaivanto 7 (nimeä väylän mukaan)		
6 800	Kaivanto 8 (nimeä väylän mukaan)		
6 900	Kaivanto 9 (nimeä väylän mukaan)		
<b>7 000-7 999</b>	<b><u>LIIKENNESUUNNITTELU</u></b>	-	-
7 100	Liikennemerkkit		
7 200	Ajoratamerkinnot		
7 300	Viitoitus		
7 400	Portaalit		
7 500	Liikennevalot		
<b>8 000-8 999</b>	<b><u>VIHERSUUNNITTELU</u></b>	-	-
<b>9 000-9 998</b>	<b><u>ALUE- JA MUU VÄYLÄSUUNNITTELU</u></b>	-	-
9 000-9 199	Aluesuunnittelu		
9 000	Pysäköintialueet		
9 100	Maanlajitysalueet		
9 200-9 300	Melusuojaus		
9 200	Meluvallit		
9 220	Meluidat		
9 240	Melukaiteet		
...	...		
9 400	Sillat		
...	...		
9 500	Satamat ja vesiliikenne		
...	...		
9 600	Urheilualueet		
...	...		
9 900	Erikoisrakenteet		
9 010	Tukimuurit		
9 020	Aidat		
9 030	Kalusteet		
9 040	Muut		
<b>9 999</b>	<b>Putkisuunnitelman väliaikaisryhmä</b>		

<u>10 000-13 999</u>	<u>JOHDOT JA LAITTEET</u>
10 000-10 099	Katuvalaistus
10 010	Katuvalaistus
10 020	Maakaapelit
10 030	Ilmakaapelit
10 040	Valaisin pylvää
10 050	Valaisimet
10 060	Muut varusteet
...	...
11 000-11 099	Sähköverkko (EON)
11 010	Sähkökaapelit
11 020	Muuntajat
11 030	Jakokaapit
11 040	Muut varusteet
...	...
11 100-11 199	Sähköverkko (Empower)
...	...
11 120	Muuntajat
11 130	Jakokaapit
...	...
12 000-12 099	Televerkko (Elisa)
12 010	Maakaapelit
12 020	Ilmakaapelit
12 030	Kaapelikaivot
12 040	Muut varusteet
...	...
12 100-12 199	Televerkko (TeliaSonera)
...	...
12 200-12 299	Televerkko (Tele-Karelia)
...	...
13 000-13 099	Kaukolämpö (EON)
13 010	Kaukolämpö
19 000-19 099	Muut...

TEKNINEN VIRASTO  
KUNTATEKNIikka / SUUNNITTELU

10.11.2010

## KATUSUUNNITTELUOHJEITA

### YLEISOHJEITA SUUNNITTELUOHJELMISTOILLA SUUNNITTELUUN

- Suunnittelutyö tehdään pääsuunnittelijalle toimitettua mallikansiorakennetta (\_Kansiorakenne\_JNS) käyttäen. Kansiorakenne nimetään suunnitteluprojektin mukaisesti, nimen antaa tilaaja. Kansioihin tallennettavista asiakirjoista ja tiedostoista löytyy lisäohjeita mallikansiorakenteen sisältä.
- **Piirustukset (suunnitelmakartat, pituusleikkaukset, poikkileikkaukset jne.) on esitettävä ja tallennettava omina katu- tai kohdekohtaisina dwg-kuvinaan. Useita katuja käsittävältä suunnittelualueelta tehdään myös koko aluetta esittävä suunnitelmakartta.**
- Viitepiirustuksia (xref-piirustuksia) saa olla vain \TULOSTUS-kansion piirustuksissa. Viitepiirustuksen hakemistopolun (*Path type*) pitää olla suhteellinen: *Relative path* ja kiinnitysmuodon valinta: *Reference type, Overlay*. **Viitepiirustuksia ei saa kiinnittää (*Bind*) tulostuskuviin.**
- **Tulostuskansion piirustukset tehdään aina ns. paperi (*layout*) –tilaan niin, että tulostuksen mittakaava (*Plot scale*) 1mm=1unit.**
- **Tulostuksessa valitaan tulostuksenlaatu /-taso asetukset (*Print Quality/Quality level*) vähintään *normal (cad)* tai *300 dpi* asetuksiin.**
- Suunnittelutyössä käytetään ns. suunnittelukuvana ”Katusuunnitelma.dwg” kuvaa tai siitä **suunnittelutyön mukaisesti** uudelleennimettyä esim. Liikenteenohjaus.dwg, Tonttijohtosuunnitelma.dwg Vihersuunnitelma.dwg jne. kuvaa. Katusuunnitelma.dwg sisältää kuntatekniikan suunnittelun (mm. katu-, vesihuolto-, liikenteenohjaustasot) ja lisäksi tasojärjestelmän Joensuun Veden tietokannasta mikäli tämä lähtötietona saatu kuva lisätään suunnittelukuvaan. Suunnittelussa on ensisijaisesti käytettävä näitä tasoja, joten suunnittelukuvaa tai sen sisältämiä tasoja kopioidaan tarvittaessa muiden suunnittelijoiden käyttöön. Suunnittelutyöhön tarpeettomat tasot/tasojärjestelmät voi tarvittaessa poistaa.
- Kun suunnitelmiin tehdään **omia suunnittelutasoja – ei ohjelmiston tuottamia**, niin nimeämisperiaate on, että ns. katusuunnittelutasot alkavat **S\_**, putkisuunnittelutasot **P\_**, liikenteenohjaussuunnittelutasot **L\_**, vihersuunnittelutasot **V\_** ja geo-/pohjanvahvistussuunnittelutasot **G\_** alkuisina.

- HUOM! Jos suunnittelukuvaan on tarpeen lisätä esim. Fortumin kaukolämpö-suunnitelman tasoja, on nämä nimettävä **KL\_Fortum\_** alkuisiksi. Vastaavasti, jos suunnitelmassa esitetään sähkökaapeleita, taso nimetään omistajan esim. **Z\_Fortum\_**, **Z\_PKS\_** ja telekaapeleissa esim. **C\_Telekarelia\_**, **C\_Elisa\_**, **C\_TeliaSonera\_** alkuisiksi.  
Rakennetuissa johdoissa, kaapeleissa tai putkissa - jos omistajaa ei tiedetä, käytetään em. kirjaintunnuksia ja tason nimen loppuun lisätään **\_rak** merkintä. Viitekuvia käytettäessä on liitettävä tiedosto nimettävä niin, että nähdään kenen ja mistä kaapeleista on kyse.
- **Tasojen väri, viivatyyppejä ja viivapaksaus on määritettävä pääsääntöisesti tasonmukaiseksi (bylayer).**
- Periaate suunnitelmien esitystavassa on, että **pohjatieto ja rakennettu tieto esitetään harmaa-musta sävyisenä. Suunnitelluissa kohteissa etenkin vesihuollossa, kaapeleissa, istutuksissa, kiveyksissä ja liikenteenohjauksessa käytetään värejä ja tarvittaessa paksumpia viivatyyppejä.**
- Novapoint-ohjelmalla tehtävässä **vesihuoltosuunnittelussa** on käytettävä **JNS\_NpWsConfig.mdb** putkikonfigurointi tiedostoa.
- Tulostamisessa ja tiedostojen (pdf, plt) teossa käytetään kynätiedostoja **JNS\_vari.ctb** ja/tai **JNS\_mv.ctb**, jotka luovutetaan lähtötietojen / mallikansiorakenteen yhteydessä (Apu\PlotStyles-kansio). Kynätiedostojen värit on määritelty niin, että suunnitelmat voidaan tulostaa värillisenä tai mustavalko-harmaasävyisenä kynätiedostoa vaihtamalla – myös esim. Novapoint ohjelmiston liikenteenohjaussuunnitelmat liikennemerkkeineen.
- Tiedostojen nimeämisessä välilyönnin paikalla käytetään alaviivaa, aakkoset ä, ö ja å korvataan a- ja o-kirjaimilla.
- Suunnittelijoiden on perehdyttävä **suunnitelmien luovutus ohjeeseen ja mallikansiorakenteeseen** ennen suunnittelutyön aloittamista.

## KATUSUUNNITTELUN OHJEARVOJA

- Kadun minimi pituuskaltevuus 0.5 %
- Maksimi pituuskaltevuus liittymän kohdalla 4 %
- Maksimi pituuskaltevuus kevyen liikenteen väylällä 8 %

## KATUPIIRUSTUKSEN SUUNNITELMAKARTASSA ESITETÄÄN

- Keskilinja ja paalutus

- Reunalinjat/reunakivet
- Kaarrekivien säteet
- Hidasteet
- Suojatiet
- Tontinrajakorkeudet
- Kaivojen kannenkorkeudet
- Vesihuolto
- Sadevesikaivot
- Rummut
- Tonttiliittymät
- Valaisinpylväät
- Tele- ja sähkökaapit
- Koordinaattiristit ja koordinaattiluvut
- Katunimet, myös liittyvät kadut
- Pohjoisnuoli
- Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä (nimiössä)

## KATUPIIRUSTUKSEN PITUUS- JA TYYPPIPOIKKILEIKKAUKSESSA ESITETÄÄN

### Pituusleikkaus

- Kadun taitteiden elementit, tasausviivan korkeus, ajoradan kaarevuus, sivukaltevuus ja maapinnan korkeus
- Päällysrakenne
- Vesihuolto; korkeudet, putkikoot, putkimateriaalit
- Putkien perustamistapa
- Pohjatutkimukset

### Tyypipoikkileikkaus

- Kadun tyypipoikkileikkaus
- Vesihuollon sijainti
- Istutusten sijainti
- Kaapelien ja kaukolämmön sijainti
- Salaojitus
- Katuluokka
- Rakennekerrokset ja tavoitekantavuus
- Laskennallinen katualueen rajakorkeus

## REUNAKIVET

Täydentää InfraRYL 2006 ohjeistusta:

- Tonttikaduilla käytetään upotettavaa viisteellistä (esim. A-betonin malli LP 260 tai vastaava) betonista reunakiveä. Kiven asennuskorkeus on 60 mm ja sallittu poikkeama –20 mm.
- Pää- ja kokoojakaduilla, joissa reunakiven asennuskorkeus on 120 mm tai enemmän, tonttiliittymien kohdat tehdään 60 mm korkeana käyttäen viistettyä reunakiveä ja liittymän reunoissa sovitekiveä. Tonttiliittymän kohdalla sallittu poikkeama –20 mm.
- Yhdistetyn jalkakäytävän ja pyörätien kohdalla suojatien reunasta jätetään reunakivi pois vähintään 2,5 m:n matkalta.
- Keskisaarekkeissa ei reunakiveä asenneta suojatien kohdalle.
- Jalkakäytävän kohdalla suojatien reunassa 30 mm asennuskorkeudessa olevaa reunakiveä ei kallisteta.

## VESIHUOLTOSUUNNITTELUOHJEITA

### Putket:

- Vesijohdon peitesyvyys kadun alla  $\geq 2,3$  m tai lämmöneristys.
- Jätevesiviemärin peitesyvyys kadun alla  $\geq 1,8$  m tai lämmöneristys.
- Sadevesiviemärin peitesyvyys kadun alla  $\geq 1,6$  m tai lämmöneristys.
- Vesijohto  $\varnothing 100$  mm tai suurempi valurautaa.
- Sadevesiviemärin materiaali 160 – 315 mm muovi (PVC),  $> 315$  mm betoni tai teräs.
- Tonttijohdot liitetään pääsääntöisesti kaivoihin .

### Kaivot:

- Muoviset jäteveden tarkastuskaivot  $\varnothing 560$ , nousuputki  $\varnothing 500$ .
- Muoviset sadeveden tarkastuskaivot  $\varnothing 560$ , nousuputki  $\varnothing 500$ .
- Muoviset sadevesikaivot  $\varnothing 560$ , nousuputki 315, sakkapesän tilavuus  $\geq 300$  l.
- Sadevesikaivot yhdistetään runkolinjaan  $\varnothing 160$  mm muoviputkella.
- Betonikaivot betoniputkinormien mukaisesti.
- Kaivojen ympärillä kaksinkertainen routamatto.
- Kaivojen kansien kantavuus 40 t.

### Salaojitus:

- Kadun salaojitus kulkee sadevesikaivojen kautta.
- Salaojien yläpään tarvittaessa muovinen tarkastusputki  $\varnothing 200$  mm.

Vesihuollosta tehdään tonttijohtojen osalta tarvittaessa oma suunnitelmapaketti, jossa esitetään tonttijohdot ja viemärit korkeustietoineen.

## VALAISTUKSEN SUUNNITTELU YLEISILLÄ ALUEILLA (4.3.2010)

Tässä ohjeessa on määritelty valaisin- ja lampputyypit teknisen viraston vastuulla oleviin valaistuskohteisiin. Esitetyt tyypit käytetään normaaleissa katu- ja puistokohteissa. Erityiskohteissa ohjeesta voidaan poiketa. Tämä ohje korvaa 17.2.2010 annetun ohjeen.

### Pää- ja kokoojakadut sekä kerrostaloalueiden asuntokadut:

- Valaisintyyppi:
  - Philips Manta 621/622 HGV FG (tasolasi), varastoväri (luonnollinen hiekkapuhallettu alumiini) tai
  - Siteco SC100, tasolasi, varastoväri (luonnollinen hiekkapuhallettu alumiini).
- Lamppu: Suurpainenatriumlamppu, teho kohteen mukaan

### Pientaloalueiden asuntokadut, joilla ei kevyen liikenteen väylää:

- Valaisintyyppi:
  - Siteco SC50, tasolasi, varastoväri (luonnollinen hiekkapuhallettu alumiini) tai
  - Philips Manta 621 /622 HGV (tasolasi), varastoväri (luonnollinen hiekkapuhallettu alumiini).
- Lamppu: Suurpainenatriumlamppu 50/70 W

### Kevyen liikenteen väylät, puistokäytävät, aukiot, yms:

- Valaisin: Philips CitySpirit Classic CD 460, varastoväri (runko hopean harmaa, tolppa-asennus ja yläkansi tummanharmaa). Heijastimet ja häikäisysuojat valitaan valaistavan kohteen mukaan.
- Lamppu: Monimetallilamppu 50/70 W

Pylväinä käytetään pääsääntöisesti sinkittyjä olakkeellisia tai kartio teräspylväitä, joiden asennus betonijalustaan.

## LIIKENTEENOHJAUKSEN SUUNNITTELUOHJEET

Noudatetaan tiehallinnon ohjeen TIEH 2000005-04 mukaisia tiemerkinlöjä:  
[http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000005-04tiemerkinnat\\_ohje24032004.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000005-04tiemerkinnat_ohje24032004.pdf)

### Tarkennuksena ohjeeseen:

- Suojatie/pyörätien jatke:
  - o Suojatien leveys 3,5 m (tai alle) -> merkinnän väli 1,0 m
  - o Suojatien leveys yli 3,5 m -> merkinnän väli 1,25 m
  
- Pysäköintialue:
  - o Pysäköintiruudun leveys 2,75 m
  - o Invapysäköintiruudun leveys 3,5 m

Pääsääntöisesti käytetään normaalikokoisia liikennemerkkejä. Poikkeuksena nopeusalueajoitusmerkit, jotka ovat yleensä pienikokoisia (600x600). Muuten pienikokoisia liikennemerkkejä käytetään vain erikseen sovittavilla alueilla.

Liikennemerkkikalvot: ks. Liikennemerkkikalvojen\_valinta-JNS.pdf  
(Pdf löytyy mallikansiorakenteesta: \_Kansiorakenne\_JNS\TULOSTUS\Liikenteenohjaus)



**TEKNINEN VIRASTO  
KUNTATEKNIikka / SUUNNITTELU**

**SUUNNITELMA-AINEISTON LUOVUTUS**

27.4.2010

- Ennen varsinaista aineiston luovuttamista toimitetaan tilaajalle yksi sarja suunnitelmakansioita ennakkoon tarkastettavaksi.

- **Piirustukset** tulostetaan ns. mappitaittopituuksina eli 210 mm + n x 190 mm.

Suosittelava maksimipituus on 1+4 taittoa = 970 mm (tarvittaessa 1+6 taittoa = 1350 mm).  
Suositeltava korkeus maksimissaan 2 x A4 = 594 mm (tarvittaessa 3 x A4 = 891 mm).

- **Tiedostojen** tallennusmuotoina käytetään Joensuun kaupungin Kuntatekniikan suunnittelun ohjelmistojen tukemia formaatteja:
  - o Vektorikuvat dwg (Autocad 2007 tallennusmuoto)
  - o Rasterikuvat tif, tiff, jpg
  - o Tekstit doc (Microsoft Word 2003)
  - o Taulukot xls (Microsoft Excel 2003)
  - o Maastotietokanta, maastomalli quadri (Novapoint Base 17.20)
  - o Pohjatutkimukset tek tai npinf (Novapoint Soundings 17.20)
  - o Mittaus-/paalutusaineisto xroad
  - o Määräluettelot ja kustannusarviot Fore, Excel
  - o Valokuvat jpg
  - o Videot dvd-video

Tiedostomuodot ja ohjelmistoversiot on varmistettava tilaajalta ennen suunnitelmien luovuttamista.

- Suunnitelma-aineistosta poistetaan tilapäiset tiedostot (.bak ym.) ja käyttämättä jääneet kansiot. Aineisto luovutetaan tilaajan antamassa kansiorakenteessa CD:lle tai DVD:lle tallennettuna. Tiedostoja ei saa pakata.

- **TULOSTUS**-kansioon tallennetaan kaikki suunnitteluun oleellisesti liittyvä aineisto: suunnitelmakansioiden tekstit ja piirustukset, muistiot, sisällysluettelot, CD/DVD-kannet jne.

- Hankkeen asiakirjojen kokoaja (pääsuunnittelija) huolehtii, että muut projektiin osallistuvat suunnittelijat toimittavat tiedostonsa oikeassa muodossa kansiorakenteeseen.

- **TULOSTUS / \_SUUNNITELMIEN\_LUOVUTUS**-kansioon tallennetaan:
  - o Suunnitelmakansioiden sisältö tulostettuna .pdf-muotoon (poikkeuksena XCity-alakansio).
  - o Dwg-kuvat tulostettuna .pdf- ja .plt-muotoon (pdf:t ja plt:t tehdään tulostamalla alkuperäisistä suunnitteluohjelmista – ei skannaamalla).
  - o Suunnitelmat, joissa esitetään vesihuoltoa tai kaapeleita tulostetaan .pdf- ja .plt -muotoon sekä mustavalkoisina että värillisinä. Vihersuunnitelmakarttojen väritulosteista sovitaan projektikohtaisesti.
  - o Pdf-tiedostot tulostetaan 15 mm suurempaan paperikokoon (keskitetysti) kuin piirustuksen raamikoko.
  - o Pdf:t tulostetaan tiedostoon 300 dpi resoluutiolla.
  - o Pdf:t ja plt:t on oltava piirustuksen mukaisessa mittakaavassa.
  - o Pdf piirustusten ja asiakirjojen on oltava oikeassa katselusuunnassa niin, ettei käyttäjän tarvitse kääntää kuvaa.

Kaupungin käyttämää paikkatietohallintaa varten suunnittelukohteesta tehdään kaksi dwg-kuvaa, joista **Suunniteltu\_vesihuolto.dwg** sisältää vesihuollon korkeustietoineen ym. putkiteksteineen ja **Suunnitellut\_kadut.dwg** sisältää suunniteltujen katujen reunalinjat, reunakivilinjat, tonttiliittymien reunalinjat, tontinrajakorkeudet, katuvalaistuksen ja jakokaapit. Näihin kuviin ei oteta mukaan keskilinjaja, paalutusta ja tekstejä. Tiedostoja ei tarvitse tehdä kaduittain, vaan koko suunnittelualan putkitieto tai katutieto voi olla samassa dwg-kuvassa.

Kuvat tallennetaan **XCity** – alakansioon **dwg-muodossa**.

- Pdf- ja plt-tiedostot numeroidaan suunnitelmakansion / piirustusluettelon mukaiseen järjestykseen.
- Tiedostot on nimettävä niin, että tiedostonimen, nimiötiedon ja piirustusluettelon välille ei synny ristiriitaa. Piirustustiedostot nimetään kohteen, piirustuslajin, -numeron, ja -version mukaan. Väritulosteiden tiedostonimen loppuun lisätään tunnus **\_vari**.
- Tiedoston nimiä voidaan lyhentää tarvittaessa, mutta nimen on oltava yksiselitteinen (ks. esim. kohta 7\_1\_....).
- Alkuperäisen suunnitelman numerossa ei ole versiotunnusta. Muutettujen suunnitelmien versiotunnuksina käytetään aakkosia.
- Tiedostojen nimissä pisteen ja välilyönnin paikalla käytetään alaviivaa, aakkoset ä, ö ja å korvataan a- ja o-kirjaimilla, esim.

0\_Piirustusluettelo.pdf

1\_Suunnitteluvaiheen\_turvallisuusasiakirja.pdf

2\_Tyokohtainen\_tyoselitys.pdf

...

5\_1\_Maaraluettelot.pdf

...

7\_1\_Laatokank\_Suistamonk\_Impilahdenk\_Vartsilank\_suunn\_kartta\_K18830007\_vari.pdf

....

8\_1\_Laatokankatu\_suunnitelmakartta\_K18830107\_B\_vari.pdf

8\_1\_Laatokankatu\_suunnitelmakartta\_K18830107\_B.pdf

8\_1\_Laatokankatu\_suunnitelmapaketti\_K18830107\_B\_vari.plt  
8\_1\_Laatokankatu\_suunnitelmapaketti\_K18830107\_B.plt  
...  
8\_2\_Laatokankatu\_pituusleikkaus\_K18830207\_C\_vari.pdf  
8\_2\_Laatokankatu\_pituusleikkaus\_K18830207\_C.pdf  
8\_2\_Laatokankatu\_pituusleikkaus\_K18830207\_C\_vari.plt  
8\_2\_Laatokankatu\_pituusleikkaus\_K18830207\_C.plt  
...  
9\_2\_Suistamonkatu\_suunnitelmapaketti\_K...  
...  
12\_1\_Laatokankadun\_kaivokortit.pdf  
12\_2\_Suistamonkadun\_kaivokortit.pdf  
12\_3\_Impilahdenkadun\_kaivokortit.pdf  
...

Esimerkki katusuunnitelmapaketin sisältöjärjestyksestä:  
(noudatetaan soveltuvin osin)

Yhteiset asiakirjat:

0. Piirustusluettelo
1. Suunnitteluvaiheen turvallisuusasiakirja
2. Työkohtainen työselitys
3. Kaivantosuunnitelma - vesihuollon kaivannot ...
4. Pohjaveden alentaminen - koepumppaus, liitekartta...
  - 5.1 Määräluettelot
  - 5.2 Kustannusarviot
6. Urakkarajat, liitekartta

Katusuunnitelmat:

**7. Suunnittelualue: Katu1, Katu2, Katu3 ja Katu4**

- 7.1 Katu1, Katu2, Katu3 ja Katu4 suunnitelmapaketti
- 7.2 Katu1, Katu2, Katu3 ja Katu4 tyyppipoikkileikkaukset

**8. Katu1**

- 8.1 Katu1 suunnitelmapaketti
- 8.2(1) Katu1 pituus- ja tyyppipoikkileikkaus  
(8.2.2. Katu1 pituusleikkaus, pohjatutkimukset) tarvittaessa
- 8.3.1 Katu1 paalukohtaiset poikkileikkaukset plv 0...
- 8.3.2 Katu1 paalukohtaiset poikkileikkaukset plv...-
- ...
- 8.4 Katu1 detalji...(jos katukohtainen)

**9. Katu2**

- 9.1 Katu2 suunnitelmapaketti
- 9.2 Katu2 pituus- ja tyyppipoikkileikkaus
- 9.3.1 Katu2 paalukohtaiset poikkileikkaukset plv 0-...
- 9.3.2 Katu2 paalukohtaiset poikkileikkaukset plv...-

...  
9.4 Katu2 detalji...(jos katukohtainen)

## 12. Kaivokortit (kaduittain)

12.1 Katu1 kaivokortit  
12.2 Katu2 kaivokortit

...

## 13. Tasauspiirustukset

13.1.1 Katu1, tasauspiirustus plv ...  
13.1.2 Katu1, tasauspiirustus plv...

13.2.1 Katu2, tasauspiirustus plv ...  
13.2.2 Katu2, tasauspiirustus plv...

...

## 14. Detaljipiirustukset

...

## 15. Mittausaineisto

15.1 Mittapiirustus  
15.2 Paalutuslaskennat

## 16. Liikenteenohjaussuunnitelmat

16.1 Liikenteenohjaus, Katu1, Katu2, Katu3 ja Katu4 suunnitelmakartta  
16.2 Liikennemerkkiluettelo  
16.3 Ajoratamerkinnt

## 17. Vihersuunnitelmat

17.1 Työselitys  
17.2 Katu1, Katu2, Katu3 ja Katu4 suunnitelmakartta  
17.3 Detaljipiirustukset

...

## 18. Valaistussuunnitelmat

18.1 Työselitys  
18.1 Katu1, Katu2, Katu3 ja Katu4 suunnitelmakartta  
18.3 Työturvallisuusasiakirja

...

## 19. Sähköverkkosuunnitelmat

19.1.1 Sähköyhtiö1...  
19.1.2 ...

...

19.2.1 Sähköyhtiö2...  
19.2.2 ...

## **20. Televerkkosuunnitelmat**

20.1.1 Teleoperaattori1...

20.1.2 ...

...

20.2.1 Teleoperaattori2...

20.2.2 ...

...

## **21. Kaukolämpösuunnitelmat**

21.1 ...

...

## **22. Rakennetut kaapelit ja vesihuolto**

22.1 Kartta

...



---

[www.savonia.fi](http://www.savonia.fi)

