

# Kiinteän liikenteenohjauksen 3D-mallintaminen



Liikennealan opinnäytetyö

Liikenneala, insinööri (AMK)

Syky 2022

Samuli Koskinen

Liikenneala, insinööri (AMK)

Tekijä Samuli Koskinen

Aihe Kiinteän liikenteenohjauksen 3D-mallintaminen

Ohjaaja Oskar Eklöf

Tiivistelmä

Vuosi 2022

---

Opinnäytetyö on kiinteän liikenteenohjauksen 3D-mallintamiseen tehty ohjeistus. Opinnäytetyössä on kuvattu kiinteän liikenteenohjauksen 3D-mallintamisen keskeinen Novapoint-ohjelmisto ja tarpeellisilta osilta sen liitännäisohjelmistojen toiminnot käsikirjan omaisesti vaihe vaiheelta edeten aina suunnitteluprojektin alusta loppuun saakka.

Ohjeistus on kytketty liikenteenohjaussuunnittelun perusteisiin, joiden kautta 3D-mallinnuksen suunnittelija oppii myös Novapointin käytön. 3D-mallinnus on liikennesuunnittelussa yleistynyt toimintatapa, joka mahdollistaa inframallintamisen suunnittelun ja rakentamisen tehokkuuden, laadun, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen hankeprosessin tukemisen.

Opinnäytetyö on tehty AFRY Finland Oy:n toimeksiannosta. Projektiesimerkkinä toimi Kalasatamasta Pasilaan -hankkeen Karaatti-allianssi, jossa tilaajina olivat Helsingin kaupunki ja Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy.

Avainsanat Kiinteä liikenteenohjaus, 3D-mallinnus, Novapoint, AutoCAD

Sivut 29 sivua ja liitteitä 4 sivua.

---

The thesis is a guideline for 3D modeling of traffic control. In this thesis, the functions of the Novapoint software which is the key part of 3D modeling of traffic control and also the necessary parts of its related software are described step by step in the manner of a manual, from the beginning to the end of the design project.

The instructions are connected to the basics of traffic control designing, which is also how a 3D modeling designer learns how to use Novapoint. 3D modeling is a more and more widely used method of operation in traffic planning, which enables infrastructure modeling to support project processes in accordance with quality, efficiency, safety and sustainable development.

The thesis was commissioned by AFRY Finland Oyj. Kalasatama to Pasila was used here as an example, where the clients were the City of Helsinki and Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy.

Keywords Traffic control, 3D modeling, Novapoint, AutoCAD

Pages 29 pages and appendices 4 pages

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Kiinteä Liikenteenohjaus .....	2
2.1	Liikennevalot .....	3
2.2	Liikennemerkkit .....	4
2.3	Tiemerkinnät .....	6
3	3D-mallintaminen .....	7
3.1	3D-mallintaminen infra-alalla .....	7
3.2	3D-mallintamien Infra-alalla nyt ja tulevaisuudessa .....	8
3.3	Inframallintamisen vakioiminen .....	9
3.4	Tekniikkalajikohtainen jaottelu .....	9
3.5	Inframallin tarkkuusvaatimukset kiinteän liikenteenohjauksen näkökulmasta .....	10
4	Kiinteän liikenteenohjauksen 3D-mallintaminen .....	12
4.1	Kiinteän liikenteenohjauksen 3D-mallintamiseen tarvittavat ohjelmistot....	12
4.2	Kiinteän liikenteenohjauksen 3D-mallintamisen aloitus .....	15
4.3	Liikennemerkkien, liikennevalojen ja Tiemerkintöjen 3D-mallintaminen .....	16
4.3.1	Liikennemerkkit ja -valot AutoCAD-ohjelmistossa.....	18
4.3.2	Pylväiden 3D-malliintaminen .....	19
4.3.3	Portaalien 3D-mallintaminen .....	23
4.3.4	Tiemerkintöjen 3D-mallintaminen .....	25
4.4	3D-mallinnuksen luominen esitykseksi ja sen vieminen tietomalliin .....	27
5	Yhteenveto ja loppupohdinta .....	29
	Lähteet .....	30

## Liitteet

Liite 1	Road Signs Professional Trimble Novapoint 21 -ohje
---------	--

## **Keskeiset käsitteet**

### **Allianssi**

yhteistoimintamalli, jossa hankkeen tilaaja, toteuttajat, rakentajat ja suunnittelijat sitoutuvat yhteistyöhön mahdollisimman aikaisessa vaiheessa laajan hankintakokonaisuuden toteuttamiseksi.

### **BIM**

Building information model eli rakentamisen ja tierakentamisen tietomallin tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa.

### **CAD**

Computer-aided design eli Tietokoneavusteinen suunnittelu. Suunnittelutyötä, jossa käytetään apuvälineenä tietokonetta.

### **Tietomalli**

Rakennuksen tai infrarakenteen koko elinkaaren käsittävä tietojen kokonaisuus digitaalisesti yhden mallin muodossa. Infrarakenteista käytetään nimitystä inframalli.

### **3D-mallinnus**

Tietokoneavusteinen kolmiulotteinen suunnittelu tietokoneen kuvaruudulla.

### **2D-suunnittelu**

Tietokoneavusteinen kaksiulotteinen suunnittelu tietokoneen kuvaruudulla.

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön aihe on kiinteän liikenteenohjauksen 3D-mallintaminen. Aihe syntyi tarpeesta 3D-mallintaa kiinteää liikenteenohjausta Kalasatamasta Pasilaan -allianssihankeessa, johon osallistuin vuoden 2021 alusta lähtien osana AFRY Finland Oy:ssa tekemääni työharjoittelua. Hanke on Helsingin kaupungin ja Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n tilaama hanke, jossa suunnitellaan ja rakennetaan uusi raitiolinja sekä kehitetään katu ympäristöjä aina vuoteen 2024 saakka. Hankkeessa rakennetaan Kalasataman ja Pasilan kaupunginosien välille raitiotie Helsingin keskusta-alueella. Projektiin kuuluu myös siihen kytkeytyviä katualueita, viherkaistoja, jalankulun ja pyöräilyn reittejä sekä kunnallistekniikkaa. Tavoitteena on muun muassa vähentää yksityisautoilua, kehittää joukkoliikennettä sekä lisätä ympäristöystävällistä liikkumista alueen 14 000 uudelle asukkaalle. Hanke on käynnistynyt vuonna 2009 ja kestää aina 2030-luvun loppuun. Kalasatamasta-Pasilaan -hanketta toteuttaa Karaatti-allianssi, jonka yksi osapuoli on AFRY Finland Oy. Yrityksen vastuulla on mm. liikenteenohjauksen suunnittelu Pasilassa ja jossa olen ollut mukana vuodesta 2021 osana Liikennealan insinööriharjoittelua.

Kalasatamasta Pasilaan –hankkeessa opettelin mallintamaan kiinteitä liikenteenohjauksia Novapoint-ohjelmistolla. Työskennellessäni huomasin ohjeistuksen ohjelmiston käyttöön (liite 1) olevan vanha, suppea ja käsittävän pelkästään liikennemerkkejä. Novapointilla mallintamisen opettelin ohjelmiston omistajan Arkance Systems Finland Oy:n (entinen Civilpoint Oy) ohjeistuksen, käyttäjätuen, omien kokeilujen, sekä työkavereiden avulla. Kollegoillekin mallintaminen ohjelmalla oli pääosin uutta. Opinnäytetyön tekemisestä on sovittu AFRY Finland Oy:n liikennesuunnitteluryhmässä.

Opinnäytetyössä opastetaan liikenteenohjauksen suunnittelussa usein tarvittavaa 3D-mallinnusta ja samalla käydään läpi liikenteenohjaussuunnittelun perusteita. Toiminnallinen opinnäytetyöni on uusi, kattavampi ja selkeämpi ohjeistus henkilöille, jotka mallintavat liikenteenohjausta Novapoint-ohjelmiston avulla. Vastaavaa, yhtä laajaa ohjeistusta ei ole aiemmin ollut olemassa. Otin työvaiheistani näytönkaappauksuvia ohjeistuksen ja opinnäytetyön konkretisoinniksi.

Opinnäytetyössä on kuvattu Novapoint- ja sen rinnakkaisohjelmistojen, Quadri, Trimble connect ja AutoCAD, toiminnot käsikirjan omaisesti vaihe vaiheelta edeten aina suunnitteluprojektin alusta loppuun saakka. AFRY Finland Oy:llä edellä mainitut ohjelmistot ovat käytössä ja toimintaominaisuuksiltaan ne on havaittu olevansa alansa parhaimpia. Muita mahdollisia liikenteenohjaussuunnitteluohjelmistoja ovat mm. sketch up, YTCAD ja MicroStation OpenRoads SignCAD. Novapoint on laajasti käytössä oleva ja monipuolinen liikenteenohjaussuunnitteluohjelmisto, jossa on mahdollisuus 3D-mallintamiseen. Ohjeistus kytkeytyy liikenteenohjaussuunnittelun perusteisiin, joiden tuntemus on Novapoint-ohjelmiston käytön edellytys.

Kiinteää liikenteenohjausta on mallinnettu enenevässä määrin vuodesta 2019 alkaen. 3D-mallinnuksen tarve suunnittelussa on koko ajan kasvava. On todennäköistä, että liikenteenohjaussuunnittelu tulevaisuudessa tehdään kaikissa kohteissa 3D-mallintamisena. Tällä hetkellä lähinnä suuret allianssiprojektit vaativat liikenteenohjauksen 3D-mallintamisen. 3D-mallinnus mahdollistaa inframallintamisen suunnittelun ja rakentamisen tehokkuuden, laadun, turvallisuuden, suunnitteluyhteistyön ja kestäväen kehityksen mukaisen hankkeen tukemisen (YIV 04.10.2021).

## **2 Kiinteä Liikenteenohjaus**

Kiinteä liikenteenohjaus koostuu liikenneohjauslaitteista, joita ovat liikennevalot, liikennemerkit sekä tiemerkinnet (kuva 1). Liikenteenohjauslaitteet ovat pakollisia ja lain ohjaamia (Tieliikennelaki 729/2018 § 70). Liikenteenohjauksen noudattamista valvoo poliisi, rajavartiolaitos sekä tulli. Tieliikennelain lisäksi liikenneohjauslaitteiden käyttöön vaikuttaa Valtioneuvoston asetus liikenteenohjauslaitteiden käytöstä sekä Liikenne- ja viestintävirasto Traficom määräys liikenteenohjauslaitteiden väreistä, rakenteista ja mitoituksista (Traficom, 9.6.2022). Kunta vastaa liikenteenohjauslaitteiden asettamisesta kaduilla ja muilla kunnan hallinnoimilla tieosuuksilla. Maanteillä liikenteenohjauslaitteiden asettamisesta vastaa toimivaltainen Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY). (Tieliikennelaki 729/2018 § 71).

Kuva 1. Esimerkkejä Novapointilla tehdyistä liikennevalosta, liikennemerkeistä ja tiemerkinistä AutoCAD-ohjelmassa Traficomien määräysten pohjalta.



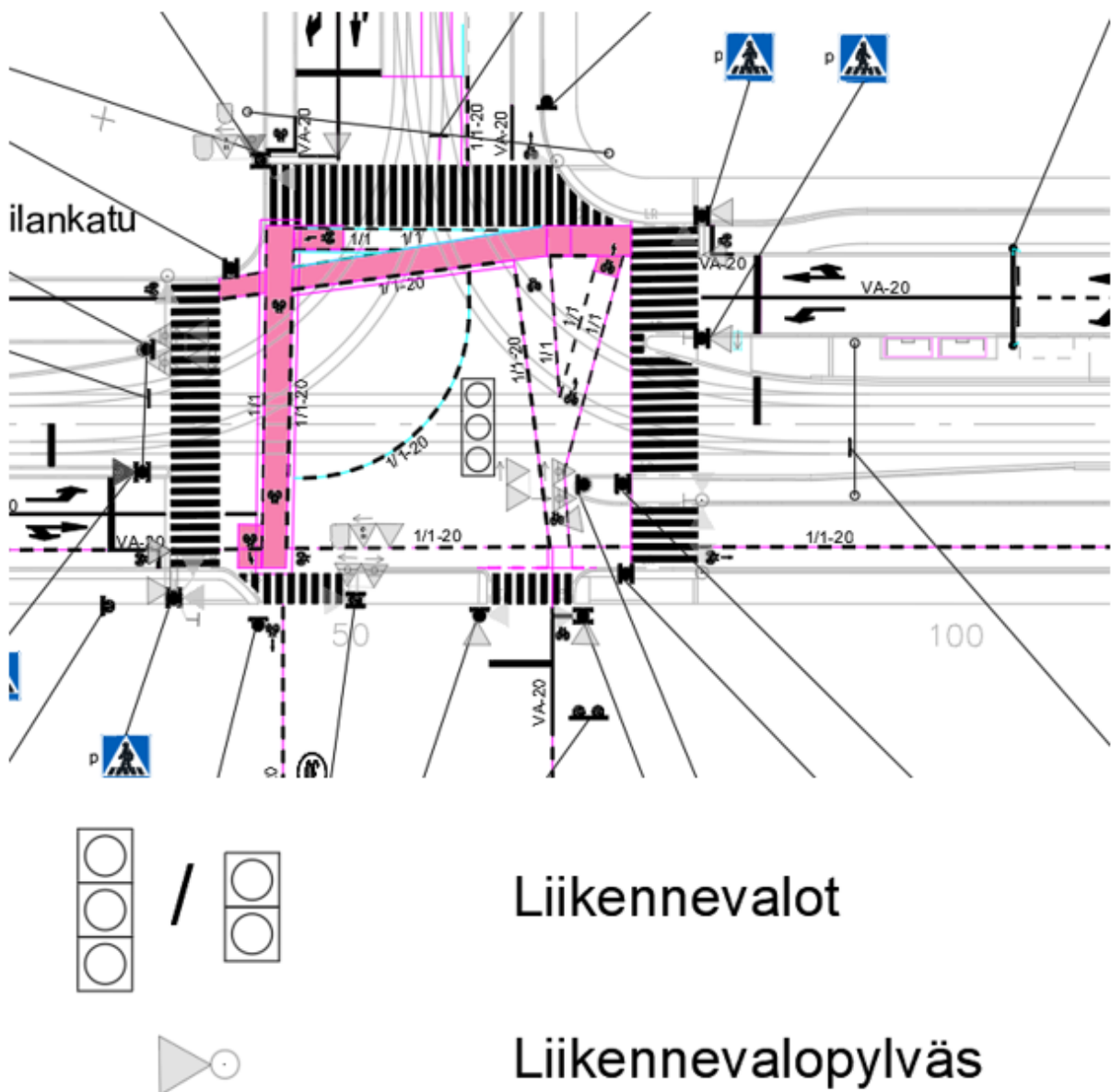
## 2.1 Liikennevalot

Liikennevalot ovat perinteinen liikenteen hallinnan keino. Niiden päätavoitteena on liikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden parantaminen. Liikennevalot tuovat turvallisuutta ja järjestystä liikenteeseen. Mitä suuremmat nopeudet ja liikennemäärät ovat sitä tärkeämpään rooliin liikennevalojen toimivuus nousee. (Traficom (n.d.-a) Liikennevalot)

Liikennevaloja merkitään suunnitelmiin eri tavoin. Esimerkiksi Helsingin kaupungin liikenteenohjaussuunnitelmiin merkitään yleensä vain yksi iso liikennevalo risteykseen, kertoen että risteyks on liikennevalo-ohjattu sekä vaaleat kolmiot liikennevalopylväiksi (kuva 2). Liikennevalo-ohjauksista tehdään myös erilliset suunnitelmat. Merkitsemistavat riippuvat tilaajan toiveesta. Liikennevalot ovat kuitenkin yleensä mukana kiinteän liikenteenohjauksen mallintamisessa.



Kuva 2. Liikennevalojen Helsingin kaupungin esitystavan mukaisessa liikenteenohjaussuunnitelmassa (Samuli Koskinen 25.9.2022)



## 2.2 Liikennemerkit

Liikennemerkeillä pyritään antamaan tienkäyttäjälle tietoa tarkoituksenmukaisesta ja oikeasta tavasta toimia liikenteessä (Väylävirasto, 2020). Liikennemerkkien tulee antaa tielläliikkuville mahdollisimman yksinkertaisia ja selkeitä ohjeita. Vuonna 2020 uuden

tieliikennelain mukaisesti liikennemerkit muuttuivat helppommin ymmärrettävämmäksi (kuva 3). Siirtymäaika uusiin liikennemerkkeihin on 10 vuotta. Liikenteessä tulee siis näkymään useiden vuosien ajan sekä uusia että vanhanmallisia liikennemerkkejä, joista esimerkki kuvassa kolme (3).

Kuva 3. Esimerkkejä Novapointilla tehdyistä uudesta ja vanhasta suojatieliikennemerkestä AutoCAD-ohjelmassa Traficomien määräysten pohjalta.



Liikennemerkit jaetaan yhdeksään osaan aakkoskirjaimella (A-I). Osat ovat aakkosjärjestyksessä: varoitusmerkit (A), etuajo-oikeus ja väistämismmerkit (B), kieltö ja rajoitusmerkit (C), määräysmerkit (D), sääntömerkit (E), opastusmerkit (F), palvelukohteet (G), lisäkilvet (H) sekä muut merkit (I). Merkkejä erotellaan lisäksi numeroin mm. Traficomien sivustolla löytyvän liikennemerkkiluettelo mukaisesti esim. D 3.1\_2 on erikoissuuri liikenteenjakaja -merkki. Jos liikenteenohjauksessa tarvitaan liikennemerkkiä, josta ei ole laissa säädetty, voidaan käyttää suorakaiteen muotoista tekstillistä lisäkilpi merkkiä. (Traficom, 9.6.2022)

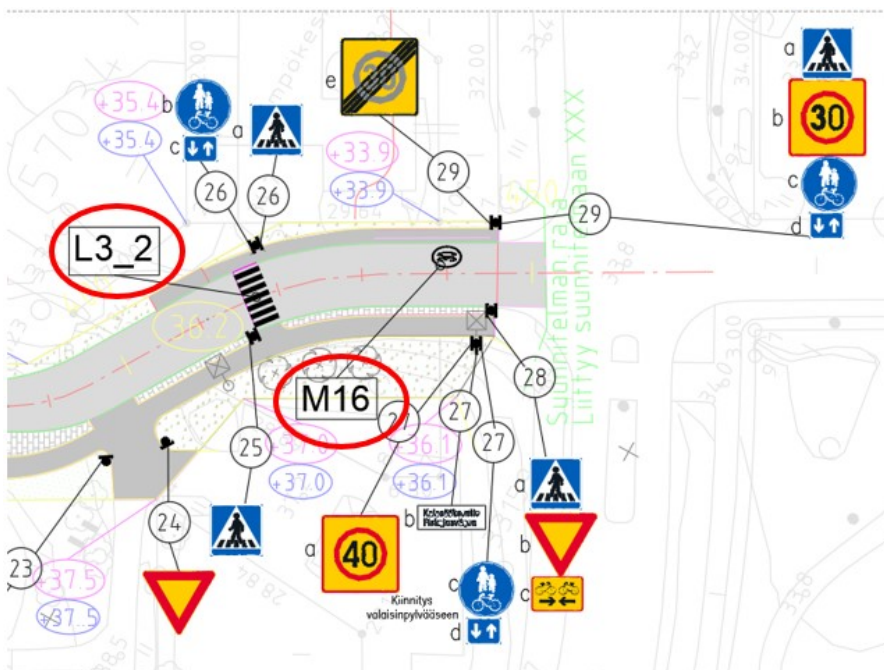
Liikenneviraston ohjeistus "Liikennemerkkien rakenne ja pystytys" (20/2013) kertoo oleelliset tiedot liikennemerkkien pystyttämisestä. Ohje käsittää liikenteenohjauspylväät ja –portaalit. Se kertoo mm. pohjamateriaalit, pystytysrakenteet ja niiden pystytystavat, jotka täytyy huomioida ja myös ilmetä 3D-mallissa.

## 2.3 Tiemerkinntät

Tiemerkinnät ovat oleellinen osa kiinteässä liikenteenohjauksessa. ”Tiemerkinnällä tarkoitetaan maalaamalla tai muilla menetelmillä tienpintaan tehtyä merkintää, jota käytetään joko yksin tai yhdessä liikennemerkkien kanssa liikenteen ohjaamiseen” TLL 84 §. Tiemerkintöjä käytetään parantamaan liikenteen turvallisuutta ja sujuvuutta. Tiemerkinntät ohjaavat mm. ajolinjaa, suuntaa ja pysäköintiä. Merkintöjen taso määritellään tien merkityksen ja liikennemäärän mukaan. Tiemerkintöjen ja liikennemerkkien tulee aina olla yhteneväisiä toistensa kanssa. Nykyisen tieliikennelain mukaan kaikki pituussuuntaiset tiemerkinntät ovat valkoisia. (Väylävirasto 30/2020)

Tiemerkinnät voidaan esittää Väyläviraston mukaan (30/2020) lyhenteillä. Lyhenteet jaetaan kolmeen osaan aakkoskirjaimella (K-M). Osat ovat aakkosjärjestyksessä: Pituussuuntaiset tiemerkinntät (K), Poikkisuuntaiset tiemerkinntät (L) ja muut tiemerkinntät (M). Tiemerkinntät erotellaan lisäksi numeroin mm. Traficom:n sivustolla löytyvän liikennemerkkiluettelon mukaisesti esim. L3\_2 on suojatie kun nopeus on 50 km/h tai vähemmän (Traficom, 2022). Tiemerkintöjen lyhenteet merkitään myös yleensä liikenteenohjaussuunnitelmiin (kuva 4).

Kuva 4. Esimerkki tiemerkintöjen lyhenteistä (kuvassa punaisella) liikenteenohjaussuunnitelmassa.



### 3 3D-mallintaminen

3D-mallinnus tarkoittaa kolmiulotteisen mallin tekemistä. Vaihtoehtoja eli ohjelmistoja, joilla 3D-malleja voi tehdä on useita. Monet näistä ohjelmista on kehitetty 1990-luvun alkupuolella CAD-pohjaisista 2D-ohjelmista. 3D-malli tarkoittaa huomattavasti suunnittelua. 3D-mallipohjaisen suunnittelun merkittävin etu perinteiseen 2D-suunnitteluun on, että 3D-mallipohjaisessa suunnittelussa eri tekniikka-alojen suunnitelmat päivitetään yhteiseen malliin. Yhdessä yhteisessä mallissa kokonaisuuden hallinta yksinkertaistuu, sillä 2D-suunnittelussa on monta liikkuvaa osaa sillä tietoja, siirretään koko ajan esimerkiksi eri toimijoiden ja ohjelmistojen välillä. Tällöin kertyy helposti tiedon toistoa tai joku suunnittelulle oleellinen tieto voi jäädä huomaamatta. Oleellista tietoa voi myös kadota tiedonsiirron aikana. Lisäksi muiden suunnittelijoiden tekemiä suunnitelmamuutoksia ja päivityksiä on vaikea havaita. (Leppänen, 2013)

#### 3.1 3D-mallintaminen infra-alalla

3D-mallintaminen infra-alalla voidaan myös käsittää termillä inframallintaminen ja tietyn infrakohteen 3D-malli tarkoittaa termiä inframalli. Inframallintamiseen liittyy myös erilaiset paikkatietoaineistot (kaava-, ympäristötiedot jne.), jotka voidaan havainnollistaa myös 3D-malleissa. Mallinnus infra-alalla laajennetaan yleisesti infran tiedonhallinnaksi. Infra-alalla tietomalli on vakiintunut tarkoittamaan suunnittelijan tuottamaa, kolmiulotteista suunnitelmaa tai sen osaa. Nykyisin nimitystä on kuitenkin laajennettu tarkoittamaan kaikkea sitä informaatiota, joka sisältyy mallipohjaiseen suunnitteluun. (YIV 04.10.2021)

Suunnittelun ja rakentamisen tehokkuuden, laadun, turvallisuuden ja kestävä kehityksen kehittäminen on Inframallintamisen päätavoite (YIV 04.10.2021). Tavoitteena on myös hyödyntää inframalleja koko infrakohteen elinkaaren ajan (Inframalli tuotekuvaus 2022). Inframallien hyödyntäminen pyritään toteuttamaan suunnittelun alusta ja lähtöaineiston keräämisestä jatkuen rakentamisen jälkeiseen käyttöön, kunnossapitoon ja purkamiseen (YIV 04.10.2021).

Mallinnus kehittää mm:

- Suunnittelupäätöksien perustelua esimerkiksi havainnoillistamalla riskejä.
- Suunnitelmien havainnollistamista.
- Eri tekniikkalajien yhteensovittamista suunnittelussa.
- Rakennettavuuden tarkastelua.
- Laadunvarmistusta ja tiedonsiirtoa.
- Rakennushankkeiden tietojen hyödyntämistä käytön ja kunnossapidon aikaisissa tehtävissä.
- Elinkaaren aikaista tiedonhallintaa.
- Suunnittelun, rakentamisen ja kunnossapidon kehittymisen sekä laadun parantamisen. (YIV 04.10.2021)

Tietomallintamisen useiden hyötyjen vuoksi Väylävirastolla on aktiivinen rooli tietomallinnuksen käytössä. Väylävirasto vauhdittaa alan sovelluskehitystä ja nopeuttaa uusien menetelmien hyödyntämistä. ”Tietomallintaminen parantaa hankkeen sisäistä tiedon siirtoa aina suunnittelusta hallintaan. Puutteellisen tiedon siirron on todettu olevan rakennushankkeissa suurin yksittäinen syy hukan syntymiseen” (Väylävirasto, 2022).

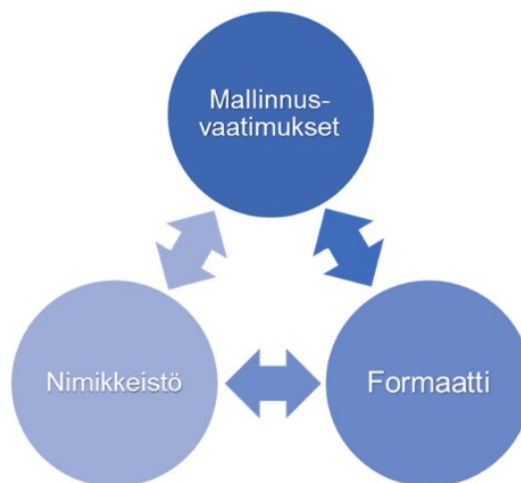
### **3.2 3D-mallintamien Infra-alalla nyt ja tulevaisuudessa**

Vielä nykyään mallipohjaisissa hankkeissa vaaditaan myös malliaineistojen lisäksi perinteisiä dokumentteja, sillä mallit eivät ole vielä tarpeeksi kattavia. Mallien ja dokumenttien sisältö on Infra-alalla tietenkin vastatettava toisiaan selkeyden takia. Tulevaisuudessa 3D-mallit ovat vahvasti korvaamassa 2D-dokumentteja. Tietomallit voivat korvata jo nykyäänkin joitakin 2D-dokumentteja, kuten paalukohtaisia poikkileikkauksia. Kiinteitä liikenteenohjauksia ei vielä yleensä ole korvattu, mutta esimerkiksi portaalin yleispiirrustuksia voitaisiin korvata 3D-mallilla matalalla kynnyksellä. Korvaamisesta sovitaan hankekohtaisesti. Lähtökohtana on, että kaikki ohjeiden mukaiset dokumentit toimitetaan tilaajalle (YIV 04.10.2021).

### 3.3 Inframallintamisen vakioiminen

Inframallintamisen vakioinnissa tietosisältö muutetaan säännönmukaiseksi ja koneluettavaksi. Tarkemmin sanoen tehdään kansalliset tietomallivaatimukset, eli määritellään, miten inframalleja käytetään rakennetun ympäristön koko elinkaarella. Sekä tehdään tietosisältöjen määrittely eli mitä tietoja rakennetussa ympäristössä liikutellaan (buildingSMART Finland, n.d.). Inframallinnuksen vakioinnista on tehty suomen yleiset inframallinnus vaatimukset (YIV), InfraBIM-nimikkeistö ja tiedonsiirtoformaattien määrittelyt. Nämä kolme inframallinnuksen vakiointia muodostaa tiedonhallinnan ”kolmikannan” (kuva 5). Mallinnusohjeiden tavoitteena on ohjata, yhdenmukaistaa ja kehittää koko infra-alan mallinnuskäytäntöjä (YIV 04.10.2021).

Kuva 5. Tiedonhallinnan ”kolmikanta” eli Inframallintamisen vakiointi Suomessa (YIV 04.10.2021)



### 3.4 Tekniikalajikohtainen jaottelu

Yleisissä inframallivaatimuksissa on tehty tekniikalajikohtainen jaottelu, jossa on 24 osaa:

- asemat (rata),
- geometriat (väylägeometriat),
- geotekniikka,

- johdot ja laitteet,
- kunnallistekniikka,
- liikennejärjestelmä,
- liikenteenohjaus,
- maankäyttö ja kaavoitus,
- massojen hallinta (ylijäämämaiden sijoitus, maa-aineksen ottopaikat),
- mittaukset,
- satamat,
- sähkörata,
- taitorakenteet (sillat, paalulaatat, tukimuurit, meluaidat jne.),
- taustakartat,
- tunnelit,
- turvalaitteet,
- työnaikaiset järjestelyt ja rakenteet,
- vahvavirta,
- vaikutusten arviointi (esim. melulaskelmat),
- valaistus,
- vesien hallinta,
- vuorovaikutus (katselupaketit yhdistelmämalli, esittelymalli jne.),
- väylä- / aluerakenne (maarakenteet / pinnat),
- ympäristö (sis. maisema & arkkitehtuuri).

Tekniikkalajit mallinnetaan eri tavalla ja niiden yhteensovitus voi olla välillä hankalaa mutta yhteensovituskin kehittyy koko ajan. Opinnäytetyöni keskittyy yhteen tekniikkalajiin eli liikenteenohjaukseen, mutta kaikki muutkin tekniikkalajit pitää tarvittaessa huomioida yhteensovituksessa. (YIV 04.10.2021).

### **3.5 Inframallin tarkkuusvaatimukset kiinteän liikenteenohjauksen näkökulmasta**

Inframallin tarkkuusvaatimukset on määritetty Väyläviraston Inframalliohjeistuksissa.

Ohjeistus määrittää mallinnuksen tarkkuustason. Tarkkuusvaatimukset on tehty jokaiselle

suunnitelmavaiheille lukuun ottamatta esiselvitystä. Suunnitelmavaiheita ovat yleissuunnitelma, tie- ja ratasuunnitelma sekä rakennussuunnitelma. Mallinnustarkkuuden värikoodien ja lyhenteiden selitykset ovat kuitenkin samoja kaikille vaiheille (kuva 6).

Kuva 6. Inframallin tarkkuusvaatimusten värikoodien ja lyhenteiden selitykset (Väylävirasto Excel n.d.)

Värikoodi	Mallinnustarkkuus		Selitys
	Lähtökohtaisesti ei mallinneta. Voidaan sopia hankekohtaisesti.	P	Pakollinen, mallinnetaan aina
	Mallinnetaan osien ulkopinnat. Ei vaadita tilavuusominaisuuksia; 2D-pinta, aluerajaus tai taiteviiva riittää.	H	Hankekohtaisesti
		E	Ei mallinneta (ei relevantti asia suunnitteluvaiheen kannalta)
	Mallinnetaan osat 3-ulotteisina kappaleina, pintoina, taiteviivoina. Objektien ominaisuustiedoista kerrotaan vain ko. suunnitteluvaiheessa olennaiset asiat.		
			Siltojen ja muiden taitorakenteiden osalta noudatetaan Siltojen tietomalliohjetta (LO 6/2014)
	Mallinnetaan täydellinen kuvaus rakenteesta.		
	Mallinnus ja sen tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti.		

Väylävirastossa on tehty jokaiselle suunnitelmavaiheille oma Excel-tiedosto, joissa on Infra-rakennusosanimikkeistön (INFRA 2006) perusteella jaetut rakennusosien Inframallien tarkkuusvaatimukset. Kiinteän liikenteenohjauslaitteisiin liittyvät rakennusosat ja niiden inframallitarkkuusvaatimukset lyhenteineen kullekin suunnitelmavaiheille on koottu kuvaan seitsemän (7). Rakennusosat, jotka liittyvät olennaisesti kiinteän liikenteenohjauksen 3D-mallintamiseen ovat liikenne- ja opastusmerkit, liikennevalot ja valo-opasteet, opastustaulut sekä portaalit.

Kuva 7. Väyläviraston mallinnustarkkuusvaatimukset kiinteän liikenteenohjauslaitteisiin liittyvien rakennusosien osilta suunnitelmavaiheittain (Samuli Koskinen, 23.9.2022).

Rakennusosan numero	Rakennusosan nimi	Mallinnustarkkuusvaatimus yleissuunnitelmavaiheessa	Mallinnustarkkuusvaatimus tie- ja ratasuunnitelmavaiheessa	Mallinnustarkkuusvaatimus rakennussuunnitelmavaiheessa
3261	Liikenne- ja opastusmerkit	E	P	P
3262	Liikennevalot ja valo-opasteet	H	P	P
3263	Tiemerkinnät	E	P	P
3264	Opastustaulut	H	P	P
3334	Portaalit	E	P	P

Yleissuunnitelmavaiheen inframallissa kiinteän liikenteenohjauslaitteet, jotka mallinnetaan hankekohtaisesti, ovat liikennevalot ja valo-opasteet sekä opastustaulut. Myös mallinnus ja



sen tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti. Liikenne ja opastusmerkkejä, opastustauluja sekä portaaleja ei mallinneta, koska ne on määritelty epäolennaiseksi yleissuunnitelmavaiheessa.

Tie- ja ratasuunnitelmavaiheessa inframallissa mallinnetaan kaikki kiinteät liikenteenohjauslaitteet, mutta niissä mallinnetaan vain osien ulkopinnat. Tilavuusominaisuuksia ei tarvita, jolloin 2D-pinta, aluerajaus tai taiteviiva ovat riittäviä esitystapoja.

Rakennussuunnitelmavaiheessa inframallissa mallinnetaan myös kaikki kiinteät liikenteenohjauslaitteet. Liikenne- ja opastusmerkit, liikennevalot ja valo-opasteet, opastustaulut sekä pylvääät mallinnetaan 3D -mallisina kappaleina, pintoina ja taiteviivoina. Objektien ominaisuustiedoista kerrotaan vain kyseessä olevan suunnitteluvaiheen olennaiset asiat. Tiemerkinnoista mallinnetaan vain osien ulkopinnat. Tilavuusominaisuuksia ei tarvita, jolloin 2D-pinta, aluerajaus tai taiteviiva ovat riittäviä esitystapoja.

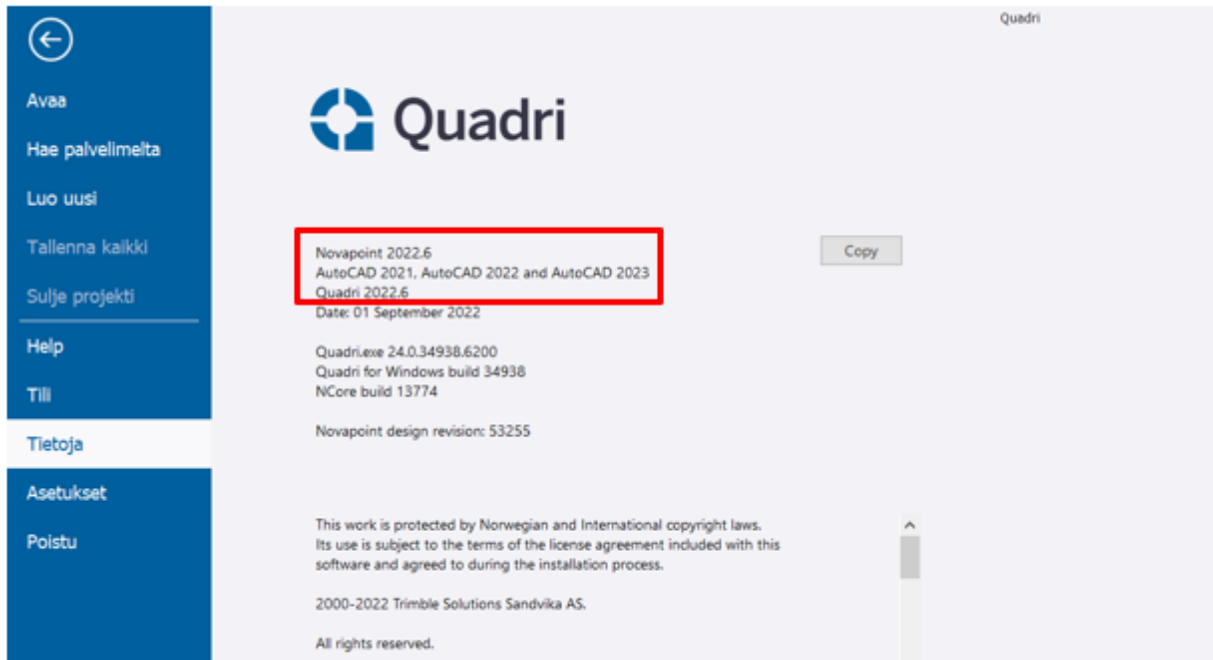
## **4 Kiinteän liikenteenohjauksen 3D-mallintaminen**

Liikenteenohjauksen 3D-mallintaminen vaatii huolellisuutta ja kärsivällisyyttä. Työskennellessä isojen 3D-mallien tai -projektien kanssa on todennäköistä, että ohjelmisto voi joskus kaatua, joten tallentaminen tiheästi on hyödyllistä. Askel kerrallaan ja ohjeiden tarkka noudattaminen johtaa tässä asiassa hyvään lopputulokseen.

### **4.1 Kiinteän liikenteenohjauksen 3D-mallintamiseen tarvittavat ohjelmistot**

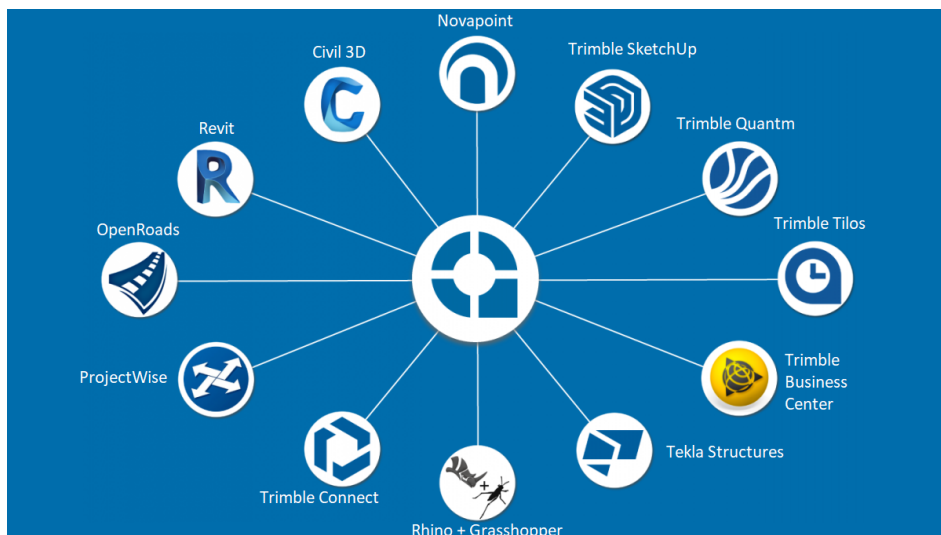
Liikenteenohjauksen 3D-mallintamisessa tarvittavat ohjelmistot ovat esimerkiksi Quadri, Novapoint ja AutoCAD (kuva 8), jotka ovat rinnakkaisohjelmistoja. Varsinainen kiinteä liikenteenohjauksen suunnittelu tapahtuu AutoCAD:ssa. Novapoint mahdollistaa liikenteenohjauksen luomisen ja sen 3D-mallintamisen, kun taas Quadri mahdollistaa tietomallin jakamisen muilla ohjelmistoille.

Kuva 8. Näkymä Quadriissa, jossa selviää uusimmat ohjelmistot, joita tarvitaan liikenteenohjauksen 3D-mallintamisessa (Samuli Koskinen, 23.9.2022).



Quadri on tietomallin jakamiseen käytettävä pilvipohjainen tietoaalusta. Novapointilla tehty suunnitelma voidaan aukaista muilla ohjelmistoilla (kuva 9) Quadrin avulla (Arkance Systems Finland Oy, n.d.-a). Tämän työn esimerkit on tehty Quadrin versiolla 2022.6.

Kuva 9. Quadrin ohjelmistoliitokset (Quadri, n.d. -a).



Trimble Novapoint -suunnittelujärjestelmä on kattava järjestelmä infrasuunnitteluun (Arkance Systems Finland Oy, n.d.-a). Tämän työn esimerkit on Novapointin versiolla 2022.6. Novapoint suunnittelujärjestelmässä on tällä hetkellä 11 ohjelmistoa:

- Novapoint Bridge Design
- Novapoint Infrastructure Design Suite
- Novapoint Landscape
- Novapoint Railway
- Novapoint Road
- Novapoint Road Marking
- Novapoint Road Professional
- Novapoint Road Signs
- Novapoint Soundings & Soundings Editor
- Novapoint Terrain
- Novapoint Tunnel Design

Novapoint Road Marking ja Novapoint Road Signs professional –ohjelmistoilla suunnitellaan liikenteenohjauksia. Novapoint Road Marking:lla piirretään suunnitelmiin tiemerkintöjä ja Novapoint Road Signs professionalissa piirretään suunnitelmiin liikennemerkkejä.

Novapoint Road Signs on työkalu liikenteenohjaussuunnittelun tekemiseen. Ohjelma sisältää Suomen tieliikenneasetuksen mukaiset vakioliikennemerkit mitoituspiirustuksineen ja portaaleineen. Laajempi merkkivalikoima löytyy erikseen ostettavasta Novapoint Road Signs Professionalista, josta löytyy lähes kaikki uudet liikennemerkit. Novapointilla voidaan tehdä itse ne merkit, joita ei löydy liikennemerkkiluettelosta, esimerkiksi suunnistustaulut. Novapoint Road Marking on CAD-työkalu tiemerkintöjen suunnitteluun. Sillä voidaan laatia Suomen tiemerkintäohjeen mukaiset viiva- ja symbolimerkinnet sekä tehdä tiemerkintöjen määrälaskennat suunnitelmasta.

Trimble Connect on yhteiskäyttöalusta infrahankkeiden tiedonhallinnassa. Se yhdistää eri tekniikkalajien aineistot lähtötiedoista rakentamiseen ja mahdollistaa tiedonjaon rakennusprojektien osapuolten välillä. Trimble Connectilla on myös nettiselainversio, mutta

sen 3D-liikennemerkkien kanssa on ollut näkyvyyssongelmia. Työpöytäversiossa toiminta on luotettavampaa.

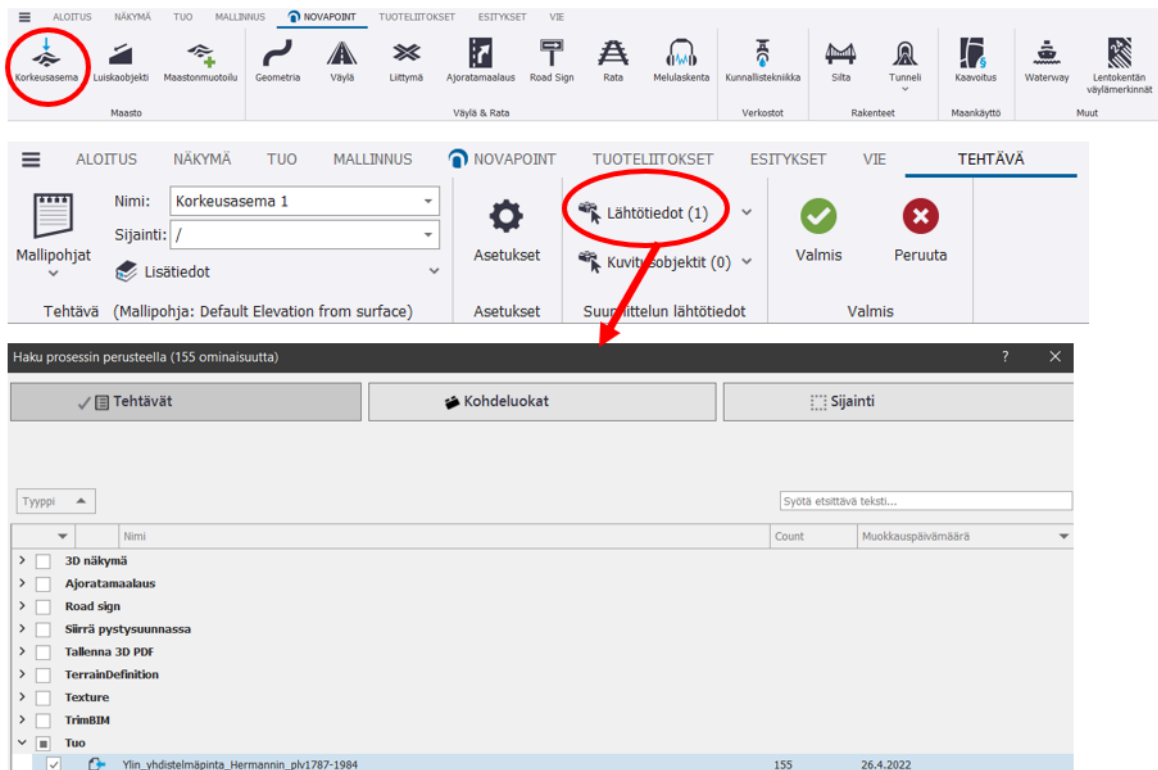
## 4.2 Kiinteän liikenteenohjauksen 3D-mallintamisen aloitus

Ensimmäiseksi, kun mallinnetaan liikenteenohjaussuunnitelmaa, on luotava

“Korkeusasema”-tehtävä (kuva 10). “Korkeusasema”-tehtävälle on annettava nimi ja sijainti tietomallipalvelun projektikansiossa esim.

3\_suunnittelumalli/11\_liikenteenohjaus/korkeusasemat. Tämän jälkeen määritetään pinta Lähtötiedoista, joihin liikenteenohjaukset halutaan liittää esim. ylin yhdistelmäpinta. Pinta on määritelty jo projektin aikaisemmassa vaiheessa ohjelmistoon esim. katusuunnittelijan toimesta. Lopuksi painetaan Valmis-painiketta.

Kuva 10. Korkeusasematehtävän luominen (Samuli Koskinen, 20.9.2022).



Kun on määritetty pinta, johon liikenteenohjaus rakennetaan, luodaan Ajoinatamaalaus- tai Road Sign -tehtävä merkeille, joka löytyy Quadrin Novapoint-valikosta (kuva 11). Tehtävien nimistä voidaan päätellä, että Ajoinatamaalaus-tehtävällä tehdään tiemerkinntät ja Road Sign -

tehtävällä tehdään liikennemerkit, pylväät sekä portaalit. Road Sign -tehtävällä voi myös mallintaa liikennevalojen paikat.

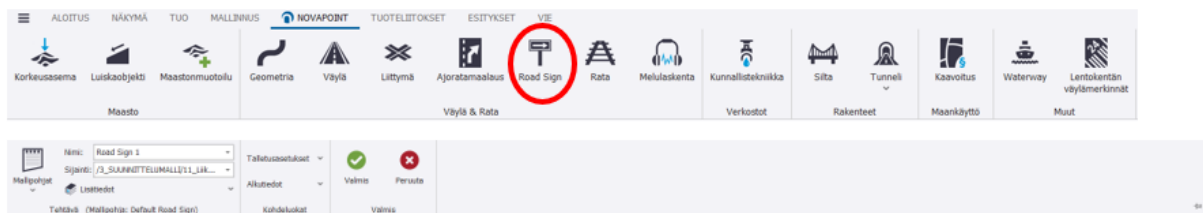
Kuva 11. Ajouratamaalaus- ja Road Sign-tehtävät Quadrin Novapoint-valikosta.



### 4.3 Liikennemerkkien, liikennevalojen ja Tiemerkinntöjen 3D-mallintaminen

Mallinnettaessa liikennemerkkejä ja -valoja valitaan Quadrin Novapoint-valikosta "Road Sign"-tehtävä (kuva 12). Tämän jälkeen tehtävälle annetaan nimi ja sijainti. Tehtävä luodaan jälleen "Valmis" -painikkeella.

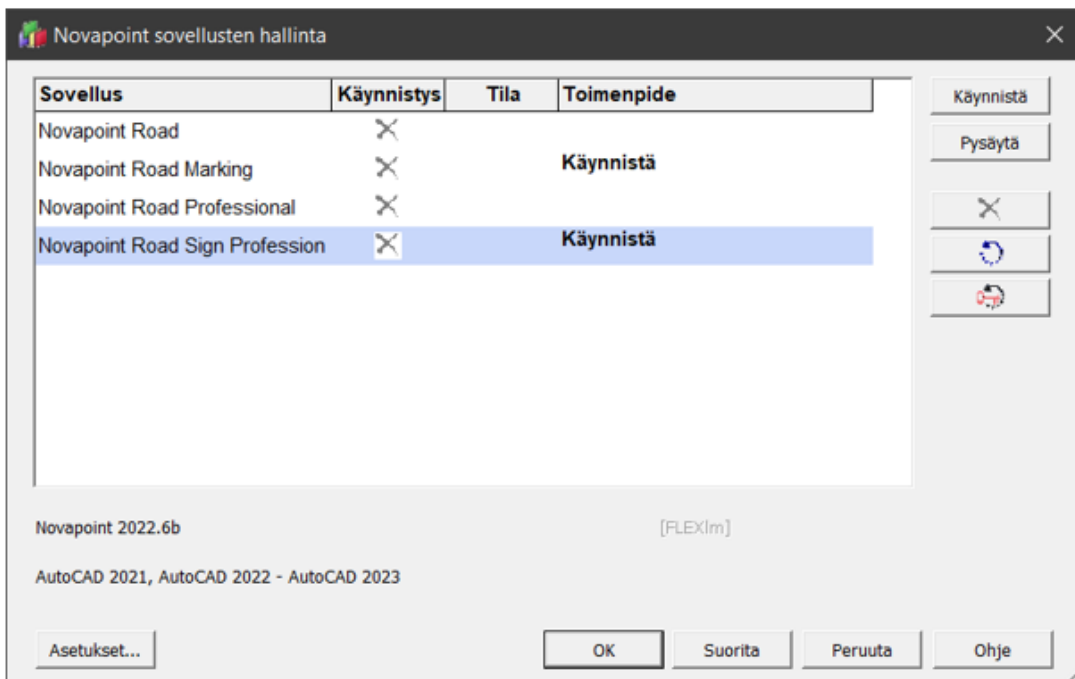
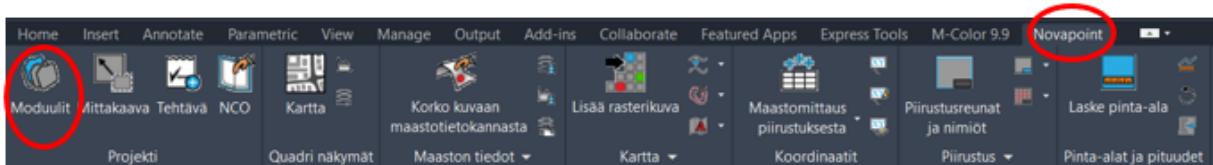
Kuva 12. Liikennemerkkien- ja valojen mallintamisen aloitus "Road Sign" (Samuli Koskinen, 20.5.2022).



Tehtävän luomisen jälkeen siirrytään AutoCAD-ohjelmiston puolelle, jonka Novapoint-valikosta päästään Moduuli-painiketta (kuva 13) klikkaamalla sovellustenhallintaan.

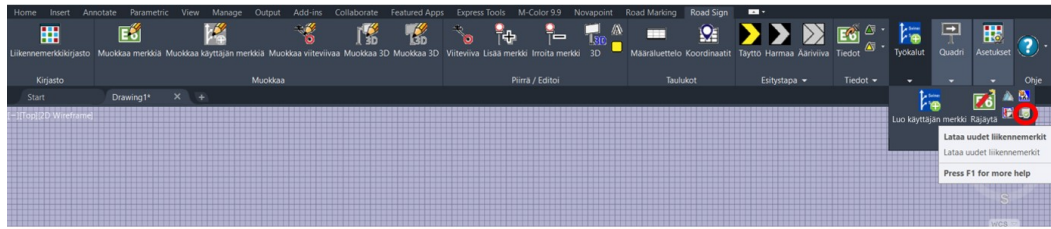
Sovellustenhallinnasta voidaan käynnistää Novapoint Road Signs Professional ja Novapoint Road Marking tuplaklikkaamalla valittua sovellusta ja painamalla ok.

Kuva 13. AutoCAD-ohjelmistossa Novapoint Road Signs Professional ja Novapoint Road Marking:n käynnistäminen. (Samuli Koskinen, 15.11.2022)



Uudet liikennemerkkit löytyvät Lataa uudet liikennemerkkit -toiminnolla (kuva 14). Uusien liikennemerkkien kanssa on käytettävä uusia jalustoja ja viiteviivoja.

Kuva 14. Novapoint Road sign Professional uusien liikennemerkkien toiminnot liikennemerkkien ja -valojen 3D-mallintamisessa AutoCAD-ohjelmistossa. (Samuli Koskinen, 15.11.2022)



Novapoint Road sign Professionalissa on useita hyödyllisiä toimintoja, joita tarvitaan liikennemerkkien 3D-mallintamisessa (kuva 15). Seuraavaksi ohjeistetaan näiden toimintojen käyttämiseen.

Kuva 15. Novapoint Road sign Professional uusien liikennemerkkien toiminnot liikennemerkkien ja -valojen 3D-mallintamisessa AutoCAD-ohjelmistossa. (Samuli Koskinen, 20.9.2022)



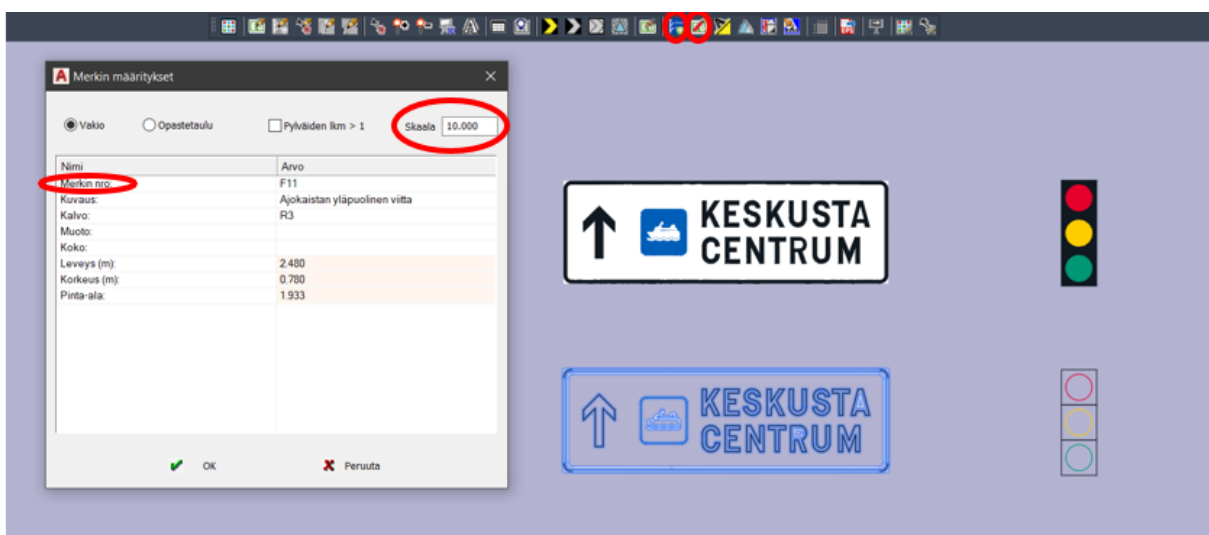
#### 4.3.1 Liikennemerkit ja -valot AutoCAD-ohjelmistossa

AutoCAD-ohjelmistossa liikennemerkit ovat valittavissa liikennemerkkirjastosta edellyttäen, että Road Signs Professional -lisenssi on käynnistetty. Välillä kuitenkin liikennemerkkejä pitää käsin muunnella tai tehdä uusia, sillä kaikkia merkkejä ei kirjastosta löydy. Näistä esimerkkinä jotkin suunnistustaulut. Myös liikennevalot on tehtävä manuaalisesti. Nämä tehdään Luo käyttäjänmerkki -toiminnolla.

Uusien liikennemerkkien ja -valojen luomisessa voi hyödyntää Traficomien ohjeita, joissa nuolien, merkkien ja viivojen välit on tarkoin määritelty. Kaikkien murtoviivojen tulee olla

yhtenäisiä Polyline-viivoja, joissa on oikea väritieto, jotta niistä voi tehdä Novapoint -merkkejä Luo käyttäjänmerkki -toiminnolla. Novapoint-liikennemerkit saa polyline eli murtoviivoiksi ”räjäyttämällä” ne Räjäytä merkki murtoviivoiksi -toiminnolla. Luotaessa käyttäjänmerkkiä, on myös skaalaus oltava kunnossa mallintamista varten. Toisin sanoen leveyden, korkeuden ja pinta-alan on täsmättävä oikeaan mittakaavaan (kuva 16). Lisäksi merkin numero tai nimi tarvitaan käyttäjänmerkin luomisessa.

Kuva 16. Merkin määrittelyt sekä Luo käyttäjän merkki ja Räjäytä merkki murtoviivoiksi -toiminnot. (Samuli Koskinen, 20.9.2022)



Liikennemerkkien- ja valojen lisäksi mallintamisessa tarvitaan jalustat ja viiteviivat. ”Jalustat” löytyvät ”Liikennemerkkikirjastosta”. Viiteviivalla yhdistetään merkit tai valot jalustoihin. Viiteviivan saa ”Piirrä viiteviiva jalustan ja merkin välille” -toiminnolla. Kun jalustassa on enemmän kuin yksi merkki, ylin merkki on lisättävä ensimmäiseksi em. toiminnolla. Tämän jälkeen muut merkit lisätään ”Lisää osoitetun merkin jalustaan” toiminnolla ylhäältä alaspäin. Mikäli merkki on laitettu väärässä järjestyksessä tai merkki halutaan pois, voidaan se poistaa ”Irroittaa osoitetun merkin jalustasta” -toiminnolla.

#### 4.3.2 Pylväiden 3D-malliintaminen

Liikennemerkit ja -valot voidaan mallintaa pylväisiin, kun merkin sekä jalustan välille on luotu viiteviiva. Ensimmäiseksi valitaan ”3D-merkin ja jalustan muokkaus” toiminto, jolloin voidaan



määrittää 3D-merkin konfiguraatioasetukset (kuva 17). 3D-merkin konfiguraatioasetuksien määrittämisessä määritetään mm. pylvään ja jalustan tyypit, sijainnit sekä referenssipisteet kartalla.

Kuva 17. Liikennemerkkin ja –valon mallintamisen pylvääseen, konfiguraatioasetukset (Samuli Koskinen, 20.9.2022).

The screenshot shows the '3D Merkin konfiguraatio' software interface. The window title is '3D Merkin konfiguraatio'. The interface is divided into several sections:

- Top Left:** 'Nopeus' (0-120 km/h), 'Viiteviivan numero', and 'Merkin' (E1).
- Top Right:** 'Referenssipiste (X)' with fields for 'Tehtävän nim', 'Referenssi' (xyz), 'Paalu' (0.000), and 'Vaaka etäisyys' (0.500).
- Middle Left:** 'Pylväs ja jalusta' section with 'Rakenne' (Pyöreä), 'Tyyppi' (Putki ø60mm), 'Jalusta' (Betonijalusta H=500mm), and 'Pystysuora etäisyys' (0.000).
- Center:** A 3D diagram showing two poles with traffic signs and lights. Labels include 'TM1', 'M1', 'BC', 'TBM1', and 'SM1'.
- Bottom Right:** A table listing heights:
 

BC	2.000
TBM1	0.000
M1	2.000
TM1	2.625
- Bottom:** A toolbar with buttons: OK, Peruuta, Päivitä 3D, Ominaisuudet ..., Asetukset ..., Merkin sijainti..., Palauta, and Apua ...

Referenssipisteen (kuva 18) määrittämisessä valitaan ensimmäiseksi tehtävän nimi, joka on sama kuin aiemmin luotu korkeusasematehtävä. Tämän jälkeen vaihdetaan referenssiksi "Referenssi xy". Korkeus päivittyy myös automaattisesti korkeusasematehtävän mukaan.

Kuva 18. Referenssipisteen määrittäminen (Samuli Koskinen, 20.5.2022).

Referenssipiste (X)

1 Tehtävän nimi Korkeusasema\_Hermanni\_ Pylväs 1

2 Referenssi xy Korkeus Päivitä 2.704 m

Paalu 0.000 Pinta nro. m

Vaaka etäisyys 0.500 Pystysuora etäisyys 2.200 m

Merkkien asetukset ovat hyödyllisiä, jos jalustassa on useita merkkejä. Niillä voi mm. kääntää merkkejä toisinpäin esimerkiksi asettamalla kiertokulma arvoon 200g (kuva 19). Kiertokulman arvot ovat gooneina eli esim. 180 astetta on 200 goonia (1 gooni on 0,9astetta).

Kuva 19. Merkin kääntäminen (Samuli Koskinen, 18.5.2022).

Merkki

Merkin nro. Merkin sivusiirto 0.000 m (vasen = neg.arvo)

B5 H23.1 Kiertokulma 0g Grads

Renderöi  Kaksipuoleinen

Pystyetaisyys määrittävä merkki B5

Pylvään ja jalustan asetuksissa (kuva 20) määritetään tarkat tiedot jalustoille ja pylväille. Liikennemerkkien rakenne- ja pystytysohjeista löytyy tähän kohtaan tiedot esimerkiksi jalustan tyypeistä, koosta ja halkaisijoista.

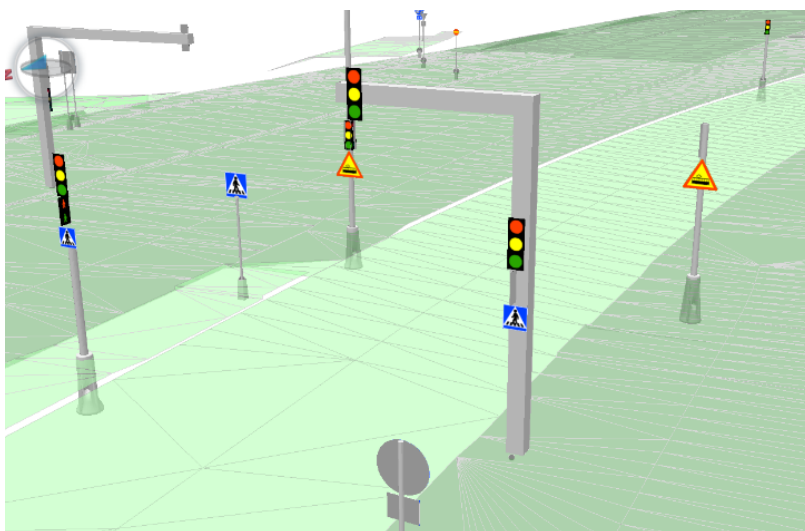
Kuva 20. Pylvään ja jalustan asetukset (Samuli Koskinen, 19.5.2022).

Pylväs ja jalusta

Rakenne	Pyöreä	Lukumäärä	1
Tyyppi	Putki ø60mm		
Jalusta	Betonijalusta H=500mm		
Kiinnityskomponentti	<input type="checkbox"/>	Huippukiinnike	
Pystysiirto (TB)	0.000		
C-C Pylväiden etäisyys	0.000	Oletus	

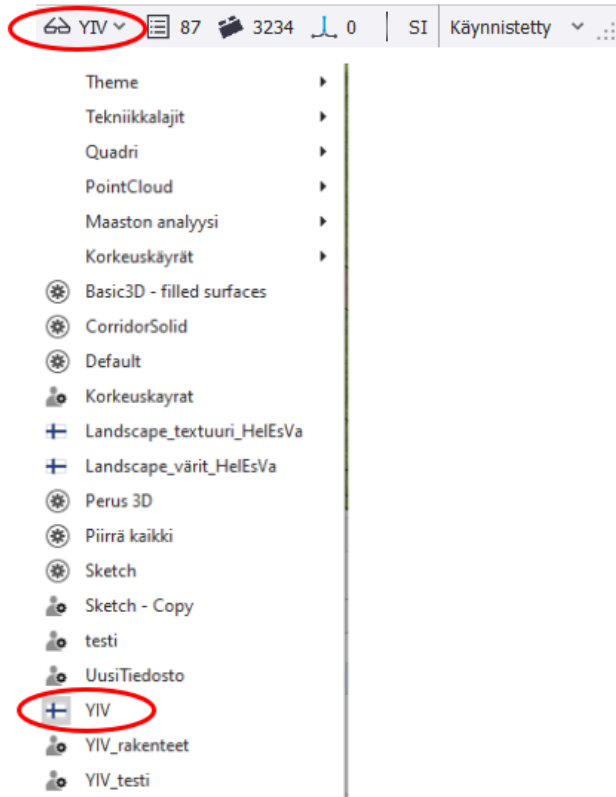
Asetusten ollessa kunnossa painetaan "Päivitä 3D" ja hyväksytään toiminto millä tahansa näppäimellä. Lopuksi, kun kaikki asetukset ovat kunnossa, konfiguraatioasetuksista poistutaan OK-painikkeella. Seuraavaksi rakennetaan 3D-merkki ja jalusta valitaan "Rakenna 3D Portaali" -toiminto. Viiteviiva osoitetaan kuvasta ja kuitataan "Enter"-toiminnolla. Lopuksi merkit vietään Quadrin puolelle "Tallentaa valitut merkit ja jalustat Quadriin" -toiminnolla. Quadrin puolella nähdään visuaalinen kädenjälki ja voidaan tarkistaa mallinnus oikeellisuus (kuva 21).

Kuva 21. Esimerkki visuaalisesta mallinnuksesta Quadriin.



Liikennemerkkien värit saadaan näkymään Quadrin projektikansion 3D-näkymässä, valitsemalla piirtosäännöksi "YIV-piirtosääntö". Valikko löytyy oikeasta alareunasta (kuva 22).

Kuva 22. YIV-piirtosääntö (Samuli Koskinen, 18.5.2022).



#### 4.3.3 Portaalien 3D-mallintaminen

Luotaessa portaalialueita jalustoiksi on merkittävä yksipuoliset jalustat, jotta niistä nähdään merkkien ja portaalien suunnat. Portaaleja luetaan oikealta puolelta eli ensimmäinen yhdistettävä merkki on oikeanpuoleinen. Vasemmanpuoleisen ulokeportaalien tapauksessa vasemmanpuoleinen on ensimmäinen merkki. Liitettäessä merkkejä yhteen ne pitää lisätä samaan jalustaan. Portaalit luodaan "Rakenna 3D Portaalit" -toiminnolla. Molemmille jalustoille voidaan määrittää korkeusasema ja periaatteessa vain toisen puolen jalusta on piirrettävä, sillä ohjelma tunnistaa automaattisesti toisen jalustan sijainnin, kun määritetään portaalien pituutta (mitta(A)). Portaalien määrittämisessä valitaan myös sen tyyppi eli uloke- tai

kehäportaali (vasen yläkulma), portaalin paksuus (kuvassa tyyppi), oikea referenssi eli xy ja jalustan mitat (kuva 23).

Kuva 23. Portaalin määrittäminen -valikko, joka tehdään ”Rakenna 3D Portaali” -toiminnolla (Samuli Koskinen, 18.5.2022).

Portaalin määrittäminen

Viiteviivan numero: 42

Referenssipiste (X)  
 Tehtävän nim: ... Pylväs: 1  
 Referenssi: xy Korkeus: Päivitä 4.211  
 Kopioi arvot

Portaali ja jalusta  
 Tyyppi: 300x300mm  
 Jalusta: Käyttäjän määrittämä

Jalustan mitat  
 Body  Base  
 Leveys: 0.840 m  
 Syvyys: 0.840 m  
 Korkeus: 1.000 m

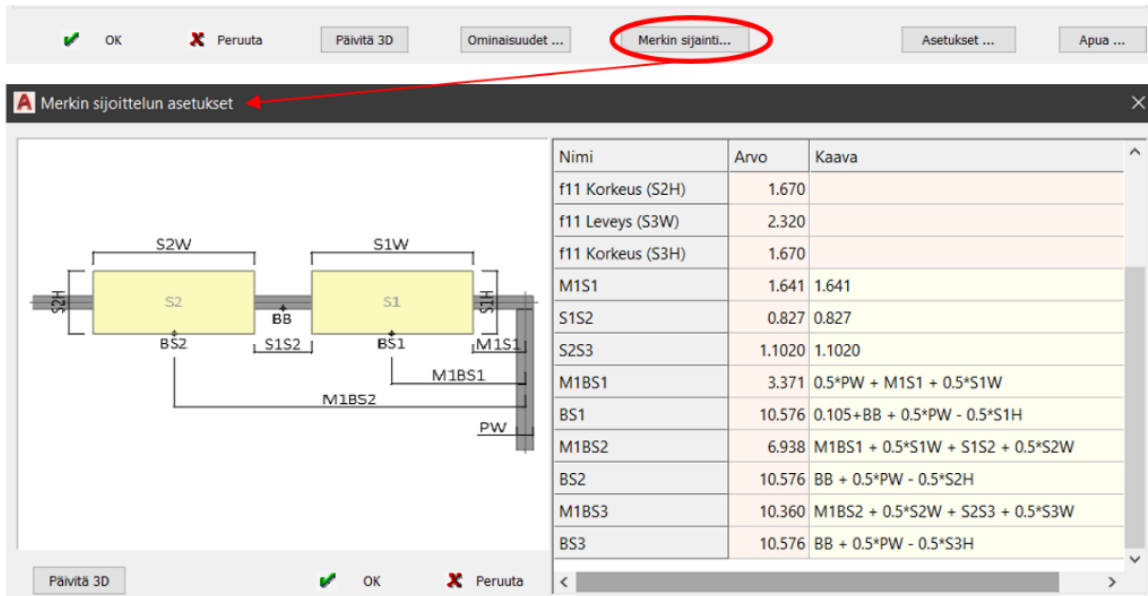
Mitta (A): 13.800 m  
 Mitta (B): 0.000 m  
 Mitta (C): 7.115 m  
 Pystysiirto (TB): -0.065 m

BB	11.261
S-BB	4.213
SM1	4.211
TBM1	4.146
TM1	7.115
SM2	3.866
TBM2	3.801
TM2	7.460

OK Peruuta Päivitä 3D Ominaisuuudet ... Merkin sijainti... Asetukset ... Apua ...

"Merkin sijainti..." -asetuksista voidaan säätää merkkien sijoittuminen portaalissa (kuva 24). Halutessa merkit samalle tasolle, on asetettava BS1 ja BS2... -kohtiin sama kaava pienemmän merkin mitoilla.

Kuva 24. "Merkin sijainti..." painikkeesta ponnahtavat "Merkin sijoittelu" -asetukset (Samuli Koskinen, 18.5.2022).



#### 4.3.4 Tiemerkintöjen 3D-mallintaminen

Mallinnettaessa tiemerkintöjä valitaan Novapoint valikosta "Ajoratamaalaus"-tehtävä (kuva 25). Tämän jälkeen tehtävälle annetaan nimi ja sijainti. Tiemerkintöjä tehdessä Novapoint kysyy lähtötietoja toisin kuin liikennemerkkejä ja liikennevaloja mallinnettaessa. Tähän ei kuitenkaan vielä valita mitään lähtötietoja, sillä pinta lisätään seuraavassa vaiheessa. Tehtävä luodaan jälleen "Valmis"-painikkeella.

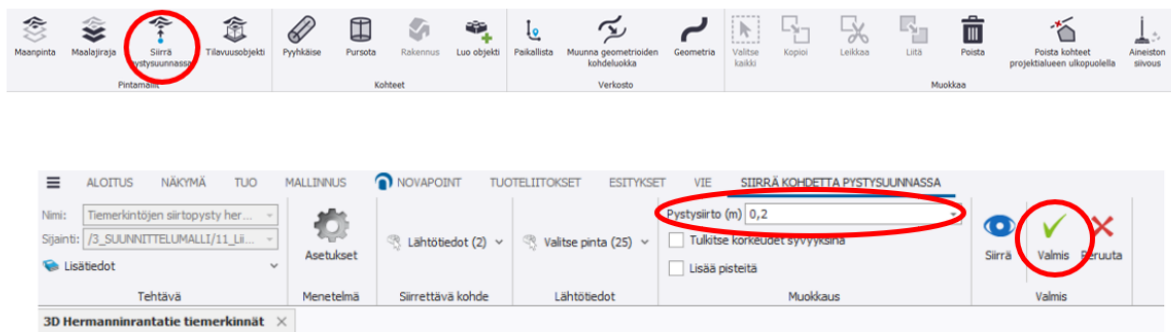
Kuva 25. "Ajoratamaalaus"-tehtävä Novapoint valikosta (Samuli Koskinen, 18.5.2022).



Seuraavaksi tarkistetaan AutoCADissa ettei mikään tiemerkintä ole 0-tasolla. Kaikki merkinnät on laitettava jollekin tasolle esimerkiksi Tiemerkintä-nimiselle tasolle. Jotta tiemerkintä näkyisi 3D:ssä, mikään osa tiemerkinnästä ei saisi mennä ylimmän yhdistelmäpinnan alueen ulkopuolelle. Muutoin se osa kuvautuu 0-tasolle 3D-kuvassa.

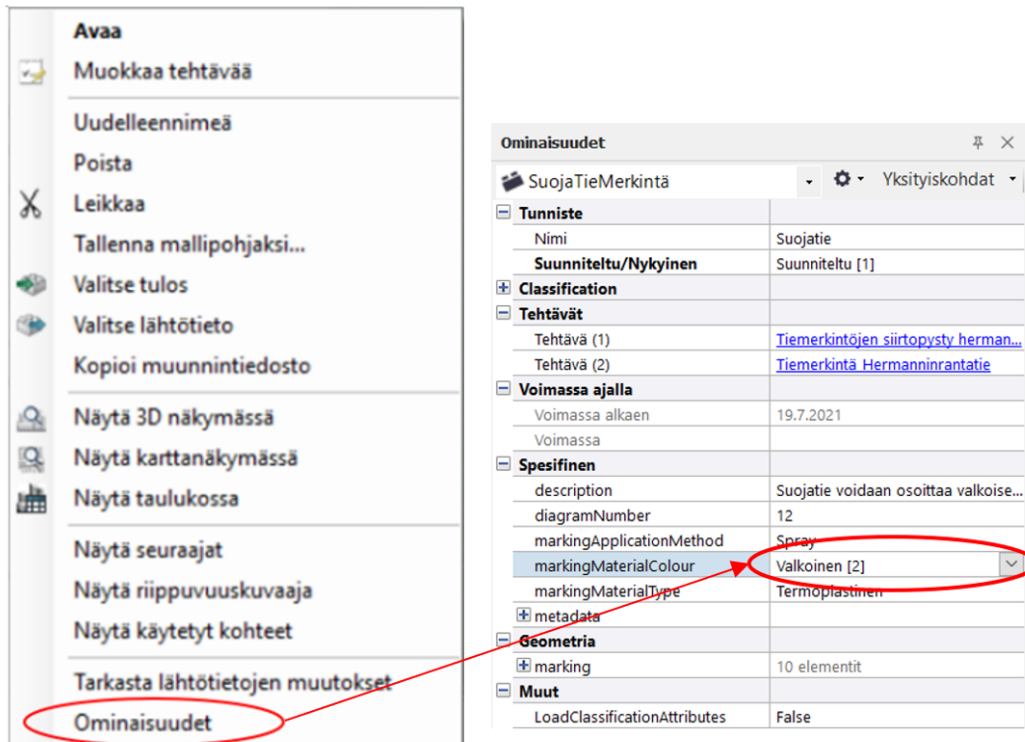
Tämän jälkeen pitää luoda Siirrä pystysuunnassa -tehtävä Mallinnus-valikosta, muuten ajoratamaalaukset siirtyvät 0-korolle. Lähtötiedoksi valitaan luotu Ajoratamaalaus -tehtävä ja pinnaksi ylin yhdistelmäpinta. Pystysiirtoon kirjataan esimerkiksi 0,2 m (kuva 24). Jos kirjattaisiin 0 m, niin tiemerkinntät olisivat samalla tasolla kuin ylin yhdistelmäpinta ja näkyisivät sitten sekavasti limittäin ja päällekkäin ylimmän yhdistelmäpinnan kanssa.

Kuva 26. Siirrä pystysuunnassa -tehtävä Mallinnus -valikosta ja Pystysiirtoon kirjattava esimerkkiarvo (Samuli Koskinen, 18.5.2022).



Ajoratamaalauksien väriä voi muuttaa ominaisuudet valikosta hiiren oikealla luodusta Tiemerkinntä-tehtävästä, ja valitsemalla haluttu tiemerkinntä jolloin Spesifinen-valikkoon ilmestyy värin vaihtokohta (kuva 27).

Kuva 27. Ajouratamaalauksia klikkaamalla hiiren oikealla tulee esiin valikko, jossa pääsee tiemeraintöjen ominaisuuksiin (Samuli Koskinen, 15.11.2022).



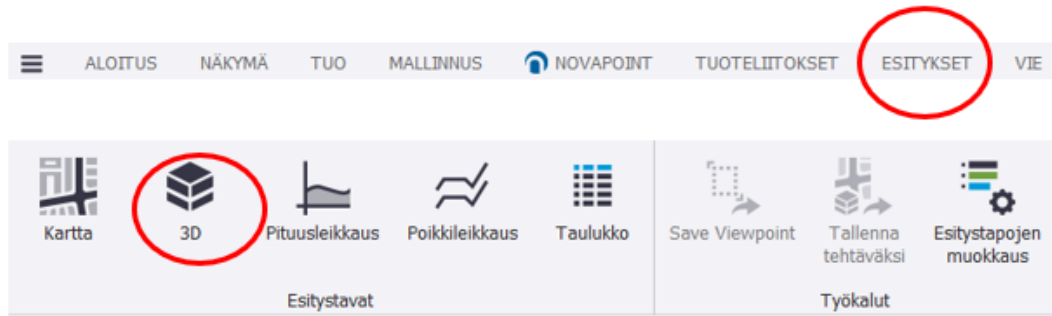
#### 4.4 3D-mallinnuksen luominen esitykseksi ja sen vieminen tietomalliin

Haluttaessa Quadrista voidaan siirtää aineistoa tietomalliin yhteensovitusta varten. Tämä onnistuu esimerkiksi TrimBIM -formaattilla. Käytettäessä TrimBIM -toimintoa, ensin tulee luoda 3D-esitys. Esityksen tulee sisältää viettävät merkit.

Ensimmäiseksi luodaan Quadri käyttöliittymässä 3D-esitys (Esitykset > 3D) (kuva 26). Valitaan halutut objektit 3D-esitykseen (lähtötiedot kohtaan lisäät "Liikennemerkkit" -tiedoston, jonka loiti AutoCAD-merkkejä varten sekä ylimmän yhdistelmä pinnan). Määritetään haluttu esitystapa, esimerkiksi YIV.



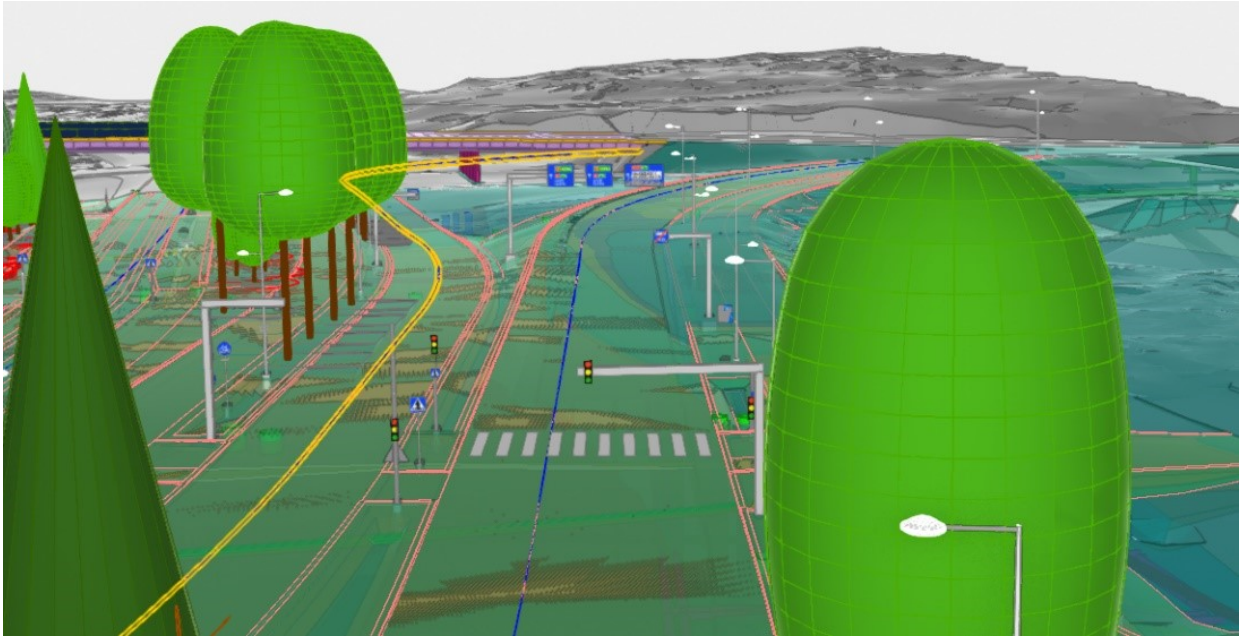
Kuva 28. Alkuvaihe aineiston siirtämisessä tietomalliin (Samuli Koskinen, 15.5.2022).



Esitystapa siirtyy TrimBIM -formaatin mukana Trimble Connectiin. Kun määritykset ovat valmiita klikataan Valmis-näppäintä. Sen jälkeen mennään Quadrin Vie-välilehdelle ja valitaan TrimBIM, sen jälkeen esitys nimetään ja määritetään sijainti. Valitse näkymä -kohtaan valitaan haluttu 3D-esitys. Yhteydet-kohtaan valitaan Lataa Trimble Connectiin. Esitystä voi esikatsella tai käyttää Visualizeria ja lopullinen versio hyväksytään Valmis-näppäimellä.

Lopuksi määritetään Trimble Connect -projekti ja sijainti projektissa, johon halutaan TrimBIM -tiedoston lisätä. Se voidaan tallentaa Trimbleen edellisen tiedoston päälle. Siten voidaan katsella myös edellisten saman nimisten versioiden historiaa. TrimBIM -tiedosto näkyy päivityksen jälkeen Trimble Connectissa. TrimBIM -tiedosto näkyy Trimble Connectin 3D-näkymässä samoilla tekstuureilla kuin Novapointin puolella. TrimBIMin mukana siirtyy myös objektien metatietoja. Trimble Connectissa voidaan tarkkailla koko suunnitelmaa helposti kaikkien tekniikkalajien välillä (kuva 27).

Kuva 27. Yhteensovitusnäkyä Trimble Connectissa Kalsatamasta Pasilaan -hankeessa (Samuli Koskinen, 18.5.2022).



## 5 Yhteenveto ja loppupohdinta

Opinnäytetyö on kiinteän liikenteenohjauksen 3D-mallintamiseen tehty vaihe vaiheelta etenevä ohjeistus. AutoCAD on suunnittelun perusalusta ja Novapointilla luodaan ja tuodaan siihen kiinteän liikenteenohjauksen laitteet. Novapoint oli tätä työtä kirjoitettaessa keskeisin ja ominaisuuksiltaan monipuolisin kiinteän liikenteenohjauksen ohjelmisto, mutta myös tarpeellisilta osilta sen rinnakkaisohjelmistot on kuvattu käsikirjan omaisesti suunnitteluprojektin eri vaiheissa. Ohjeistus on kytketty liikenteenohjaussuunnittelun perusteisiin, joiden kautta 3D-mallinnuksen suunnittelija oppii myös Novapointin käytön.

3D-mallinnus on liikennesuunnittelussa kasvava toimintatapa, jolla kehitetään inframallintamisen suunnittelua ja rakentamisen laatua koko projektin elinkaareissa. Tämän takia koin, että kiinteän liikenteenohjauksen 3D-mallinnuksen ohjeistus on Afry Oyj:lle ja työtehtävilleni hyödyllinen ja tarpeellinen. Tarkoitus oli tehdä selkeä ohje ja mielestäni pääsin tavoitteisiin.

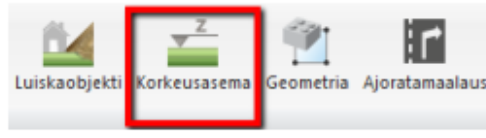
## Lähteet

- Arkance Systems. (n.d.) Trimble Quadri. Noudettu 31.08.2022 osoitteesta <https://civilpoint.fi/ohjelmistot/trimble/novapoint/>
- BuildingSMART Finland (4.10.2021) Yleiset inframallivaatimukset. Noudettu 31.08.2022 osoitteesta <https://drive.buildingsmart.fi/s/AAELrj83NbrHae2>
- INFRA 2006, Rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Versio 2.1. Noudettu 7.11.2022 osoitteesta <https://docplayer.fi/6652526-Infra-2006-rakennusosa-ja-hankenimikkeisto-versio-2-0.html>
- Kuntaliitto. (2022). Liikennemerkkien käyttö kaduilla. Noudettu 31.08.2022 osoitteesta <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2022/2147-liikennemerkkien-kaytto-kaduilla>
- Leppänen, T. (2013). Tietomallinnus infra-alalla. Case: Storhemtintien katupilotti. Lahden ammattikorkeakoulu. Ympäristötekniikka, Miljösuunnittelu. Opinnäytetyö 2013  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/54381/Leppanen\\_Touko.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/54381/Leppanen_Touko.pdf?sequence=1)
- Liikennevirasto (18.6.2013). Liikennemerkkien rakenne ja pystytys. Noudettu 31.08.2022 osoitteesta [https://ava.vaylapiivi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo\\_2013-20\\_liikennemerkkien\\_rakenne\\_web.pdf](https://ava.vaylapiivi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2013-20_liikennemerkkien_rakenne_web.pdf)
- Tieliikennelaki 729/2018. Noudettu 5.9.2022  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20180729>
- Traficom (n.d.) Liikenteenohjauslaitteiden värit, rakenne ja mitoitus. Noudettu 31.08.2022 osoitteesta <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/liikennejarjestelma/liikenteenohjauslaitteiden-varit-rakenne-ja-mitoitus?toggle=Liikenteenohjauslaitteiden%20v%C3%A4rit%2C%20rakenne%20ja%20mitoitus%20>
- Traficon. (n.d.) Liikennevalot. Noudettu 31.08.2022 osoitteesta <https://www.traficon.fi/services/liikennevalot/>
- Väisänen, J. (2018). Tien tietomallipohjaisen rakennussuunnitelman sisältö- ja tarkkuusvaatimukset. Opinnäytetyö 6/2018. Liikennevirasto. Helsinki 2018. Noudettu 15.9.2022.  
[https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/158990/OPIN%206-2018\\_978-952-317-586-0.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/158990/OPIN%206-2018_978-952-317-586-0.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Väylävirasto (n.d.) Inframallinnuksen ohjeistus. Noudettu 31.08.2022 osoitteesta <https://vayla.fi/palveluntuottajat/inframallit/tietomalli-ohjeistus>

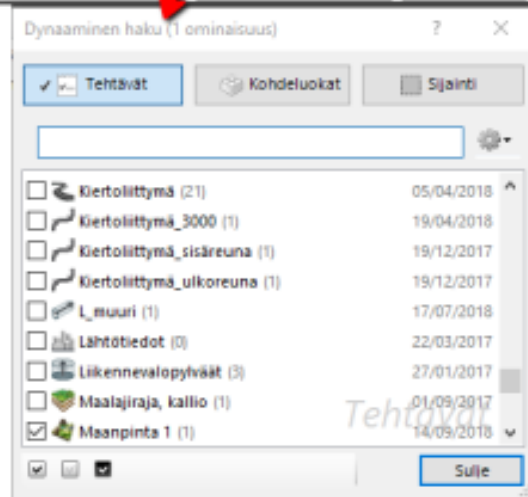
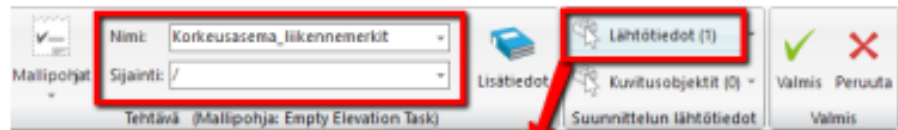
## 8 3D LIIKENNEMERKIT

3D liikennemerkkien avulla merkit voidaan näyttää Trimble Novapoint Basen puolella.

1. Ennen 3D merkkien suunnittelua tulee luoda **Korkeusasema**-tehtävä, jonka suhteen merkit sijoitetaan malliin.



**Korkeusasema**-tehtävälle annetaan **Nimi** ja **Sijainti** sekä määritetään lähtötiedoksi ne pinnat, joihin merkit halutaan kohdistaan (esim. väylämallien yläpinnat ja nykyinen maanpinta).

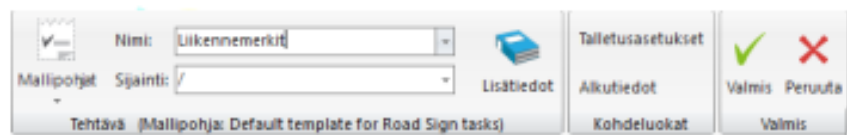


Viimeistelemään tehtävän luonti **Valmis** -painikkeella.

2. Luo Novapoint Basen puolella **Road Sign**-tehtävä **Mallinnus**-välilehdeltä.



Tehtävälle annetaan **Nimi** ja **Sijainti**. Tehtävä luodaan **Valmis** -painikkeella.

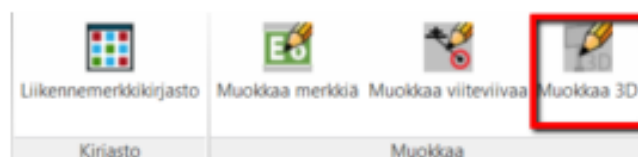


3. Siirry AutoCADin puolelle ja avaa liikennemerkkikirjasto.

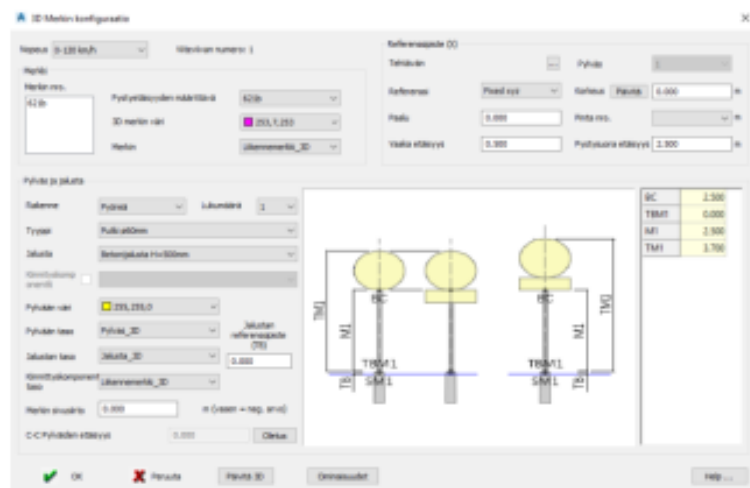
4. Valitse merkki ja sille jalusta. Sijoita nämä kuvassa oikeaan kohtaan.

5. Piirrä viiteviiva jalustan ja merkin välille.

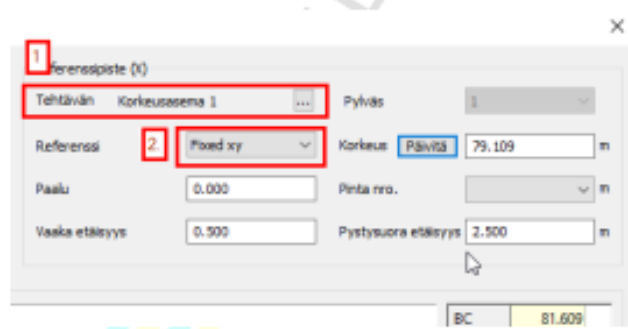
6. Valitse ribbonista **Muokkaa 3D** ja osoita viiteviivaa.



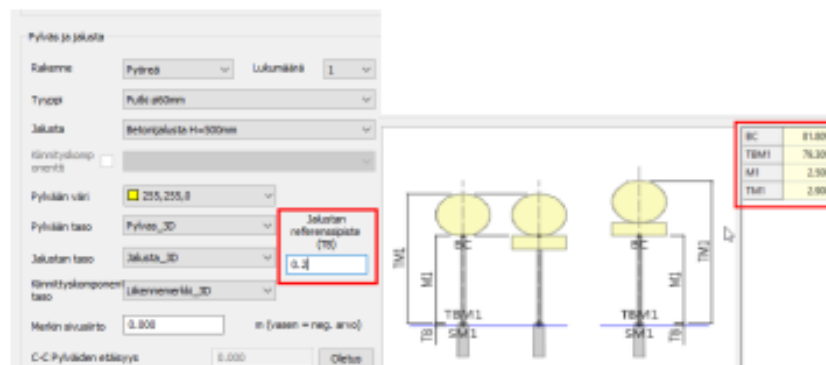
7. Määritetään 3D merkin konfiguraatioasetukset, mm. pylvään ja jalustan tyypit ja sijainnit sekä referenssipiste kartalla.



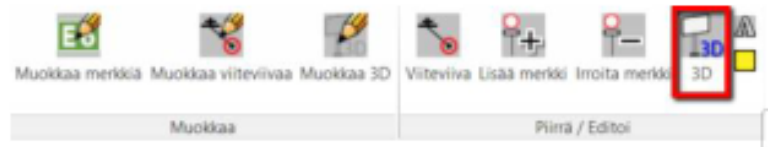
8. Referenssipisteen määrittämisessä valitse ensin **Tehtävän** (korkeusasematehtävä), sen jälkeen vaihda referenssiksi **Fixed xy**.



9. Määritä jalustan referenssipiste haluamaksesi (esim. nousee 0,2m pinnan läpuolelle). Sijainteja voi tarkastella esikatseluikkunan oikeasta ylläkulmasta.



10. Kun asetukset ovat kunnossa, paina **Päivitä 3D** ja kuittaa toiminto millä tahansa näppäimellä.
11. Lopuksi kun kaikki asetukset ovat kunnossa, poistu dialogista **OK**-painikkeella.
12. Seuraavaksi rakenna 3D merkki ja jalusta valitsemalla **3D**-painike ribbonista.



13. Osoita viiteviiva kuvasta ja kuittaa **Enterillä**.
14. Lopuksi merkit viedään Novapoint Basen puolelle **Tallenna Quadriin**-painikkeella.



15. Osoitetaan viiteviiva/t kuvasta ja valitaan mihin tehtävään merkki liitetään.

