

Infra-alan tuotetietomalliselvitys Yhteenvetoraportti

Juha Hyvärinen
Janne Porkka
Markku Pienimäki
Leena Korkiala-Tanttu
Tarja Mäkeläinen
Arto Kiviniemi

© VTT, Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus 2006

Alkusanat

Käsillä oleva raportti on yhteenveto infra-alan tuotetietomalliselvityksessä (InfraPDM) tehdystä työstä. Vuoden 2006 aikana toteutettu hanke kuuluu Infra 2010 kehitysohjelmaan (<http://www.infra2010.fi>). Tutkimus- ja kehitystyön tilaajana on ollut Rakennusteollisuus RT ry. Hankkeen johtoryhmään kuuluivat: Paavo Syrjö SML, Heikki Jämsä RT, Jussi Kauppi KUNTALIITTO, Timo Kohtamäki LEMCON OY, Heikki Koivisto TIELIIKELAITOS, Juhani Kuusisto YIT RAKENNUS OY, Martti Kärkkäinen LOHJA RUDUS OY, Jukka Pekkanen RT, Pauli Pernaa SKANSKA TEKRA OY, Kari Ruohonen RHK, Markus Rönty ESPOON KAUPUNKI, Markku Teppo TIEHALLINTO, Pekka Vaara RAKLI, Tapani Karonen SML, Jaakko Heikkilä RAMBOLL, Mikko Ojajärvi LVM, Matti-Pekka Rasilainen HELSINGIN KAUPUNKI ja Osmo Rasimus TEKES.

Hankkeen toteutuksesta on vastannut VTT (Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus), jossa työtä on tehty kahdessa tutkimustiimissä: i) Rakentamisen tiedonhallinta (tutkimusprofessori Arto Kiviniemi, erikoistutkija Juha Hyvärinen sekä tutkijat Janne Porkka ja Tarja Mäkeläinen) ja ii) Väylärakenteet (erikoistutkijat Leena Korkiala-Tanttu ja Markku Pienimäki).

Hankkeen toteutukseen osallistui suuri joukko kotimaisen infra-alan keskeisiä vaikuttajia (Tiehallinto, Ratahallintokeskus, Jaakko Pöyry Infra, Vianova Systems Finland, Tekla Oyj, Sito Oy, ja Bentley Systems Finland Oy); Norjassa kehitetyn tuotemallikonseptin (Quadri) kehittäjät ja hyödyntäjät: Norjan tiehallinto (Statens Vegvesen), Norjan ratahallinto (Jernbaneverket) ja Vianova Systems AS.

Hankkeen toteutus ja tulokset kuvataan kolmessa englanninkielisessä raportissa, joihin tämä yhteenveto perustuu:

1. Yleinen arviointi ja kokonaistavoitteiden asettaminen

Raportti käsittelee sekä tuotemallintamiseen liittyviä yleisiä periaatteita että saatuja kokemuksia muilta aloilta, ja esittelee infra-alalle kehiteltävässä ratkaisussa huomioitavia teknisiä ja tietosisällöllisiä tavoitteita ja rajoitteita; se myös selvittää tuotetietomallin kehittämiseen ja sen käyttöönottoon tarvittavia aika- ja kustannuspuitteita. Johtopäätöksenä esitetään kotimaisen tuotetietomallin etenemisehdotus.

2. Quadri järjestelmän tekninen dokumentaatio (Vianova Systems Finland)

Kaksiosaisessa teknisessä raportissa käsitellään: i) Quadri-konseptin sisältö ja tekninen toteutus Norjassa sekä järjestelmän käyttöönoton laajuus, ii) Quadri-tuotetietomallin ja sen teknologiakomponenttien dokumentointi.

3. Norjalaisen järjestelmän tekninen selvitys

Teknisessä selvityksessä tarkastellaan Quadri-konseptia sen avoimuuden, rakenteen ja sisällön kannalta sekä peilataan Norjasta saatuja kokemuksia kotimaisiin, raportissa 1 asetettuihin, tuotetietomallin kehityksen reunaehtoihin.

Tekijät haluavat esittää lämpimät kiitokset ohjausryhmän, johtoryhmän ja teknisen työryhmän jäsenille, hankkeen osapuolille sekä sidosryhmiin ja kommentointiryhmiin kuuluneille arvokkaista mielipiteistä hankkeen kuluessa. Erityisen kiitollisia olemme Norjan tiehallinnolle (Statens Vegvesen) ja Ratahallinnolle (Jernbaneverket) mahdollisuudesta tutustua heidän ylläpitämiinsä järjestelmiin ja niiden dokumentaatioon. Toivomme että tuotetut raportit antavat tukea suomen infra-alan päätöksenteolle tietoteknisten järjestelmien kehitystyön linjauksista.

Espoossa syyskuussa 2006,

VTT tutkimustiimi

Sisältö

Alkusanat	2
Lyhenteet	5
1. Tausta ja tavoitteet	6
2. Tuotemalli	7
3. Quadri-konsepti	10
4. Tuotemallin hyödyt ja riskit.....	13
4.1 Kokemuksia muilta aloilla.....	13
4.2 Tuotemallin hyödyt	13
4.3 Tuotemallin potentiaalisia riskejä.....	15
5. Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet.....	19
5.1 Tuotemalliin siirtymisen edellytykset Suomessa.....	19
5.2 Karkea arvio kokonaiskustannuksista	21
5.3 Arvioitu aikataulu	21
5.4 Ehdotus jatkotoimenpiteiksi	21

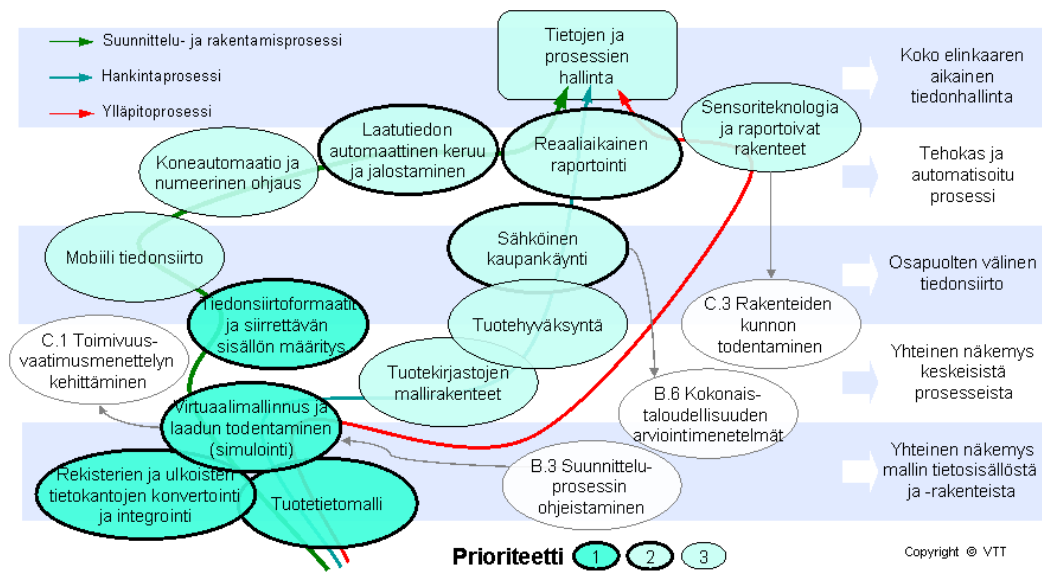
Lyhenteet

Lyhenne	Määritelmä	Lähde
BaneData	Railway data management system, managed by NNRA – Norjan ratahallinnon tietojärjestelmä	
FINNRA	Finnish Public Roads Administration (Tiehallinto)	
NMA	Norwegian Mapping Authority (Statens Kartverk) – Norjan maanmittauslaitos	
NPRA	Norwegian National Public Road Administration (Statens Vegvesen) – Norjan tiehallinto	
NRA	Norwegian Rail Administration (Jernbaneverket) – Norjan ratahallinto	
NRDB	National Road Database, managed by NPRA – Norjan tiehallinnon tietojärjestelmä	
NVDB	katso NRDB	
RHK	Finnish Rail Administration (Ratahallintokeskus)	
SOSI	Samordnet Opplegg for Stedfestet Informasjon (Systematic Organisation of Spatial Information) – NMA:n ylläpitämä kooditusjärjestelmä	
TEKES	Finnish Funding Agency for Technology and Innovation	

1. Tausta ja tavoitteet

Tiedonsiirron ja -hallinnan menetelmien merkitys infra-alan prosessien ja tuottavuuden parantamiseksi on tiedostettu laajasti, mm. jo Tekesin Infra-teknologiaohjelmassa tehdyssä esiselvityksessä tiedonsiirtomenetelmien kehitystarpeista ja mahdollisuuksista infrahankkeissa (Liukas, J (2001): Infra-tietojärjestelmät – Esiselvitys, SKOL ry & Sito Oy), sekä viimeksi Infra2010 ohjelmassa (tiekartta 2006, Kuva 1).

A - Tuotemalli ja tiedonsiirto: Keinot tavoitteiden saavuttamiseksi



Kuva 1: Infra2010 roadmap (2006).

Merkittävä painopistealue prosessien hallinnassa on informaatioteknologian hyödyntäminen ja siinä yhtenä pääteemana yhtenäinen tuotetietomalli ja siihen perustuvat tiedonsiirtomenetelmät. Suomalaisen infra-alan yhteisen, avoimen tuotetietomallin mahdollista kehitys- ja käyttöönotto työtä silmällä pitäen tässä hankkeessa selvitetään tuotemallitekniikan tarjoamia mahdollisuuksia ja arvioidaan siihen siirtymiseen tarvittavia panostuksia.

Koska tiedossa on ollut Norjassa tehty vastaava työ (Norjassa infra-alalle kehitetystä tuotetietomallista ja sen teknologiakomponenteista käytetään nimitystä Quadri-konsepti), lähtökohtana on ollut tarkastella siellä saatuja kokemuksia ja käyttää niitä pohjana tälle selvitykselle. Infra-tuotetietomalliselvityksen tavoitteena on ollut arvioida norjalaisen konseptin soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin (konseptin tai sen osien mahdollista lokalisointia osana Suomalaisen tuotetietomallin kehitystyötä ja käyttöönottoa).

2. Tuotemalli

Tässä luvussa kuvataan lyhyesti tuotemallintamisen keskeiset käsitteet ja periaatteet.

Tuotemalli on reaali maailman käsitteiden kuvaus tietokoneohjelmistoille ja tiedon tallentamiseen soveltuvassa muodossa:

- **Tuotetietomalli** on rakenteen määrittely, spesifikaatio, jonka pohjalta voidaan toteuttaa tuotemallia käsitteleviä ohjelmistoja ja niiden välisiä rajapintoja (säännöstö, kuten puhutun kielen kielioppi ja sanasto = syntax & semantics).
- **Tuotemalli** on em. määrittelyn mukainen, jonkun tietyn kohteen kuvaus (sisältö, kuten vaikkapa puhutun kielen kirja).
- **Tuotemallipohjainen järjestelmä** edellyttää toimiakseen määrittelyjen mukaisten ohjelmistojen ja rajapintojen toteuttamista (implementation); saman tuotetietomallin mukaista tuotemallia voidaan haluttaessa siirtää (tiedostoissa) tai jakaa (mallipalvelimilla) eri toteutustavoilla. Infra-alalle keskeinen elementti on myös rekisteritietojen kääntäminen tuotemallimäärittelyjen mukaiseksi.

Tuotetietomallin käsitteet voivat kuvata joko fyysisiä esineitä tai tuotteita, mittoja, alueita, päivämääriä jne. (silta, liikennemerkki, vapaa korkeus, vaikutusalue, aikataulu) tai abstrakteja käsitteitä kuten prosessi, ympäristövaikutukset, laatu, jne.

Oliopohjaisessa mallintamistavassa käsitteet kuvataan tuotetietomallissa olioluokkina (class, entity), jotka määrittelevät tuotemallin olioiden (object) merkityksen (semantics) sekä niiden:

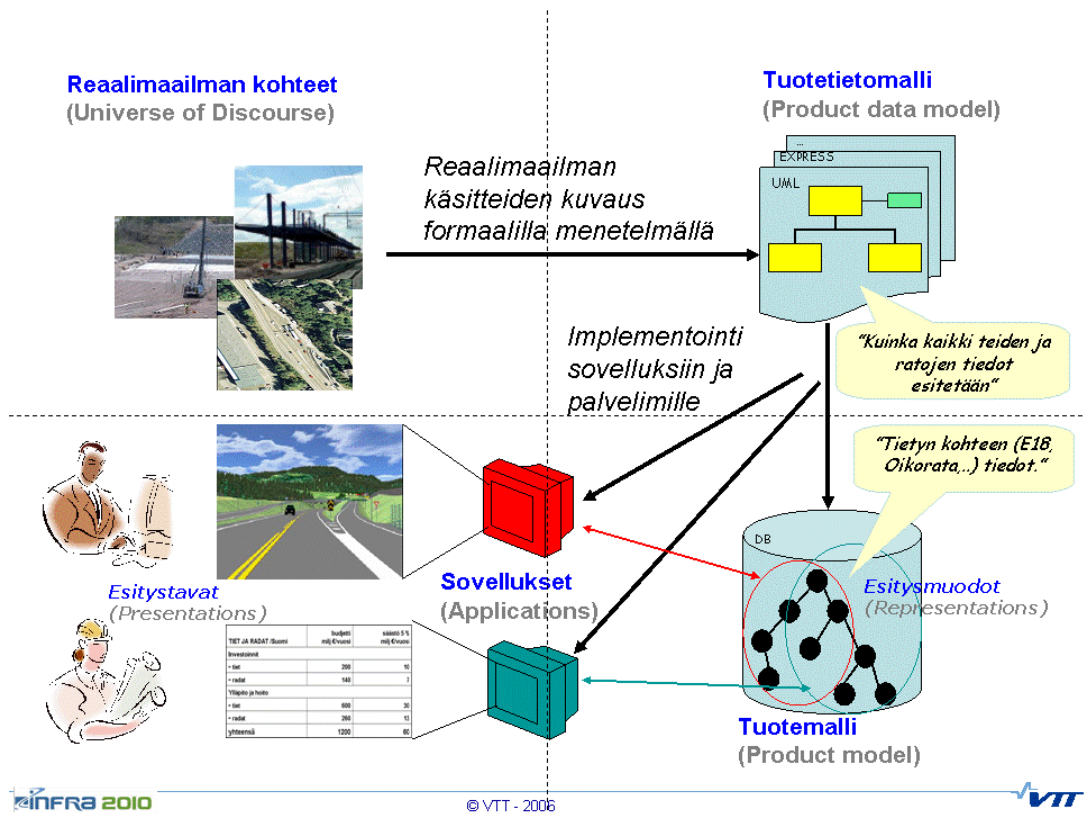
- ominaisuudet (attributes),
- suhteet toisiin objekteihin (relationships),
- käyttäytymisen (behaviour).

Tuotemallissa sama konsepti voidaan esittää useassa eri muodossa (representations):

- geometria (2D, 3D), topologia, materiaalit, erilaiset tarkkuustasot jne.
- kaikki 3D-mallit eivät ole tuotemalleja, eikä 3D-geometria ole tuotemallin ehdoton edellytys - joskin yleensä 3D-geometria on oleellinen osa mallia.

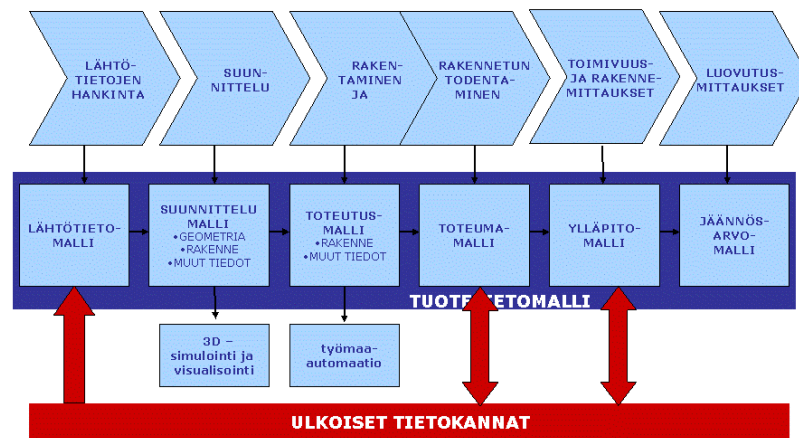
Fyysisesti tuotemalli voi olla talletettuna esim. yhdessä tiedostossa tai tietokannassa tai hajautettuna useassa tietokannassa kuitenkin loogisesti yhtenä kokonaisuutena; toisaalta eri tuotemallien välillä voi olla viittaussuhteita tai viittauksia muihin tietovarastoihin, kuten erilaisiin dokumentteihin (nk. hybridimalli).

Kuva 2 esittää tuotemallintamiseen liittyvät yleiset käsitteet eri työvaiheissa: mallinnettavan kohteen rajaaminen – tuotetietomallin määrittely – tuotemallipalvelimen ja ohjelmistojen toteutus – tuotemallin käyttö sovelluksissa eri toimijoiden tarpeisiin soveltuvalla tavalla.



Kuva 2: Tuotemallinnuskäsitteet. , © VTT/InfraPDM projekti.

Mallinnettavan kohteen valinnalla ja rajauksella (Universe of Discourse - UoD) on suuri merkitys määriteltävän tuotetietomallin kokoon ja kompleksisuuteen, toisaalta myös sitä hyödyntävien ohjelmistojen määrään ja variaatioon. Esim. infrasektorin (tie, rata, ym.) koko elinkaaren aikaisten tietojen hallintaan tarkoitettuna tuotetietomallin (Kuva 3) tulisi kattaa erityyppiset tietovarastot ja lukuisa määrä erilaisia ja erityyppisiä ohjelmistoja (Kuva 4).



Lähde: Infra2010 ja Apilo / Ramboll

Kuva 3: Tuotetietomalli ja elinkaari.

Interaktiivinen ICT

- tiedonhallinnan vaiheita
 - esimerkkejä työkaluista ja soveluksista
- Lähde: Infra2010 - muokkaus: InfraPDM-projekti

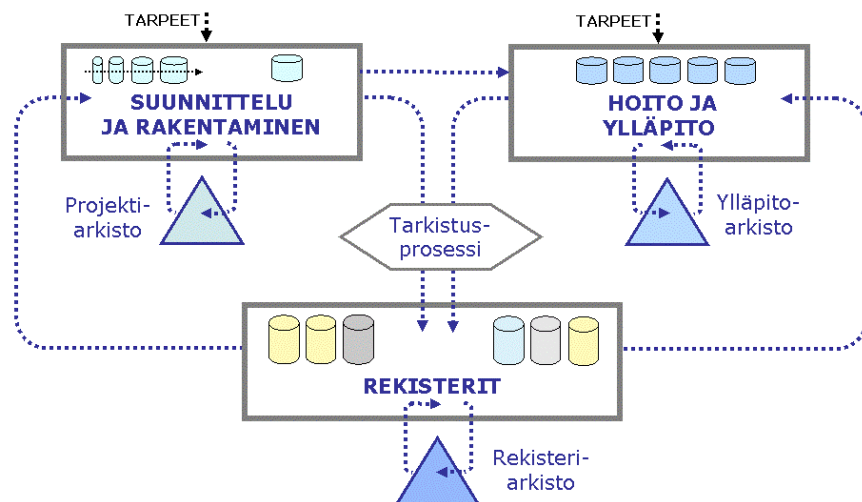


INFRA 2010

VTT

Kuva 4: Tietovarastot ja ohjelmistot elinkaaren hallintaan.

Tuotemallipohjainen elinkaaritietojen hallinta mahdollistaisi paitsi nykyisten rekisterien tehokkaamman ylläpidon ja hyödyntämisen, myös niiden rinnalla sekä hankkeissa (suunnittelu ja rakentaminen) että käytön ja ylläpidon aikana tarvittavien tietovarastojen (eri elinkaaren vaiheiden tuotemallien) integroitumisen (Kuva 5).



INFRA 2010

© VTT - 2006

VTT

Kuva 5: Elinkaaren aikaiset yhteiskäyttöiset tietovarastot, © VTT/ InfraPDM projekti.

3. Quadri-konsepti

Norjassa 1980-luvulla alkanut yhteistyö maanmittaus-, tie- ja ratahallintojen välillä (Norwegian Public Roads Administration - NPRA, Norwegian State Railway Administration - NSRA and Norwegian Mapping Authority - NMA) on tuottanut aluksi yhteisen koodijärjestelmän (Samordnet Opplegg for Stedfestet Informasjon / Systematic Organisation of Spatial Information – SOSI) sekä sittemmin konseptin rekisteritietojen hallinnoimiseksi ja jakelemiseksi (Quadri). Eri kehityshankkeissa ovat omat Quadri-palvelimensa ottaneet käyttöön NMA (NGIS-Quadri), NSRA (BaneData, NGIS-Quadria käyttäen) ja NPRA (NVDB-Quadri).

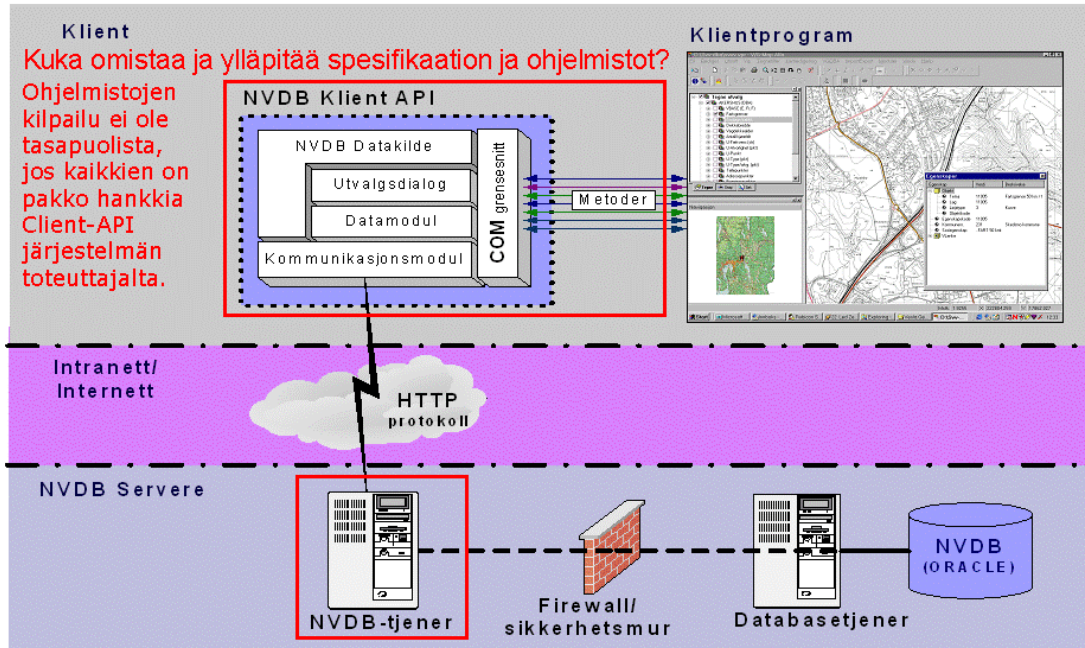
1990-luvun alkupuolelta lähtien NMA on osallistunut voimakkaasti ISO TC211 toimikunnan standardointityöhön ja myös Quadri-spesifikaatiot (tuotetietomalli ja rajapintamäärittelyt) ovat yhtenäistyneet ISO 19100-sarjan kanssa. Tämä on kansainvälinen, avoin standardi paikkatiedoille (GIS), johon yhä useammat paikkatietoihin tukeutuvat standardointi- ja kehityshankkeet nykyisin nojautuvat. Se ei kata väyliin liittyviä detaljitason tietoja, joten siihen tarvitaan erilliset ominaisuusmäärittelyt (Feature Catalogues) ja implementointi edellyttää tarkempia soveltamismalleja (Application Schemas).

Vaikka Quadri-konsepti perustuu kansainväliseen, avoimeen standardiin (ISO 19100-sarjaan), ovat toteutusta varten määritellyt oliokirjastot (Feature Catalogues) ja sovellusmallit (Application Schema) kansallisia tai jopa virastokohtaisia eivätkä vastaa yleistä määrittelyä avoimesta standardista:

Avoin standardi, EU eGovernment määrittely:

- *Soveltamisesta ja ylläpidosta vastuussa voittoa tavoittelematon taho, päätöksentekoprosessiin mahdollista osallistua.*
- *Standardi on julkaistu ja sen määrittelyn (specification) kopiointi, levittäminen sekä käyttö ovat tarjolla ilmaiseksi tai kulukorvausta vastaan.*
- *Standardiin perustuvan aineettoman omaisuuden (IPR) hyödyntäminen on sallittua ilman tekijänoikeuspalkkioita.*
- *Standardin uudelleenkäyttöä ei ole rajoitettu.*

Konseptin tekniset toteutukset eri virastoille (Quadri Server, Client API) ovat kaupallisia tuotteita, eivät siis avoimia, ja niiden käyttöehtoja määrittelevät nykyisten omistajien välillä keskinäiset sopimukset, esim. tiehallinnon NRDB-palvelimen sekä palvelin- ja sovellusrajapintojen toteutuksessa käytettävät komponentit (Kuva 6).



Kuva 6: NRDB-järjestelmän komponentit, järjestelmäkuvan lähde ViaNova AS, 2006

Seuraavassa taulukossa vertaillaan Norjalaisen Quadri-konseptin ja talonrakennusalan kansainvälisen IFC-standardin lähtökohtia ja periaatteita.

Quadri-konsepti sisältää sekä tietomalli- että toteutusmäärittelyn (rajapinnan), lisäksi myös määrittelyjen mukaiset toteutukset. Tarkemmin konseptia on selvitetty Vianova systems Finland Oy:n toimittamassa Raportissa 2 (Quadri-konseptin dokumentoinnissa), joka koostuu kahdesta osasta: Quadri general (Nätyнки 2006a) ja Quadri system (Nätyнки 2006b). IFC standardi puolestaan kattaa vain tuotetietomallispesifikaation; tarkemmin raportissa 3.

IFC	Quadri
Avoin tiedonsiirtostandardi talonrakennusosalalle	Tiedonsiirtostandardi ja tieto-järjestelmä Norjan infra-alalle
Lähtökohtana avoin, globaali standardi <ul style="list-style-type: none"> • 13 Chapteria, 20+ valtiota, 500+ yritystä • Osallistuminen kehittämiseen ja käyttö avoimna kaikille • Implementointi mahdollista kaikilla tasoilla 	Lähtökohtana järjestelmälle selkeä omistajuus <ul style="list-style-type: none"> • Norjan maanmittaus-, tie- ja ratahallinto sekä ohjelmistotalot • Käyttö ja edelleen kehittäminen edellyttää sopimusta omistajien kanssa • Palvelinjärjestelmän implementointi avoin kysymys
Kattaa vain spesifikaation, ei toteutusta <ul style="list-style-type: none"> • Ongelmana implementoinnin suppeus ja laatu • Ohjelmistovalmistajille kysyntä on kriittinen tekijä 	Järjestelmään kuuluu oleellisena osana myös implementointi <ul style="list-style-type: none"> • Ulkoinen implementointi ei ole järjestelmän käytölle elinehto, vaan sen laajennus
Pääasiallinen sovellusalue suunnittelu- ja rakentaminen	Pääasiallinen sovellusalue ylläpito <ul style="list-style-type: none"> • Suunnittelun linkki kehitteillä
Käyttöönotto projektikohtaista, ei edellytä laajan tietokannan luomista	Käyttöönotto on edellyttänyt laajan tietokannan luomista (olemassa olevien rekisterien konversio) <ul style="list-style-type: none"> • Merkittävä investointi ennen hyötyjä
Toimiala on fragmentoitunut <ul style="list-style-type: none"> • Käyttöönotto edellyttää jonkun siitä hyötyvän tahon aktiivisuutta ja riskinottoa • Suomessa vetureina rakennusyrietykset ja Senaatti, USA:ssa GSA, Norjassa ja Singaporessa julkishallinto 	Omistaminen on keskittynyttä <ul style="list-style-type: none"> • Päätös käyttöönnotosta voidaan tehdä keskitetysti
Spesifikaation luominen ja käyttöönotto on ollut merkittävästi ennakoitua hitaampaa <ul style="list-style-type: none"> • Kehitystyön rahoitus on ollut jatkuva ongelma 	Huolimatta selkeästä projektoinnista ja mittavasta rahoituksesta kehittäminen ja käyttöönotto on ollut merkittävästi suunniteltua hitaampaa
Toistaiseksi vain vähän käytännön kokemuksia <ul style="list-style-type: none"> • Todellisten hyötyjen mittaaminen vielä vaikeata, mutta kokemukset pääosin positiivisia niiltä osin kuin järjestelmää on käytetty 	Toistaiseksi vain vähän käytännön kokemuksia <ul style="list-style-type: none"> • Todellisten hyötyjen mittaaminen vielä vaikeata, mutta kokemukset pääosin positiivisia niiltä osin kuin järjestelmää on käytetty

4. Tuotemallin hyödyt ja riskit

4.1 Kokemuksia muilta aloilla

Raporttiin 1 liitetty selvitys (Pöyry) luettelee keskeisiä kokemuksia tuotemalleista metsä- ja talonrakennusteollisuudesta.

Metsäteollisuus:

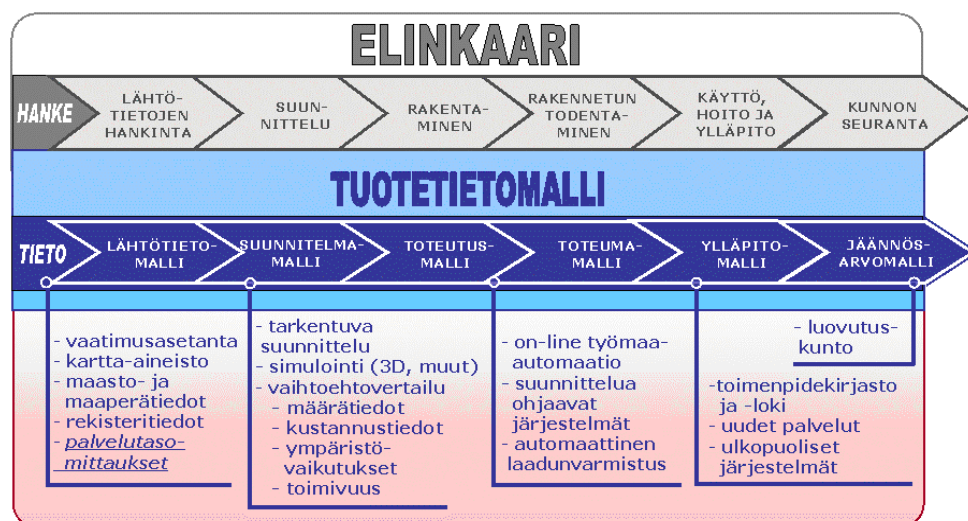
- Tuotetietomalli mahdollistaa ohjelmistoriippumattomuuden
- Samat tiedot käytettävissä kaikilla toimijoilla koko laitoksen elinkaaren ajan
- Tuotetietomalli mahdollistaa suunnittelun hajauttamisen
- Tuotemallinnus mahdollistaa automaattisen suunnittelun (rule-based design)

Talonrakennus:

- Laatu paranee: mallintaminen vähentää virheitä lopputuotteessa
- Loppukäyttäjälle tarjotaan jo alkuvaiheessa nähtäväksi todellisuutta vastaava suunnitelma
- Työmaalla vastaantulevat ongelmat saadaan minimoitua
- Mallin avulla pystytään sovittamaan yhteen suunnittelutoimistojen suunnitelmat ja minimoimaan rakentamisvaiheen ongelmat
- Tuotemallinnus mahdollistaa eri vaihtoehtojen vertaamisen visuaalisesti

4.2 Tuotemallin hyödyt

Yleisinä tuotemallien käytöstä saatavina hyötyinä voidaan mainita, että standardoitujen rajapintojen käyttö tukee tehokkaiden prosessien ja uusien palvelujen kehittämistä sekä mahdollistaa koko elinkaaren aikaisen tiedonhallinnan integroitumisen; näiden seurauksena on saavutettavissa kustannussäästöjä, tuottavuuden ja laadun paranemista ja kansainvälisen kilpailukyvyyn kasvua.



Kuva 7: Tuotetietomallin elinkaarenaikainen hyödyntäminen, © VTT/ InfraPDM projekti.

Osapuolikohtaisina potentiaalisina hyötyinä eri toimijoille puolestaan voidaan luetella seuraavia:

Omistajat/viranomaiset

- Toimintamallien selkeytyminen (rekisterit, tietopankit)
- Hallittu tiedonhallintaympäristö (yhteinen tuotetietomalli ja standardit rajapinnat)
- Kukin tieto tallennetaan ja sitä ylläpidetään yhdessä paikassa ja se on hyödynnettävissä eri järjestelmissä
- Mahdollista tukea ohjelmistoilla koko elinkaarta
- Ohjelmistot eivät vaikuta toteuttajien valintaan

Palvelujen loppukäyttäjät

- Tarjolla ajantasaiset infraverkoston tiedot
- Mahdollisuus rakentaa tarpeiden mukaisia ja laadultaan parempia tietopalveluita
- Infraverkoston käyttöturvallisuuden paraneminen (ajantasainen tieto ja ohjaus)

Urakoitsijat

- Suunnitelmätietojen laadun paraneminen; vähemmän virheitä, nopeampi ja tarkempi kustannusten arviointi ja hallinta
- Tehokkaampi aikataulujen ja logistiikan hallinta
- Kehittyvän koneautomaation tehokas hyödyntäminen

Konsultit

- Tiedonsiirto vaatii vähemmän manuaalista työtä ja pienentää virhemahdollisuuksia
- Mahdollisuus kehittää uusia palvelukonsepteja
- Sovellukset voivat hyödyntää yhteen paikkaan tallennettua tietoa
- Käytettävät ohjelmistot valittavassa vapaasti

Ohjelmistotoimittajat

- Vähemmän tuettavia tiedonsiirtotapoja
- Kansainvälisten markkinoiden avautuminen (kansainvälinen tietomalli, yhteiset standardit)

Kustannussäästöjen luotettava arvioiminen tai edes mittaaminen jälkikäteen on äärimmäisen vaikeaa. Tässä hankkeessa ei ole lähdetty mittaamaan tuotemallintamisen hyötyjä yleensä, vaan on pyritty selvittämään Norjassa saatuja kokemuksia Quadri konseptin hyödyistä; esim. Norjan ratahallinto ei arvioi vielä tässä vaiheessa saaneensa rahallisia säästöjä uudistetusta BaneDatasta, mutta informaation parantunut laatu sinänsä jo katsotaan riittäväksi hyödyksi; tiehallinnon NRDB järjestelmän kustannussäästöpotentiaaliksi ViaNova AS:n edustaja esitti tämän selvitysprojektin käynnistysvaiheessa jopa 155M€ vuodessa pohjautuen arvioituun 5 % säästöön kaikissa kustannuksissa. Selvitysprojektin loppuvaiheessa arvioita on muutettu huomattavasti realistisempaan suuntaan ja on päädytty n. 8M€ suuruusluokkaan. On kuitenkin huomattava, että järjestelmä on ollut käytössä vielä niin lyhyen aikaa, ettei tätäkään arvioita ole pystytty todentamaan.

On ehkä merkittävää myös huomata, että vaikka NRDB ja BaneData tukeutuvat Quadri palvelimen toteutuksessa saamaan peruskonseptiin, kustannussäästöt voisivat olla todennäköisesti suurempia väylävirastojen tiiviimmällä yhteistyöllä.

Potentiaaliset taloudelliset hyödyt vaihtelevat suuresti siitä, kuinka suuri prosentuaalinen säästö oletetaan saatavan; esim. Apilo / Infra2010 on verrannut Suomessa infra-alalla suunnittelussa 5 tai 10 % säästöllä saatava rahallista määrää ja päätynyt 9 tai 18 M€summaan / vuosi.

Huomattakoon, että suunnittelun osalta 5 tai 10 % säästö ei sinänsä tunnu täysin epärealistiselta, kun muistetaan, että varsin yleisesti puutteellisen tai virheellisen tiedonsiirron aiheuttamat turhat kustannukset suunnittelussa (niin infra- kuin myös talonrakennusalalla) on arvioitu jopa 30 prosentiksi (esim. ratasuunnittelun potentiaali Ruohosen (RHK) mukaan ja kokemusperäinen tieto IFC määrittelytyöstä).

4.3 Tuotemallin potentiaalisia riskejä

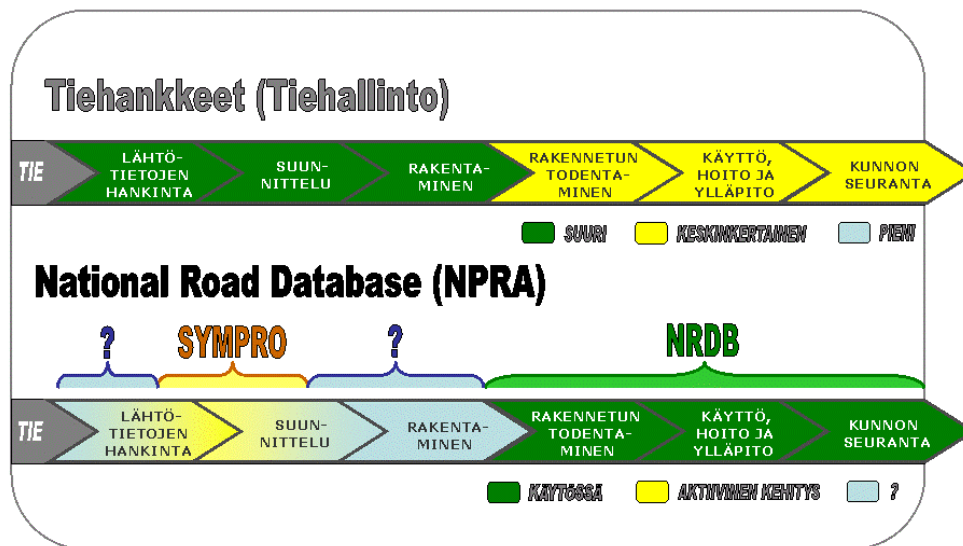
Tuotemallitekniikan kehittäminen ja soveltaminen pitää sisällään potentiaalisten hyötyjen, lisäksi myös monenlaisia mahdollisia ongelmia, jotka on työhön ryhdyttyessä syytä tunnistaa, jotta niiden välttämiseen voidaan varautua.

Tekniset riskit, jotka liittyvät tuotemalleihin yleisesti:

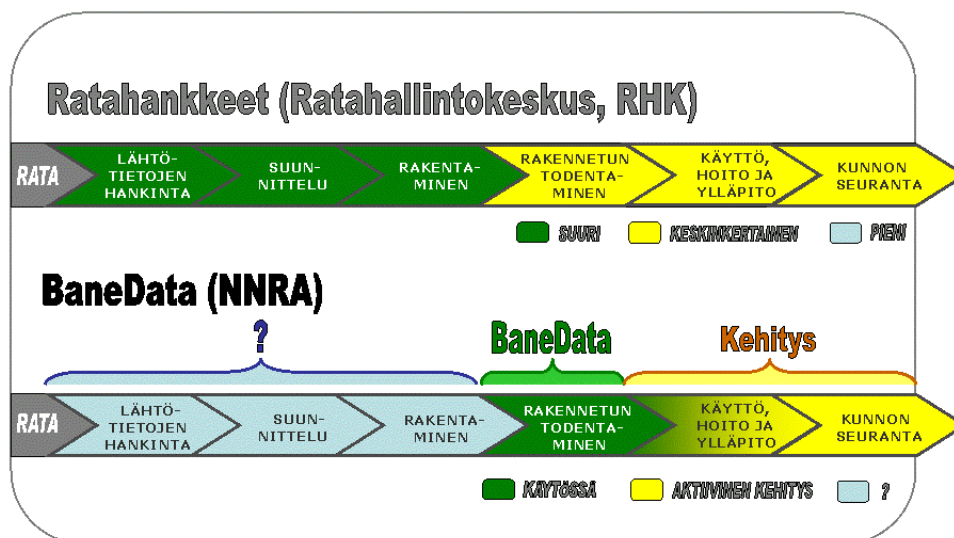
- Järjestelmä ei mahdollista tervettä kilpailua vaan suosii kohtuuttomasti jotakin tai joitakin toimijoita, jos:
 - Järjestelmä ei perustu avoimeen standardiin
 - Järjestelmän ydin on jonkun osapuolen hallinnassa
 - Rajapintamääritykset eivät ole julkisesti saatavissa tai täysin dokumentoituja; dokumentoimattomat toiminnallisuudet järjestelmän ytimessä antavat haltijalleen mahdollisuuksia tehdä sovelluksiin ominaisuuksia, joita muut eivät voi toteuttaa.
- Järjestelmä ei ole dynaamisesti päivitettävissä tai sen päivitysprosessissa on puutteita

Norjalaisen konseptin mahdollisen soveltamisen osalta voidaan lisäksi erityisesti mainita:

- ISO TC211 -standardit saattavat tarvita päivitystä tai rinnakkaisen standardin kehittämistä, kun elinkaaren kattavuutta laajennetaan (suunnittelutiedot)
- Järjestelmä ei täytä suomalaisia tarpeita
 - Norjalainen toteutus ja suomalaisen infrasektorin prioriteetit eivät kaikin osin kohtaa (Tie- ja ratahankkeet: prioriteetit Suomessa ja implementoinnin tilanne Norjassa - Kuva 8 ja Kuva 9).



Kuva 8: Suomen tiehallinnon priorisointi ja kehitystilanne Norjassa.



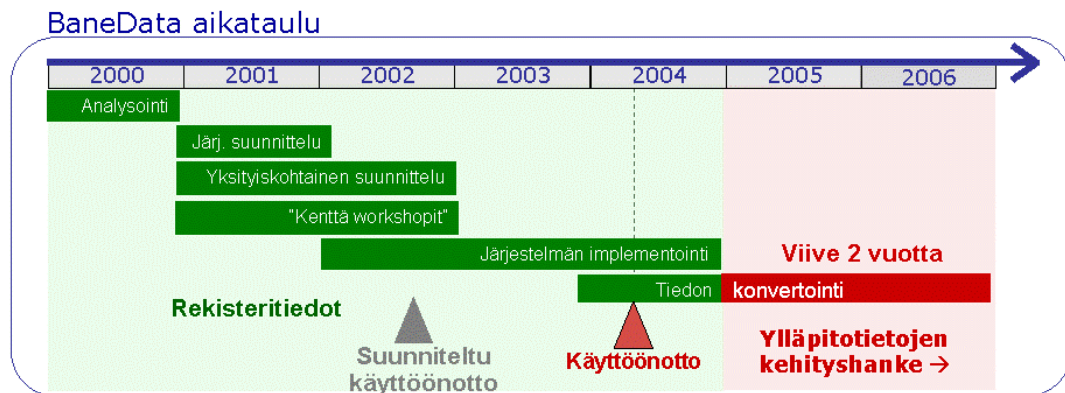
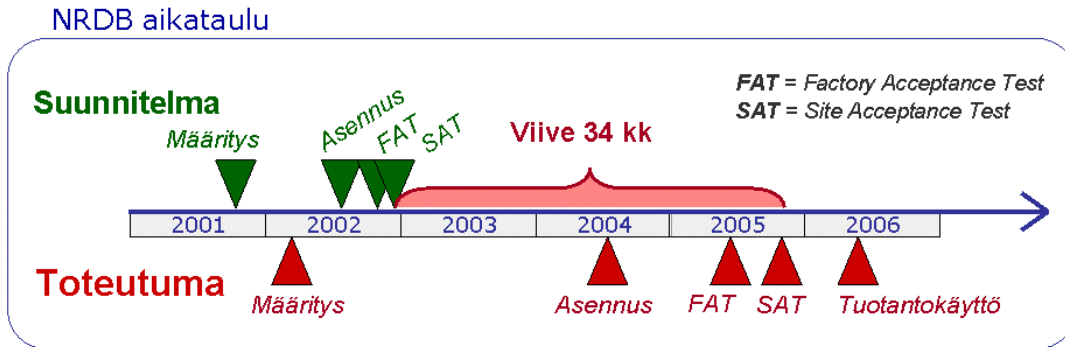
Kuva 9: Suomen ratahallinnon priorisointi ja kehitystilanne Norjassa.

Taloudellisia ja organisatorisia riskejä ovat:

- Järjestelmän toteutuksen aikataulu- ja kustannusarviot osoittautuvat usein liian optimistisiksi
 - Kehittäminen on lähes poikkeuksetta hitaampaa ja kalliimpaa kuin alussa odotetaan
 - Investoinnille ei saada kohtuullista katetta riittävän pian
- Järjestelmän tukipalvelujen saatavuus
 - Kustannukset, riittävät resurssit, laatu
- Puutteellinen yhteistyö kehittämisessä ja käyttöönotossa
 - Yhteensopivia ohjelmistoja ei synny tai infra-ala ei ota niitä käyttöön riittävän nopeassa tahdissa
- Puutteellinen koulutus
 - Käyttöönotto edellyttää osaavaa verkostoa. Koulutus ei ehkä pysty tuottamaan osaavia käyttäjiä riittävän nopeasti
- Puutteellinen tai väärän tyyppinen viestintä
 - Alan toimijat jarruttavat toimintatavan muutosta

Erityisen varovaisesti tulee suhtautua aikataulujen laadintaan. Kuten jo edellä todettua, lähes poikkeuksetta tämän tyyppisissä hankkeissa aliarvioidaan tarvittava kehitys- ja toteutusaika. Tätä seikkaa havainnollistavat esimerkiksi Norjassa sekä NRDB että BaneData -kehitystyössä suunnitellut ja toteutuneet aikataulut (Kuva 10):

- NRDB: tuotantotäyttöön lähes 3 vuotta myöhässä (18.4.2006 alkaen),
- BaneData: toteutumaviive n. 2 vuotta (konvertoinnin viive lisäksi noin 2 vuotta).



Kuva 10: Norjan tie- ja ratahallinnon suunnitellut ja toteutuneet kehitysaikataulut.

5. Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet

Tuotetietomalli on kotimaiselle infra-alalle suuri yhteinen panostus ja tulevaisuuden linjaus. Työtä on siis tarkasteltava realistisesti ja pitkäjänteisesti. Kokemukset Norjasta ja muilta teollisuuden aloilta ilmaisevat selkeästi että tavoitteisiin pääseminen edellyttää yhteistyötä niin kotimaan toimijoiden välillä – väylävirastojen ja muun julkishallinnon, palveluntarjoajien, ohjelmistotalojen ja muiden toimijoiden – kuin myös kansainvälisesti, erityisesti pohjoismaisella tasolla.

5.1 Tuotemalliin siirtymisen edellytykset Suomessa

Tuotemallikokemukset muilta aloilta osoittavat, että:

- Tuotetietomallin tulee perustua kansainväliseen, laajasti käytettyyn standardiin, jolloin varmistetaan, että sitä kehitetään ja tuetaan myös tulevaisuudessa.
- Tuotetietomalli-spesifikaation tulee olla avoin kaikille osapuolille, jotta malliin perustuvia tai sen päälle rakennettavia sovelluksia voidaan kehittää.
- Tuotemallin tulee mahdollistaa eritasoisen tiedon käsittely: esimerkiksi 3D-tuotemalliin tulee voida liittää (linkittää) olemassa olevia piirustuksia, valokuvia yms. (hybridimalli).
- Mallintamiseen siirtyminen ei tapahdu hetkessä: olemassa olevien tietojen siirto tuotetietomalliin kestää metsäteollisuudessa vuosia ja on talonrakennusteollisuudessaakin työlästä
- Vanhoja rakenteita ei yleisesti ottaen kannata lähteä erikseen mallintamaan, vaan niiden tiedot voidaan kerätä korjausten (korjaussuunnitelmat) yhteydessä; infra-alalla on merkittävästi konvertoitavia rekisterejä, mutta osa tiedoista voidaan tuoda uuteen järjestelmään tarpeen mukaan asteittain (ja osa voitaneen linkittää hybridimalliksi).
- Tuotetietomalliin siirtyminen nostaa aluksi kustannuksia (teknologia- ja ohjelmistoinvestoinnit, kouluttaminen, yms.), hyödyt tulevat pitkällä aikavälillä.
- Uusien toimintamallien sisäistämien ja käyttöönotto vie aikaa ja vaatii kouluttamista ja joskus myös asennemuutosta - ihmiset ovat monesti tuotemallin käyttöönottoa rajaava tekijä.
- Tilaajaosapuolen rooli tuotemallin käyttöönotossa on ratkaiseva: vaatimukset tuotemallin käytöstä, käytettävän standardin määrittäminen, jne.

Vaikka siis on ilmeistä, että tuotemalliteknoologiaan siirtyminen vaatii suurta ja pitkällistä panostusta, eikä tuo välittömästi suuria hyötyjä, se on selvitystyöryhmän mielestä joka tapauksessa suositeltava etenemistie pitkällä tähtäimellä saavutettavien etujen takia.

Infratiedon kattavaa (paikkatieto, suunnittelu, rakentaminen jne.) kansainvälistä standardia ei ole olemassa eikä tietävästi ainakaan lähiaikoina syntymässä; merkittävin perusstandardi on ISO 19100-sarja (ISO TC211 - geographic information/geomatics). Tämän standardin paikallinen soveltaminen on tarpeen, kuten esimerkiksi Norjassa ja Ruotsissa on jo tehty. On myös varsin todennäköistä että paikallisten tarpeiden huomioon ottaminen edellyttää joka tapauksessa omien määrittelyiden tekemistä, joten tarvitaan avoin suomalainen standardi, joka:

- Perustuu kansainvälisiin standardeihin (ISO 19100, ja muut mahdolliset relevantit) ja harmonisoituu mahdollisuuksien mukaan muiden kansallisten standardien kanssa (Norja, Ruotsi, jne.)
- Mahdollistaa kaikki tarvittavat sovellusalueet (tie, rata, ...) ja elinkaaren vaiheet sekä niiden välisen tiedonsiirron

Selvitetty norjalainen järjestelmä ei sellaisenaan sovellu Suomeen, mutta vaikuttaa yhdeltä lupaavalta mahdollisuudelta edellyttäen, että:

- Käytön ja ylläpidon ehdot neuvotellaan ja sovitaan ennen lopullista päätöstä
- Kaikki määritykset saadaan avoimesti käytettäväksi
- Määritysten kehittäminen ja ylläpito sekä järjestelmän ytimen hallinta erotetaan toisistaan
- Määritysten kehittämiseen voidaan muodostaa laaja konsortio, jota ohjaa puolueeton taho
- Myös järjestelmän ytimen, palvelimen, tekninen toteutus voidaan kilpailuttaa vapaasti

Infra-alan ohjelmistoyritysten terveen kilpailun turvaaminen edellyttää, että:

- Luodaan yhteinen toimintaympäristö, jossa kilpailu perustuu osaamiseen sekä palvelujen ja tuotteiden laatuun
- Tietosisällöt ovat siirrettävissä ohjelmistoista ja versioista toisiin
- Ohjelmistot, mukaan lukien järjestelmäpalvelimet, ovat kaupallisia, lisensoitavia tuotteita
- Tuotetietomallin määrittäminen ja kaikki rajapinnat, myös järjestelmäpalvelimien osalta, ovat avoimia ja niiden dokumentaatio on kaikkien vapaasti saatavissa

Mikäli norjalaisen järjestelmän avoimuudesta ja sen teknologiakomponenttien käyttöehdoista ei päästä sopimukseen, voidaan vaihtoehtoisesti (tai sen lisäksi) pyrkiä yhteistyöhön muiden vastaavien kansallisten hankkeiden kanssa, esim. voidaan tutkia ruotsalaista avointa ja virallista standardia, joka mahdollisesti soveltuisi suomalaisen spesifikaation pohjaksi - joskaan sen implementoinnista ei ole tietoa ja näin ollen sen teknistä kypsyyttä ei ole todennettu.

Toimintaympäristön muutokset edellyttävät joka tapauksessa järjestelmien kehittämistä. Mikäli päätöstä tuotemallipohjaiseen teknologiaan siirtymisestä lykätään, on vaarana, että pidetään yllä nykyistä hajanaista ohjelmisto- ja tietoympäristöä, jossa rajapintojen kehittäminen on hankalaa ja kallista; esim. kehittyvä koneautomaatio tuo uusia tarpeita tiedonsiirron rajapinnoille. Vanhan, fragmentoituneen tietoteknisen toimintaympäristön kehittäminen entiseen tapaan merkitsee lisäkustannuksia ja mahdollisuus toimintojen merkittävään tehostumiseen tai uusien palvelujen kehittämiseen on rajallinen.

Useat tämän selvitystyön osapuolet ehdottavat infra-alalle harkittavaksi laajan järjestelmäkehityksen sijasta pelkästään tiedonsiirron standardien kehittämistä sopivaan tiedonsiirtoformaattiin perustuen. Kaikkien osapuolten kirjalliset lausunnot ovat englanninkielisen raportin 3 (Report 3: Technical Evaluation of Quadri Concept for Finnish Conditions) liitteinä. Tältä pohjalta Suomessa InfraModel-hankkeissa aloitettua suunnittelujärjestelmien välisen tiedonsiirron kehittämistä olisi suositeltavaa jatkaa siten, että se tulee osaksi koko infratiedon elinkaaren hallintaa.

5.2 Karkea arvio kokonaiskustannuksista

Suomessa infra-alalle kehitettävän tuotetietomallin ja sen pohjalta toteutettavien järjestelmien vaatimien kustannusten suuruutta voidaan arvioida käyttäen vertailukohtana Norjan väylävirastojen tekemiä investointeja:

BaneData

▪ Rekisterien toteutettu osuus	5 M€
▪ <u>Laajentaminen ylläpitoon (käynnissä)</u>	<u>15 M€</u>
▪ Yhteensä	20 M€

Vuosittainen ylläpito nykyisin 0.1 M€, ei sisällä muutoksia eikä päivityksiä

NRDB

▪ Nyt toteutettu osuus	15 M€
▪ Osa konversiokustannuksista puuttuu	10 M€?
▪ <u>Laajentaminen suunnitteluun (käynnissä)</u>	<u>25 M€?</u>
▪ Yhteensä	50 M€

Väylävirastot yhteensä vähintään

70 M€

Yllämainittujen kustannustietojen pohjalta voidaan karkeasti arvioida Suomessa aiheutuviksi kustannuksiksi:

Tie- ja ratarekisterit

▪ Määrittelysten kehittäminen ja soveltaminen sekä palvelinjärjestelmän hankinta	15 M€±5
▪ <u>Tie ja ratarekisterien konvertointi</u>	<u>30 M€ ±10</u>
▪ Yhteensä	45 M€±15

5.3 Arvioitu aikataulu

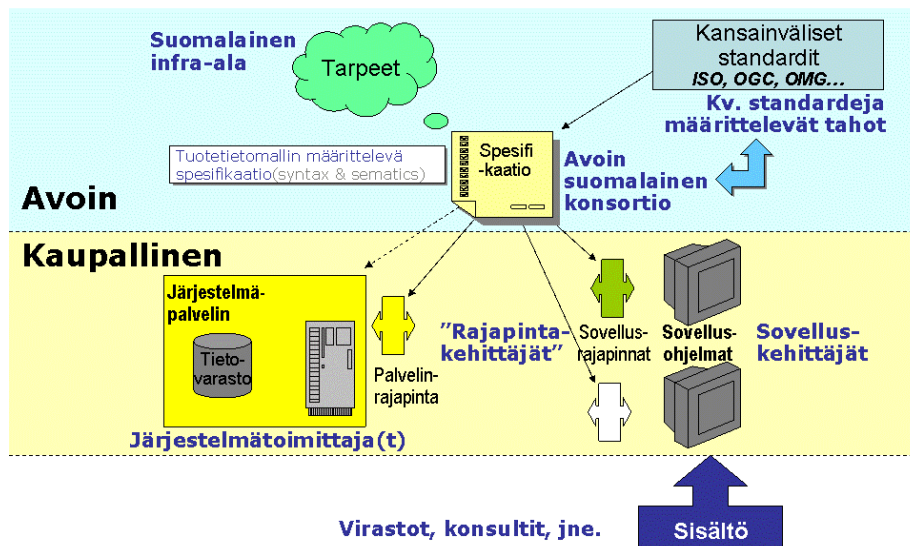
Aikatauluarvio nojaa jälleen Norjasta saatuihin tietoihin, sekä tuotemallien kehittämistä ja implementoinnista talonrakennusteollisuudessa:

▪ Etenemistavasta päättäminen	6-12 kk
▪ Määrittelysten kehittäminen ja soveltaminen sekä palvelinjärjestelmän hankinta	18-30 kk
▪ <u>Tie ja ratarekisterien konvertointi & testaus</u>	<u>12-18 kk</u>
▪ Yhteensä	3-5 vuotta

5.4 Ehdotus jatkotoimenpiteiksi

Ensimmäiseksi tulee tehdä periaatepäätös tuotemallitekniikan hyödyntämistä ja siitä, halutaanko järjestelmien perustuvan avoimiin standardeihin. Tässä tarkoituksessa tulee määritellä, minkä osien halutaan olevan avoimia ja mitkä voivat olla kaupallisia tuotteita. Tämän selvityksen tekijöiden

näkemyks suosittelavasta jaosta on esitetty alla (Kuva 11). Kaikkien spesifikaatioiden, joihin järjestelmien ja sovellusten väliset rajapinnat perustuvat, tulee olla avoimia ja perustua kansainvälisiin avoimiin standardeihin. Itse järjestelmät, kuten myös sovellukset, ovat tyypillisesti kaupallisia tuotteita, samoin kuin rajapintojen toteutuksessa käytettävät ohjelmistokomponentit (kirjastot). Järjestelmissä ylläpidettävät tiedot voivat olla julkisia tai yksityisiä, ilmaisia tai kaupallisia riippuen tietojen omistajan tahdosta.

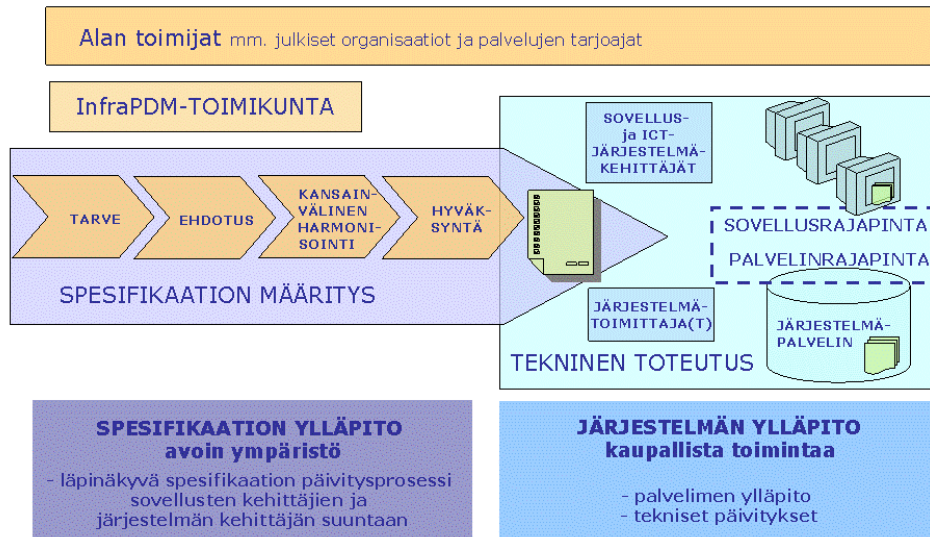


Kuva 11: Tuotemallipohjaisen toimintaympäristön avointen ja kaupallisten osien mahdollinen jako. © VTT/ InfraPDM projekti.

Mikäli päädytään ehdotettuun jakoon avointen spesifikaatioiden ja kaupallisten toteutusten suhteen, tulee spesifikaatioiden kehitys ja ylläpito järjestää niin, että avoimuuden kriteerit täyttyvät. Kuva 12 havainnollistaa mahdollisen tavan tämän organisointiin.

Yhteiseen, avoimeen tuotetietomalliin pohjautuvien järjestelmien kehityksen ja käyttöönoton onnistumisen edellytys on infra-alan laaja osallistuminen määrittämisprosessiin:

- Kaikki julkiset infra-alan toimijat
 - Tiehallinto
 - Ratahallintokeskus
 - Maanmittauslaitos
 - Merkittävien kuntien edustajat
 - Muut merkittävät tahot (esim. merenkululaitos)
- Kaikkien merkittävien ohjelmistotoimittajien edustajat
- Urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden edustajia
- Infra-alan palvelutoimittajien edustajia



Kuva 12: Avoimen spesifikaation ylläpidon järjestäminen ja suhde kaupallisiin tuotteisiin, © VTT/InfraPDM projekti.

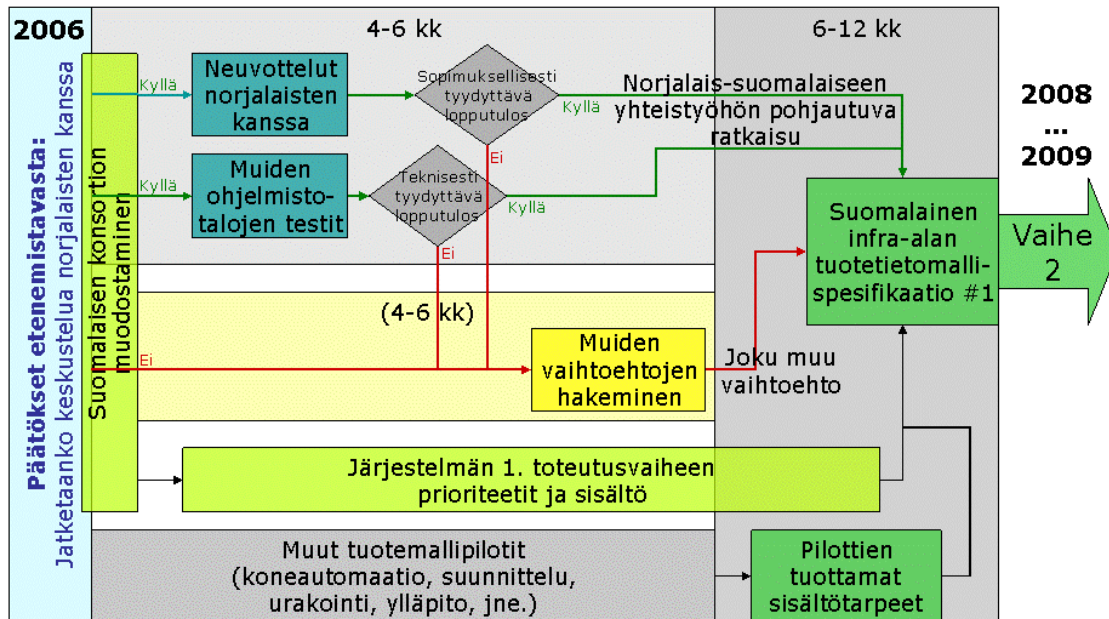
Lisäksi on tarpeen, että kaikki alan keskeiset toimijat sitoutuvat tuotemallien käyttöön:

- Tuotemallien käyttöä vaaditaan osana projekteja
- Kaikkien kehitysprojektien on liityttävä järjestelmään

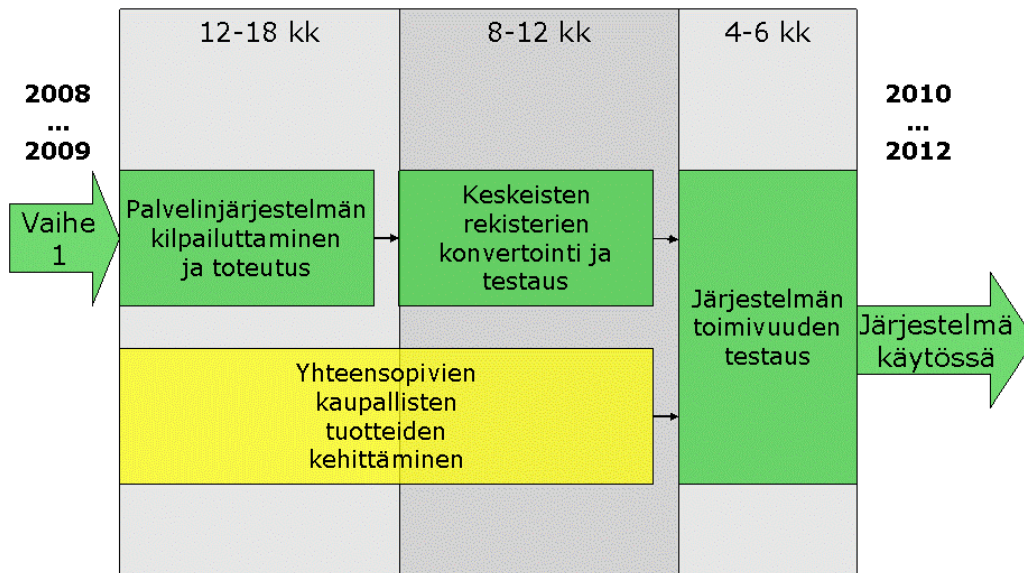
Näistä lähtökohdista, ja olettaen, että alalla tehdään myönteinen periaatepäätös tuotemallitekniikan laajasta hyödyntämisestä, työryhmä on esittänyt toimeksiannon mukaisesti kehittämisen pääkohdista koostuvan etenemisehdotuksen. Sen aikajänteen on kuvattu tehollisina minimityöaikoina. Mahdollinen päätöksenteon viivästyminen tai kokonaisuuden ohjelmoinnin muut ongelmat siirtävät luonnollisesti järjestelmän valmistumista ja käyttöönottoa.

Ensimmäisessä vaiheessa (Kuva 13) muodostetaan julkista ja avointa spesifikaatiota määrittävä suomalainen konsortio, joka luo pohjan laajamittaiselle tuotetietomalliin pohjautuvalle järjestelmälle. Kehitystyön yhteydessä hyödynnetään norjalaisen kehitystyön tuloksia, mikäli norjalaisten spesifikaatioiden soveltamishdoista päästään sopimusteknisesti tyydyttävään lopputulokseen ja muiden ohjelmistotalojen testeissä käytetty teknologia todetaan kehityskelpoiseksi. Alkuvaiheen rinnalla määritetään järjestelmän kotimaisia prioriteetteja ja tarkempaa sisältöä. Mikäli norjalaisen järjestelmän avoimuudesta ja sen teknologiakomponenttien käyttöehdoista ei päästä sopimukseen, voidaan vaihtoehtoisesti pyrkiä yhteistyöhön muiden vastaavien kansallisten tai kansainvälisten hankkeiden kanssa. Tämä laajempi yhteistyö on luonnollisesti mahdollista myös, jos yhteistyöhön norjalaisten kanssa päädytään. Myös infra-alalla käynnissä olevat kehitys- ja pilottiprojektien tärkeys on tiedostettava spesifikaation sisältöä kehittävänä voimana. Pilottiprojekteja on suositeltavaa kehittää rinnakkaisiksi, työtä tukeviksi kokonaisuuksiksi ja niiden dokumentoinnissa on huomioitava niiden käyttö spesifikaation kehittämisessä.

Etenemisehdotuksen toinen vaihe (Kuva 14) kuvaa toimintakehyksen kaupalliselle toiminnalle. Avointa, julkista spesifikaatiota hyödynnetään päivitettävien rekisterien palvelinjärjestelmien kilpailutuksessa. Samanaikaisesti yritykset voivat kehittää kaupallisia, mallin kanssa yhteensopivia palveluita ja ohjelmistotuotteita. Nykyisten julkisten rekisterien laajuuden ja kompleksisuuden vuoksi konvertointityö on merkittävä panostus ja järjestelmän toimivuuden testaamiselle on myös varattava riittävästi aikaa.

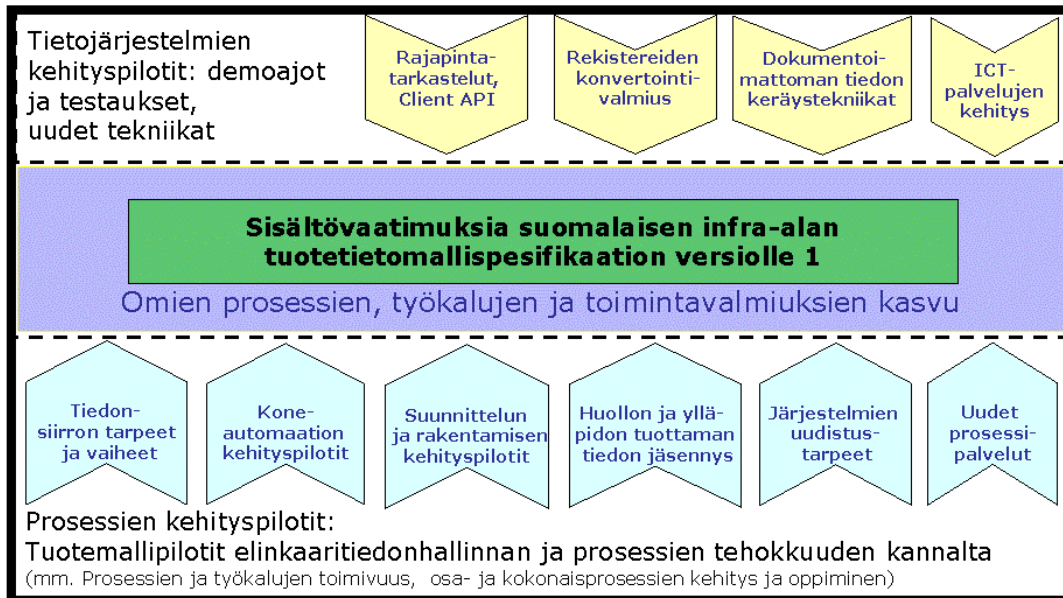


Kuva 13: Ehdotettu etenemistapa, vaihe 1, © VTT/InfraPDM projekti.



Kuva 14: Ehdotettu etenemistapa, vaihe 2, © VTT/ InfraPDM projekti.

Etenemisehdotus selventää myös rinnakkaisten kehitys- ja pilotointiprojektien tärkeyttä ja liittymistä tuotetietomallin ytimeen - spesifikaation määrittämiseen. Kuva 13 esittelee ehdotetun etenemistavan ensimmäisen vaiheen, jossa tuotemallikehityksen rinnalla kulkevat muut pilotit, joiden avulla saadaan merkittävää lisätietoa sisältövaatimuksista infra-alan tuotemallispesifikaatiolle. Tarkemmin mahdollisia tietojärjestelmien ja prosessien kehityspiloteja havainnollistaa Kuva 15 .



Kuva 15: Rinnakkaisten kehitysprojektien ja spesifikaation määrittämisen vuorovaikutus. © VTT/InfraPDM projekti.

Useiden tuotetietomallihankkeen osapuolien mielestä edellä esitetty tuotemallintamisen edellyttää monimutkaista ja laajamittaista mallikehitystä, jonka vaikutukset näkyvät myös nykyisten prosessien kehittämisenä. Investoinnin suuruuden takia useat tämän selvitystyön osapuolet ehdottavat infra-alalle harkittavaksi laajan järjestelmäkehityksen sijasta pelkästään tiedonsiirron standardien kehittämistä sopivaan tiedonsiirtoformaattiin perustuen. VTT:n työryhmä haluaa kuitenkin korostaa sitä, että talonrakennuksen IFC-kehitystyön yhteydessä on todettu ohjelmistojen keskenään erilaisten sisäisten tietomallien rajoittavan merkittävästi tiedostopohjaisen tiedonsiirron potentiaalia. Ainakin tällä hetkellä ratkaisuksi tiedostopohjaisen tiedonsiirron ongelmiin on talonrakennussektorilla nähty tuotemallipalvelinten kehittäminen ja käyttöönotto.

Aiheeseen liittyvät osapuolien englanninkieliset kirjalliset lausunnot ovat raportin 3 liitteinä (Report 3: Technical Evaluation of Quadri Concept for Finnish Conditions).

- Bentley (Appendix C)
- Pöyry (Appendix D)
- Sito (Appendix E)
- Tekla (Appendix F)
- Vianova Systems Finland (Appendix G)
- Norwegian Public Roads Administration, NPRA (Appendix H)