

# Evaserve

## Moduuli: Järjestelmäanalyysi

### Muutoshistoria:

Versio	Päivämäärä	Tekijät	Kommentit
0.2	2.6.2006	M. Lehtonen	toinen luonnos
0.9	28.6.2006	M. Lehtonen	viimeinen luonnos

# SISÄLLYSLUETTELO

## 1. Tausta ja tavoitteet

## 2. Arvioinnin laajuus ja näkökulmat

### 2.1 Katsaus maailmalla toteutettuihin arkkitehtuureihin

### 2.2 Suomalaisen arkkitehtuurimenetelmän vertailua EU:n ja Yhdysvaltojen arkkitehtuureihin

#### 2.2 Suomalainen arkkitehtuurimenetelmä

##### 2.2.1 Käsitteellisen ja loogisen arkkitehtuurin tuottaminen

##### 2.2.2 Kehityssuunnitelman tuottaminen

#### 2.3 Eurooppalainen KAREN-arkkitehtuuri

##### 2.3.1 Arkkitehtuurin näkökulmat

##### 2.3.2 Arkkitehtuurin ominaisuudet

##### 2.3.3 V-malli

## 3. Suomalainen arkkitehtuurimenetelmä

### 3.1 Käsitteellisen ja loogisen arkkitehtuurin tuottaminen

### 3.2 Kehityssuunnitelman tuottaminen

### 3.3 Arkkitehtuurikuvaukset

#### 3.3.1 Prosessien kuvaukset

#### 3.3.2 Tietojen ja käsitteiden kuvaukset

## 4. Eurooppalainen KAREN-arkkitehtuuri

### 4.1 KAREN-arkkitehtuurin tasot

### 4.2 Arkkitehtuurin näkökulmat

### 4.3 Arkkitehtuurin ominaisuudet

### 4.4 V-malli

## 5. Arkkitehtuurien käyttö

### 5.1 Arkkitehtuurien määrittely ja soveltaminen

#### 5.1.1 Valmistelu

#### 5.1.2 Nykytila-analyysi

#### 5.1.3 Tarpeet ja vaatimukset

#### 5.1.4 Tavoitearkkitehtuuri

#### 5.1.5 Hyödyntämissuunnitelma

### 5.2 Käyttötarkoitus

## 6. Suomen liikennetelematiikan kokonaisarkkitehtuuri

## 7. Liitynnät muihin moduuleihin

# 1. Tausta ja tavoitteet

Liikennetelematiikka-arkkitehtuureja on tehty Suomessa ja muualla maailmassa noin kymmenen vuotta. Arkkitehtuurien tavoitteena on kuvata esimerkiksi liikennejärjestelmän telematiikkapalvelut tai yksittäinen palvelu geneerisellä, laitteistoriippumattomalla tavalla. Arkkitehtuurit kuvaavat tärkeimmät henkilö- ja tavaraliikenteen telematiikan prosessit. Prosesseja ovat esimerkiksi tiedotus julkisesta liikenteestä tai tavaroiden toimitusketjun suunnittelu. Prosesseissa esitetään eri osapuolien tehtävät ja näiden väliset yhteydet. Arkkitehtuuri sisältää myös periaatekuvauksen prosessissa tarvittavista tietojärjestelmistä. Arkkitehtuurien kehittämissuunnitelmissa on määritelty tärkeimmät toimenpiteet, joilla toimintoja kehitetään yhteistyössä esim. eri organisaatioiden välillä. Arkkitehtuuri voi toimia lähtökohtana myös eri osapuolien omien palveluiden ja järjestelmien kehittämiselle. Arkkitehtuurin omistaja, kuten esim. EU tai liikenne- ja viestintäministeriö voi käyttää arkkitehtuuria liikennetelematiikan kehityksen ohjausvälineenä.

Suomessa on kehitetty liikennetelematiikan liikennetietokirjasto (KALKATI.net, 2006), joka on osa suomalaista liikennetelematiikka-arkkitehtuuria. Liikennetietokirjastosta löytyvät eri liikennetietojen välityksessä käytettäväksi sovittujen rajapintojen kuvaukset. Palvelussa voi selailta ja tallentaa omaan käyttöön rajapintojen tietomalleja, välitetävien tietojen määrittelydokumenteja ja ”XML-schemoja.”. Samankaltaista kehitystyötä on tehty myös EU:n euroalueellisen CENTRICO-projektin OTAP (Open Travel Data Access Protocol) –hankkeessa (CENTRICO, 2006).

Liikennetelematiikka-arkkitehtuurin tavoitteena on määritellä järjestelmälle tai palvelulle hahmo, joka ohjaa teknistä määrittelyä ja toteutusta. Arkkitehtuuri toimii yleissuunnitelmana, jonka pohjalta järjestelmä tai palvelu toteutetaan. Arkkitehtuuri varmistaa sen, että toteutettavasta järjestelmästä tai palvelusta tulee avoin eri näkökulmista tarkasteltuna. Avoimen arkkitehtuurin ansiosta osajärjestelmät pystyvät kytkeytymään toisiinsa avointen rajapintojen kautta ja laajojenkin järjestelmäkokonaisuuksien toteuttaminen hallitusti on mahdollista. Laitetoimittajat saavat vapauden toteuttaa palvelun tai sen osan haluamallaan tavalla, mutta arkkitehtuurin omistajan määrittelemä avoin arkkitehtuuri sanelee reunaehdot sille, kuinka palvelu tai sen osa toteutetaan. Arkkitehtuuri mahdollistaa toteutettavan palvelun tarkastelemisen eri näkökulmista, mikä helpottaa toisinaan monimutkaisen kokonaisuuden hallitsemista.

Moduulin tavoitteena on:

- luoda katsaus kansainvälisiin ja kotimaiseen arkkitehtuurimenetelmään
- käydä tiiviisti läpi suomalaisen arkkitehtuurimenetelmän rakenne
- käydä tiivisti läpi eurooppalaisen KAREN-arkkitehtuurin rakenne
- tarkastella lyhyesti telematiikkapalvelun tutkimus- ja kehityshankkeen V-mallia
- tarkastella Suomen liikennetelematiikan kokonaisarkkitehtuuria
- tarkastella esimerkkihankkeita, joihin Suomen arkkitehtuurimenetelmää on sovellettu
- käydä läpi liitynnät muihin moduuleihin

## 2. Arvioinnin laajuus ja näkökulmat

### 2.1 Katsaus maailmalla toteutettuihin arkkitehtuureihin

Telematiikka-arkkitehtuureja on tehty Suomessa ja muualla maailmassa kymmenisen vuotta. Arkkitehtuurien tavoitteena on kuvata esimerkiksi liikennejärjestelmän telematiikkapalvelut tai yksittäinen palvelu geneerisellä, laitteistoriippumattomalla tavalla. Tietojärjestelmien systeemisuunnitteluun on kehitetty runsaasti menetelmiä. Laajojen arkkitehtuurien, kuten Yhdysvaltojen ja Euroopan KARENin, kuvaamisessa käytettävät menetelmät pohjautuvat vaiheittaiseen tietojärjestelmän kehitysmenetelmään, kuten EDM (Evolutionary System Development Methodology), ja yksittäisen tietojärjestelmän kuvaus voi perustua esim. UML:ään (= Unified Modelling Language). Suomessa käytetään suomalaista arkkitehtuurimenetelmää, joka ei perustu mihinkään tunnettuun menetelmään, mutta jonka omaksuminen on helppoa ja joka mahdollistaa telematiikka-järjestelmän kuvaamisen taulukoiden lisäksi tekstin avulla, mikä tekee menetelmästä hyvin joustavan. Laajoja järjestelmäkokonaisuuksia toteutetaan lisäksi perinteisillä tietojärjestelmien suunnittelumenetelmillä esim. Saksassa, mutta sielläkin on tunnistettu tarve kehittää yleinen liikenteen telematiikka-arkkitehtuuri (Busch, 2005).

Ensimmäinen ja kattavin telematiikka-arkkitehtuuri on Yhdysvaltojen kansallinen järjestelmä-arkkitehtuuri, jonka ensimmäinen versio ilmestyi vuonna 1997 ja jota päivitetään edelleen jatkuvasti. (U.S. National ITS Architecture, 2006). Arkkitehtuuri muodostuu käyttäjäpalveluista, loogisesta ja fyysisestä arkkitehtuurista, markkinapaketeista sekä standardeista. Arkkitehtuurin käytettävyyteen on panostettu paljon resursseja ja nykyään Yhdysvaltojen laki vaatii, että jokaisen osavaltion tulee laatia oma alueellinen arkkitehtuuri, joka perustuu kansalliseen ITS arkkitehtuuriin. Euroopan KAREN arkkitehtuuri (KAREN, 2006) on rakenteeltaan hyvin samankaltainen kuin Yhdysvaltojen arkkitehtuuri, mutta sen toteuttamiseen ei ole panostettu yhtä paljon resursseja ja resurssit on keskitetty toiminnallisen arkkitehtuurin kuvaamiseen. Sen käytettävyys ei myöskään ole yhtä korkeatasoinen kuin Yhdysvaltojen arkkitehtuurissa, vaan sen hyödyntäminen vaatii huomattavaa paneutumista arkkitehtuuriin ja sen kuvaustapaan. Kummallekin arkkitehtuurille on tyypillistä, että ne pyrkivät kuvaamaan tieliikenteen telematiikan koko toiminnallisuuden geneerisellä, toimittajariippumattomalla tavalla. Molemmat arkkitehtuurit rajoittuvat tieliikenteeseen ja niiden toiminnalliset kuvaukset perustuvat prosesseihin ja niitä yhdistäviin tietovirtoihin. Arkkitehtuurien päätepiteitä ovat ns. terminaattorit, jotka rajaavat arkkitehtuurit vastaanottamalla ja lähettämällä terminaattoritietovirtoja. Arkkitehtuurit ovat ikään kuin verkkoja, jotka muodostuvat prosesseista ja niitä yhdistävistä tietovirroista sekä päättyvät terminaattoreihin.

### 2.2 Suomalaisen arkkitehtuurimenetelmän vertailua EU:n ja Yhdysvaltojen arkkitehtuureihin

Suomessa käytössä oleva arkkitehtuurien kuvaustapa poikkeaa olennaisesti Yhdysvaltojen ja Euroopan arkkitehtuurien kuvaustavoista, vaikka lähtökohtaisesti Suomessakin on tavoitteena kuvata tieliikenteen ja myös muun liikennejärjestelmän toiminnallisuus geneerisellä toimittajariippumattomalla tavalla. Suomalaisessa arkkitehtuurimenetelmässä palvelun toiminnallisuus kuvataan prosessikomponentteina ja niitä yhdistävinä tietovir-

toina. Kukin prosessikomponentti on edelleen jonkin geneerisen toimijan vastuulla. Prosessien kuvaamistapa on helpompi kuin Yhdysvaltojen ja Euroopan arkkitehtuureissa, mutta helppous syntyy arkkitehtuurin loogisuuden kustannuksella. Suomalaisella menetelmällä kuvatut arkkitehtuurit eivät pääty loogisiin terminaattoreihin, vaan rajauksista sovitaan tilaajan ja toimittajan välillä. Arkkitehtuurit eivät myöskään perustu tieteellisesti todettuihin käyttäjien tarpeisiin, vaan tarpeet kerätään asiantuntijatyöpajojen ja projektiryhmän oman asiantuntemuksen perusteella. Suomalaiset arkkitehtuurikuvaukset sisältävät lisäksi paljon tekstimuotoista kuvausta, joten kuvausten ja niitä täydentävien tekstien työstäminen spesifeiksi palveluiksi jättää paljon vapauksia tietojärjestelmäsuunnittelijalle.

### **3. Suomalainen arkkitehtuurimenetelmä**

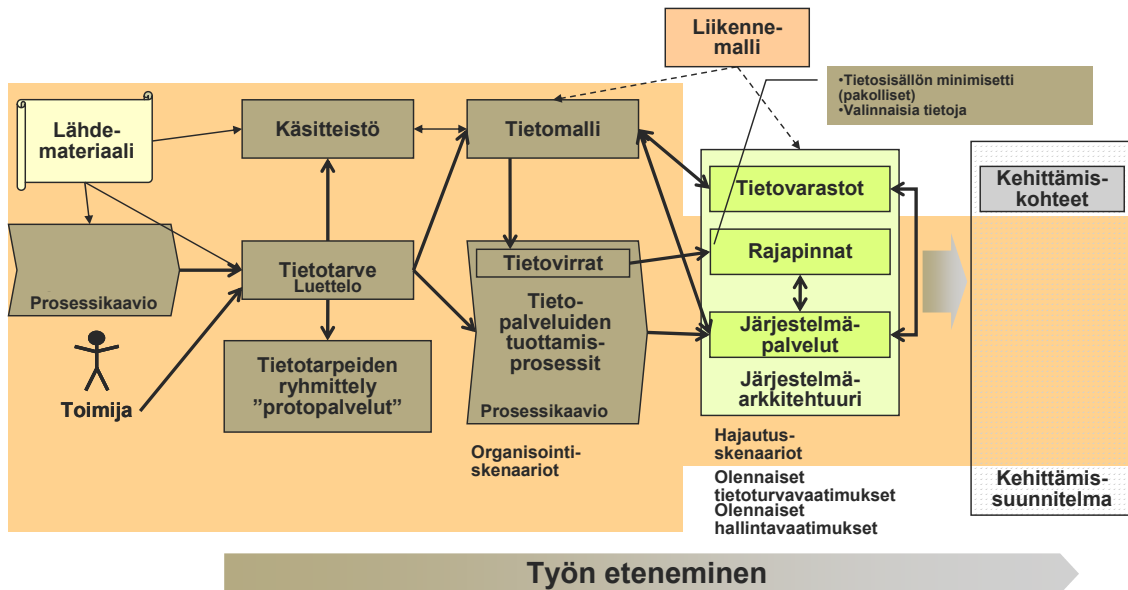
Suomalaisen arkkitehtuurimenetelmän mukaisesti työ tehdään pääsääntöisesti kolmessa vaiheessa. Vaiheet eli hankkeen eteneminen esitetään kuvassa 1:

- käynnistys-vaiheessa täydennetään ja hyväksytään hankkeen tavoitteet ja työsuunnitelma sekä valmistellaan mahdollisia työpajoja. Mahdollisissa työpajoissa haetaan osallistujien näkemyksiä hankkeen keskeisistä tavoitteista, reunaehdoista ja rajauksista.
- arkkitehtuurin tuottaminen –vaiheessa projektiryhmä muodostaa käytettävissä olevan lähdemateriaalin pohjalta tavoitetilän prosessien kuvaukset.
- kehityssuunnitelman tuottaminen –vaiheessa projektiryhmä tuottaa alustavat kehityskohteet. Mahdollisissa työpajoissa haetaan osallistujien näkemyksiä keskeisistä kehittämiskohteista, niiden priorisoinnista ja kehittämiskohteiden toteuttamisen edellytyksistä.

#### **3.1 Käsitteellisen ja loogisen arkkitehtuurin tuottaminen**

Kun suomalaista arkkitehtuurimenetelmää sovelletaan, ensimmäisessä vaiheessa kuvataan käsitteellinen arkkitehtuuri. Sen lähtökohtana on eri lähteistä kerättävä lähtöaineisto, jota voidaan täydentää mahdollisissa ensimmäisissä työpajoissa saatavilla tiedoilla. Lähtöaineiston perusteella muodostetaan prosessikaaviot ja määritellään toimijat, jotka ovat riippumattomia nykyisten toimijoiden rooleista. Prosessien tietotarpeet kartoitetaan ja samalla muodostetaan käsitteistö. Tietotarpeet ryhmitellään ns. ”protopalveluiksi”. Ryhmittelyn perusteella kuvataan tietomalli ja tietovirrat. Tietovirtoihin yhdistetään tietopalveluiden tuottamisprosessit.

Looginen arkkitehtuuri muodostetaan kuvaamalla tietopalveluiden tuottamisprosesseissa tarvittavat tietojärjestelmäpalvelut, tarvittavat rajapinnat näiden palveluiden välillä ja tietovarastot. Loogisen arkkitehtuurin osalta analysoidaan edelleen hajautusskenaarioita sekä organisoinnin että järjestelmien toteutuksen kannalta. Analyysin perusteella tunnistetaan kehittämiskohteet ja muodostetaan kehittämissuunnitelma. Kuvassa 1 esitetään havainnollisesti hankkeen eteneminen.



Kuva 1. Suomalaisella arkkitehtuurimenetelmällä määriteltävän arkkitehtuurihankkeen eteneminen ja hankkeessa muodostettavat kuvaukset. (Siponen et al., 2005)

### 3.2 Kehityssuunnitelman tuottaminen

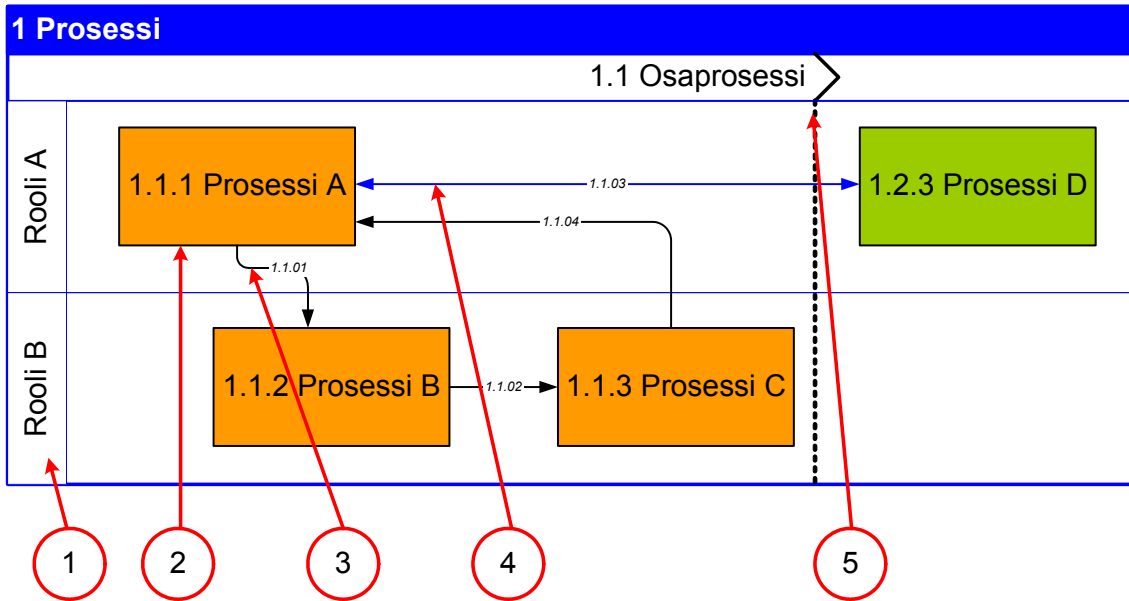
Kehityssuunnitelman tavoitteena on määrittellä ne toimenpiteet, joihin on ryhdyttävä arkkitehtuurin kuvaaman palvelun toteuttamiseksi. Toimenpiteet pyritään myös laittamaan tärkeys- ja aikajärjestykseen. Lopputuloksena saadaan yhteenveto arkkitehtuurihankkeen tärkeimmistä jatkotoimenpiteistä. Toimenpiteiden priorisoinnissa voidaan hyödyntää työpajatyöskentelyä, mutta se edellyttää huolellista etukäteisvalmistelua. Työpajatyöskentelyn etu on siinä, että kaikkien osallisten näkemykset tulevat esille ja sitoutuminen toimenpiteiden toteuttamiseen paranee. Jatkotoimenpiteiden määrittelyn ja priorisoinnin lisäksi kehityssuunnitelmaan voi kuulua myös yleisiä ehdotuksia järjestelmäarkkitehtuurin käytöstä. Kehittämissuunnitelmassa voidaan käsitellä mm. arkkitehtuurin markkinointia, ylläpitoa ja kehittämistä. (Siponen et al. 2005)

### 3.3 Arkkitehtuurikuvaukset

#### 3.3.1 Prosessien kuvaukset

Vakiintuneen TelemArk-kuvaustavan mukaisesti prosessien kuvaukset esitetään uimaraatakaavioina, joissa on kuvattu prosessikomponenttien ajallinen järjestys, kustakin prosessikomponentista vastuussa oleva looginen toimija sekä prosessikomponenttien väliset keskeiset tietovirrat.

Prosessin kuvaus on kaavio, jossa on esitetty ne prosessiin kuuluvat prosessikomponentit, niiden väliset tietovirrat ja ne roolit, jotka ovat vastuussa kustakin prosessikomponentista. Prosessin kuvausta täydentää taulukko, jossa kuvataan sanallisesti josta kuvataan sanallisesti tietovirrat. (Mäkinen et al. 2002)



Kuva 2. Prosessikaavion perusosa (Mäkinen et al. 2002)

Kuvassa 2 on esitetty esimerkki kuvauksesta. Taulukossa 1 on esitetty selitykset kuvassa esitettyihin kohtiin.

Taulukko 1. Prosessikaavion selitykset (Granqvist et al., 2002)

Nro	Kuvaus	Mitä kaaviosta ei näe
1	<p>Roolit on kuvattu kaavion vasemmassa reunassa. Roolin vastuulla olevat prosessikomponentit sijaitsevat roolin suorakaiteessa.</p> <p>Rooli kuvaa siis ennen kaikkea vastuuta prosessikomponenttien toteuttamisesta ja niistä tietovirroista, joita prosessikomponentti tuottaa.</p>	
2	<p>Prosessikomponentit on numeroitu ja nimetty. Lisäksi prosessikomponenttien värillä saatetaan ilmaista jotain kuvauksen kannalta merkityksellistä seikkaa. Tämä on aina erikseen selitetty kuvauksen yhteydessä.</p> <p>Prosessikomponenttien ajallinen järjestys, jos sellainen voidaan määrittää, on kuvattu vasemmalta oikealle eteneväksi.</p>	<p>Prosessikomponenttien ajallista kestoa ei voida suoraan päätellä kaaviosta. Suhteelliset alkamisajat on pyritty esittämään niiltä osin kuin se on ollut mahdollista, mutta päättymistä ei monessa kohdassa voida esittää. Prosessikomponentit on piirretty saman suuruisina.</p> <p>Esimerkiksi kuvassa prosessikomponentti 1.1.1 kestää tietovirtanuolien perusteella ainakin niin pitkään, että 1.1.3 on alkanut. Se saattaa päättyä vasta 1.1.3:n päättymisen jälkeen. Tarkkaa päättymistä ei kuviosta kuitenkaan voida päätellä.</p>

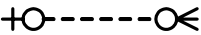

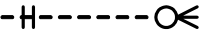
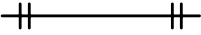
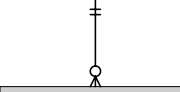
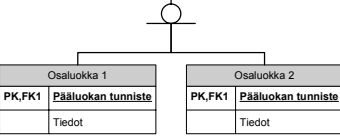
Nro	Kuvaus	Mitä kaaviosta ei näe
3	<p>Prosessikomponenttien väliset tietovirrat on kuvattu nuolilla, jotka on numeroitu. Numerointi on osaprosessin osalta juokseva numerointi. Osaprosessista toiseen menevät tietovirrat on numeroitu sen osaprosessin mukaan, joka toimii aloitteellisenä tietovirran suhteen (siis pääsääntöisesti ensimmäinen lähettäjä).</p> <p>Nuoli kuvaa tietovirran suunnan. Tietovirrat on pyritty piirtämään niin, että prosessikomponentista lähtevät tietovirrat alas ja oikealle ja tulevat tietovirrat saapuvat ylhäältä ja vasemmalta.</p> <p>Jos on ollut mahdollista, tietovirtojen järjestys on pyritty pitämään sellaisena, että ajallisesti aikaisempi tietovirta lähtee vasemmalta tai ylempää</p> <p>Tietovirtojen väreillä on saatettu kuvata jotain tietovirtojen ominaisuuksia.</p>	<p>Kaikilta osin ei tietovirtojen järjestyksestä voida päätellä niiden ajallista järjestystä.</p> <p>Kaaviosta ei voida päätellä, kuinka moneen kertaan jokin tietovirta toteutuu kahden prosessikomponentin välillä yhden prosessin ilmentymän toteutuksen aikana. Esimerkiksi tietovirrat 1.1.01 ja 1.1.02 saattavat toteutua ensin ennakkotietona useammankin kerran ja toteumatietona viimeisen kerran.</p>
4	<p>Kaksisuuntaisista tietovirroista on kuvattu taulukossa molemmat suunnat. Nuolet on piirretty niin, että se tietovirran lähde on pääsääntöisesti prosessikomponentti, joka käynnistää tietovirran on pääsääntöisesti vasemmalla.</p>	
5	<p>Ylemmän tason prosessivaiheet on kuvattu nimettynä katkoviivana. Nämä prosessivaiheet, jos ne on kuvattu, esittävät aina ajallista järjestystä.</p>	

### 3.3.2 Tietojen ja käsitteiden kuvaukset

Tietomalli on kuvattu relaatiokaaviona (entity-relationship diagram). Relaatiokaavio kuvaa tietojoukot (tieto-objektit) ja niiden väliset pysyvät suhteet. Pysyvällä suhteella tarkoitetaan sellaista kahden objektin välistä suhdetta, joka on olemassa riippumatta siitä mitä tietojoukon ilmentymää tarkastellaan. Taulukossa 2 esitetään tietomalli-kaaviossa käytetyt kuvaustavat. Kuvaus on normalisoitu. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki tietojoukkojen väliset moni-moneen-suhteet on purettu osiin. (Granqvist et al., 2002)

On kuitenkin huomattava, että normalisointia ei ole tehty relaatiotietokantasuunnittelun näkökulmasta vaan loogisen rakenteen näkökulmasta. Tietojoukkoja tarkastellaan kokonaisuuksina ja sen vuoksi käytetyt merkintätavat poikkeavat merkitykseltään niistä, joita käytettäisiin normalisoidusta relaatiotietokannasta.

Taulukko 2. Tietomallin ja käsitteiden kuvauksen selitteet (soveltaen Granqvist et al., 2002)

Kuvaustapa	Selitys														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Tieto-objekti</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">PK</td> <td style="text-align: center;"><b>Objektin tunniste</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Pakollinen tieto Lisätieto</td> </tr> </table>	Tieto-objekti		PK	<b>Objektin tunniste</b>		Pakollinen tieto Lisätieto	<p>Tietojoukko</p> <p>Tietojoukolla voi olla tietojoukon ilmentymät yksilöivä tunniste (PK, primary key).</p> <p>Tietojoukolle on voitu määritellä myös joukko attribuutteja. Attribuutteja on käytetty vain havainnollistamaan tietojoukon sisältöä. Attribuuttiluettelo ei ole kattava kuvaus tietojoukon mahdollisista attribuuteista.</p> <p>Vahvennetulla tekstillä on esitetty tietojoukon tunnistamisen kannalta olennaiset tiedot.</p>								
Tieto-objekti															
PK	<b>Objektin tunniste</b>														
	Pakollinen tieto Lisätieto														
	<p>Tietojoukkojen välinen suhde:</p> <p>Katkoviiva kuvaa suhdetta kahden itsenäisen tietojoukon välillä. Kummankin tietojoukon ilmentymät voivat olla olemassa toisistaan riippumatta.</p> <p>Vasemman puoleisen tietojoukon ilmentymään voi liittyä nolla (pallukka) tai useampia (kolmipiikki) oikeanpuoleisen tietojoukon ilmentymiä. Oikeanpuoleisen tietojoukon ilmentymään voi liittyä nolla (pallukka) tai yksi (poikkiviiva) vasemmanpuoleisen tietojoukon ilmentymä.</p>														
	<p>Tietojoukkojen välinen suhde:</p> <p>Vasemman puoleisen tietojoukon ilmentymään liittyy yksi (poikkiviiva) tai useampia (kolmipiikki) oikeanpuoleisen tietojoukon ilmentymiä. Oikeanpuoleisen tietojoukon ilmentymään voi liittyä nolla (pallukka) tai yksi (poikkiviiva) vasemmanpuoleisen tietojoukon ilmentymä.</p>														
	<p>Tietojoukkojen välinen suhde:</p> <p>Vasemman puoleisen tietojoukon ilmentymään voi liittyä nolla (pallukka) tai useampia (kolmipiikki) oikeanpuoleisen tietojoukon ilmentymiä. Oikeanpuoleisen tietojoukon ilmentymään liittyy täsmälleen yksi (kaksi poikkiviivaa) vasemmanpuoleisen tietojoukon ilmentymä.</p>														
	<p>Tietojoukko on toiseen tietojoukkoon kuuluva osa, joka voi sisältää joukon muiden tietojoukkojen ilmentymiä. Relaatiotietokantamallissa tällainen relaatio esitettäisiin yksi-moneen –suhteena, mutta tässä nämä on esitetty yksi-yhteen –suhteena.</p>														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Tieto-objekti</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">PK</td> <td style="text-align: center;"><b>Objektin tunniste</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Pakollinen tieto Lisätieto</td> </tr> </table>  <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Tieto-objektin osa</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">PK,FK1</td> <td style="text-align: center;"><b>Objektin tunniste</b></td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">PK</td> <td style="text-align: center;"><b>Osan tunniste</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Tietoa</td> </tr> </table>	Tieto-objekti		PK	<b>Objektin tunniste</b>		Pakollinen tieto Lisätieto	Tieto-objektin osa		PK,FK1	<b>Objektin tunniste</b>	PK	<b>Osan tunniste</b>		Tietoa	<p>Yhtenäisellä viivalla kuvataan kahden tietojoukon välistä riippuvuus-suhdetta: toinen tietojoukko (kuvassa alempi) sisältää lisätietoja toisen tietojoukon ilmentymiin. Alemman tietojoukon ilmentymä ei voi olla olemassa, jos ylemmässä tietojoukossa ei ole ilmentymää, johon se kuuluu.</p> <p>Viivan päät kuvaavat suhteen laatua kuten yllä on esitetty. Tässä tapauksessa osia voi olla olemassa nolla tai useampia.</p>
Tieto-objekti															
PK	<b>Objektin tunniste</b>														
	Pakollinen tieto Lisätieto														
Tieto-objektin osa															
PK,FK1	<b>Objektin tunniste</b>														
PK	<b>Osan tunniste</b>														
	Tietoa														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Pääloukka</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">PK</td> <td style="text-align: center;"><b>Pääloukan tunniste</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Tiedot</td> </tr> </table> 	Pääloukka		PK	<b>Pääloukan tunniste</b>		Tiedot	<p>Tietojoukon osaluokat.</p> <p>Tietojoukon ilmentymät voidaan jakaa kahteen tai useampaan osaluokkaan. Osa tiedoista voi olla kaikille osaluokille yhteisiä (ne ovat pääloukkaa kuvaavassa laatikossa) ja kullakin osaluokalla voi olla pelkästään sitä koskevia tietoja.</p> <p>Osaluokkien ilmentymät voivat olla toisensa poissulkevia tai sitten ei.</p>								
Pääloukka															
PK	<b>Pääloukan tunniste</b>														
	Tiedot														

## 4. Eurooppalainen KAREN-arkkitehtuuri

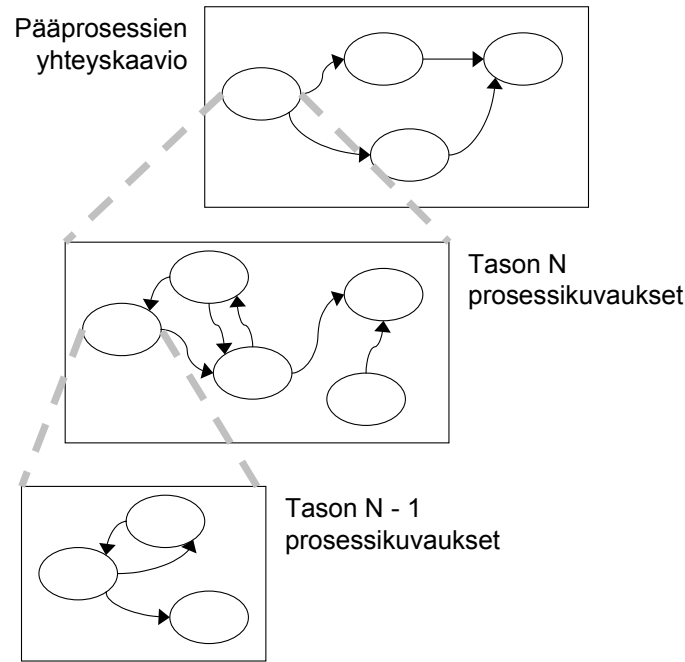
### 4.1 KAREN-arkkitehtuurin tasot

Eurooppalainen KAREN-arkkitehtuuri tarjoaa mahdollisuuden tarkastella palvelua tai palvelukokonaisuutta eri tasoilla ja eri näkökulmista. Tärkeimmät arkkitehtuurinäkökulmat ovat toiminnallinen ja tekninen sekä tietosisältöön ja teknologiaan liittyvät. Viitemalli kuvaa arkkitehtuurin eri tasot siten, että ylin taso kuvaa laajan järjestelmäkokoisuuden ylätasoa ja alin taso yksityiskohtaisesti alimman tason, jota on huomattavan vaikea ymmärtää ilman ylätasoa kuvausta. Kuvassa 3 on esimerkki kolmitasoisesta viitemallista, jossa ylin taso kuvaa eri organisaatioiden järjestelmät ja niiden väliset yhteydet ja alin taso yksityiskohtaisesti tietojärjestelmien alimman tason. (KAREN, 2006)

<b>3</b>	<b>Tasolla 3</b> määritellään eri organisaatioiden järjestelmät ja niiden väliset yhteydet. Tason tarkoituksena on taata eri organisaatioiden järjestelmien yhteentoimivuus.
<b>2</b>	<b>Tasolla 2</b> kuvataan usein yhden organisaation järjestelmät ja niiden väliset yhteydet.
<b>1</b>	<b>Tasolla 1</b> kuvataan, miten tietyn toiminnon osajärjestelmät toimivat yhdessä tietyn toiminnon tuottamiseksi.
<b>0</b>	<b>Taso 0</b> on osajärjestelmän systeemikuvaus, eikä siten kuulu varsinaisesti järjestelmäarkkitehtuuriin. Esimerkiksi laitteen teknisen rakenteen ja toiminnan kuvaus.

*Kuva 3. Esimerkki kolmitasoisesta viitemallista, jossa ylin taso kuvaa eri organisaatioiden järjestelmät ja niiden väliset yhteydet ja alin taso yksityiskohtaisesti tietojärjestelmien alimman tason. (Jesty et al., 1998)*

Käytännössä arkkitehtuurin ylemmällä tasolla esitettävät prosessit, yhteydet, tietovarastot, tietovirratt ja terminaattorit ovat alemmilla tasoilla esitettyjen vastaavien elementtien summa. Esimerkiksi tasolla kolme esitetty tietovirta voi muodostua neljästä tasolla kaksi esitetystä tietovirrasta. Kuvassa 4 havainnollistetaan eritasoisten arkkitehtuurikuvausten hierarkiaa siten, että ylimmällä tasolla esitetty pääprosessien yhteyskaavio muodostuu useasta alemman tason prosessikuvauksesta ja niiden välisistä yhteyksistä.



Kuva 4. Eritasoisten arkkitehtuurikuvausten hierarkia, jossa ylimmällä tasolla esitetty pääprosessien yhteyskaavio muodostuu useasta alemman tason prosessikuvauksesta ja niiden välisistä yhteyksistä. (Jesty et al., 1998)

## 4.2 Arkkitehtuurin näkökulmat

Viitemalli kuvaa koko telematiikkapalvelun hierarkkisesti. Viitemalli on päätöksenteon apuväline, joka määrittää palvelun yleiset suuntaviivat ja tavoitteet. Se ei ole teollisuudelle annettava lopputuote, vaan välivaihe yhteistä arkkitehtuuria muodostettaessa. Telematiikkapalvelun kaltainen usean eri toimijan palvelu on niin monimutkainen, että sen ymmärtäminen on vaikeaa, jos se on jaettu pieniin yksityiskohtiin. Telematiikkapalveluista käytävissä keskusteluissa painottuvat lisäksi toteuttamisnäkökohdat, jotka muista näkökulmista tarkastellen muodostavat huonon perustan yksimielisyyden saavuttamiselle. Viitemalli antaa mahdollisuuden keskustella siitä, miksi tiettyjä sovelluksia tarvitaan, ja lisäksi se tarjoaa selvät suuntaviivat päätöksenteolle eri näkökulmista.

Toiminnallista arkkitehtuuria käytetään järjestelmän toimintojen loogisen rakenteen kuvaamiseen tietokone- ja ohjelmistomaailmasta riippumatta. Toiminnallinen arkkitehtuuri määrittää palvelun olennaiset toiminnot ja tietojen vaihdon toimintojen välillä.

Tietoarkkitehtuuri yhtäläistää tiedon käsitteellisen rakenteen ja merkityksen. Tietoarkkitehtuuri on perusta osajärjestelmien tai organisaatioiden väliselle tiedonvaihdolle. Osajärjestelmät tai organisaatiot, jotka ymmärtävät maailman samalla tavalla, voivat vaihtaa keskenään tietoa maailmasta. Tietoarkkitehtuuri muodostuu palveluympäristöä kuvaavasta mallista sekä sen tila- ja tapahtumatiedoista.

Tietoliikennearkkitehtuuri kuvaa järjestelmän toteuttamisessa tarvittavat protokollat ja tarjoaa avoimen tietoliikennejärjestelmän osajärjestelmien tai sovellusten välille. Sen tarkoituksena on luoda perusta osajärjestelmien tai sovellusten fyysiselle yhdistämiselle.

Tietoliikennearkkitehtuurin pääasiallinen tavoite on tarkastella osajärjestelmien tai sovellusten välistä tietoliikennettä siten, että fyysiset näkökohdat ja verkkoliikennöinnin monimutkaisuus jätetään tarkastelun ulkopuolelle.

Tekninen arkkitehtuuri määrittelee palvelun fyysisen rakenteen. Se määrittelee, missä järjestelmän osassa tietyt ominaisuudet sijaitsevat, mutta jättää laiteoimittajille vapauden päättää, kuinka ominaisuudet toteutetaan. Tekninen arkkitehtuuri kuvaa alajärjestelmien laitteisto- ja ohjelmistoympäristön käsitteellisen rakenteen perusrakennusosina, jotka ovat järjestelmän loogisesti riippumattomia osia. Niitä voidaan muuntaa muuttamatta koko niiden ympärillä olevaa järjestelmää.

Järjestelmäsuunnittelussa laaditaan yksittäisen järjestelmän spesifikaatio. (Jesty et al., 1998)

### **4.3 Arkkitehtuurin ominaisuudet**

KAREN-arkkitehtuurin tavoitteena on määrittää toimivan ja toimintakykyisen palvelun perusteet eli tuottaa vakaa alusta, jota vasten palvelu voi kehittyä. Toimiva palvelu ei ole ainoastaan toimivien osapalveluiden muodostama kokonaisuus, vaan jokaisen osapalvelun tulee toimia harmonisesti koko palvelulle asetettujen toiminnallisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Toimintakykyisen palvelun tulee täyttää kaikki turvallisuudelle, luotettavuudelle, käytettävyydelle ja jokapäiväiselle toiminnalle asetettavat vaatimukset, ja jatkaa toimintaansa palvelun koko elinkaaren ajan. Olennaista on panostaa ylimmän tason arkkitehtuurin suunnitteluun, jolloin varmistetaan alempien tasojen arkkitehtuurien yhteen toimivuus. Luonteenomainen piirre telematiikkajärjestelmille on, että ne muuttuvat ajan myötä. Uusia toimintoja lisätään ja tarpeettomia toimintoja poistetaan; hyvä järjestelmäarkkitehtuuri tukee tätä kehitysprosessia.

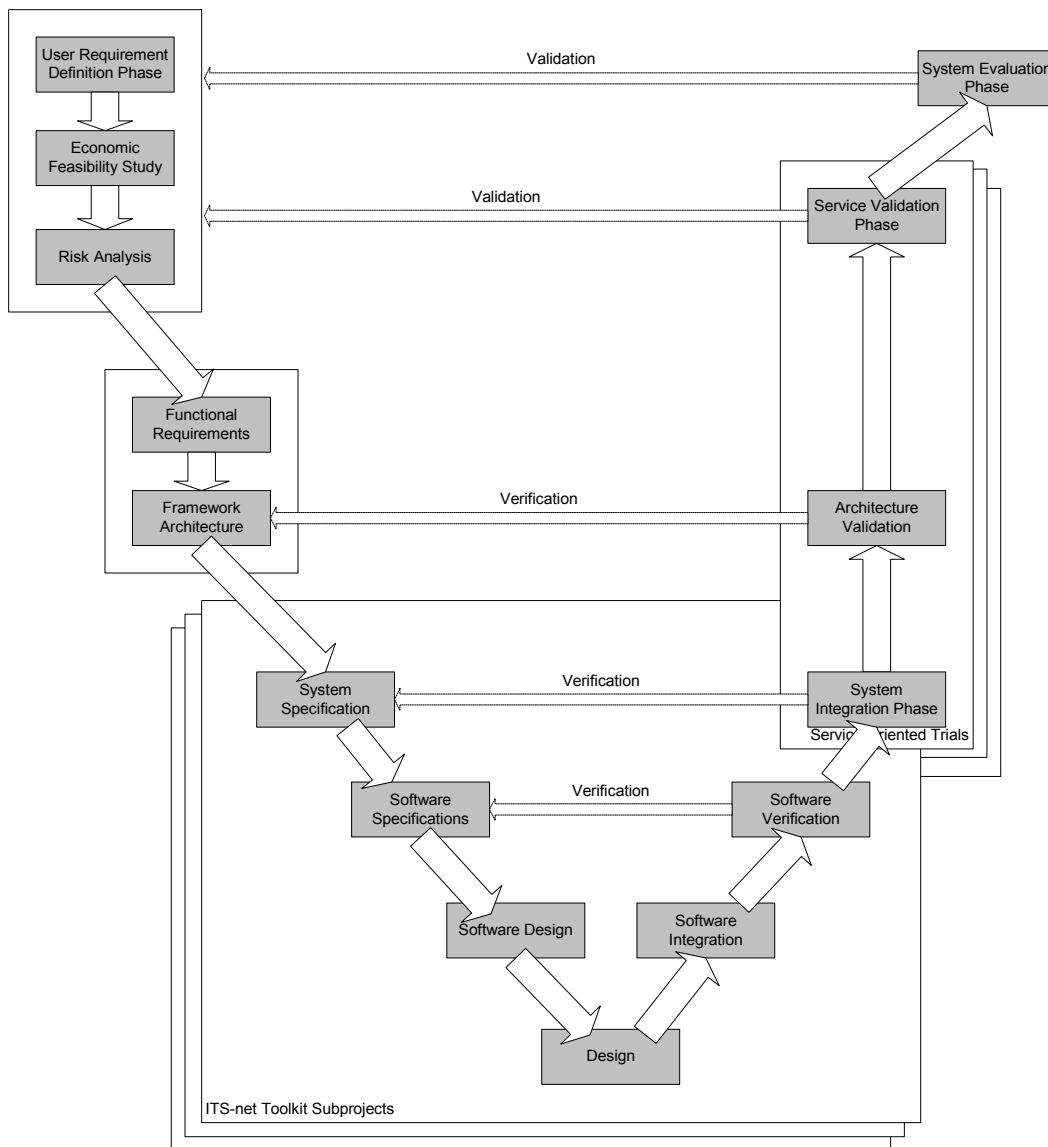
Avainelementtien tai palveluiden standardisointi voi helpottaa yhteentoimivien palveluiden kehittämistä ja toteuttamista. Standardisointi voi kuitenkin johtaa eri käyttäjäryhmien ja osapuolten kannalta merkittäviin rajoituksiin ja puutteellisuuksiin. Tästä syystä standardointia vaativien alueiden hyödyt ja haitat tulee punnita tarkoin ennen toimenpiteisiin ryhtymistä.

Arkkitehtuurin täytyy olla toimiva palvelun koko eliniän. Arkkitehtuurissa tulee määrittellä kaikki sovellukselle välttämättömät rakenteet ja sellaiset rakenteet, jotka voivat olla tulevaisuudessa tarpeellisia. Arkkitehtuurin tulee tukea palvelun kehittämistä, mutta se ei saa rajoittaa keinoja, joilla haluttuun tulokseen päästään. Arkkitehtuurin tulee olla

- vakaa ja joustava,
- laajennettava,
- tukea palvelukokonaisuuden ominaisuuksien sijoittamista tiettyyn järjestelmän osaan,
- paikallisesti itsenäisesti toimiva,
- helposti huollettava sekä
- määritellä palvelun hallinto, vastuut ja velvollisuudet. (Jesty et al., 1998)

#### 4.4 V-malli

Eurooppalaisen arkkitehtuurin käyttöä voi havainnollistaa V-mallilla, jossa teknologinen tutkimus ja kehitys kulkevat kolmella tasolla. Ylimmän tason taloudellinen toteutavuus klusteri tuottaa tietoa vaatimukset ja arkkitehtuuri klusterille, joka lopulta hyödynnetään yksityiskohtaisessa tiettyihin osa-alueisiin keskittyneissä tutkimus- ja kehityshankkeissa. Kuvassa 5 esitetään telematiikkapalvelun tutkimus- ja kehityshankkeen V-malli, joka johtaa käyttäjien tarpeiden määrittelystä arkkitehtuurin laatimisen kautta järjestelmäsunnitteluun, ja jonka jokaiseen vaiheeseen kytkeytyy erilainen arviointi. (Jesty et al., 1998)



*Kuva 5. Telematiikkapalvelun tutkimus- ja kehityshankkeen V-malli, joka johtaa käyttäjien tarpeiden määrittelystä arkkitehtuurin laatimisen kautta järjestelmäsunnitteluun, ja jonka jokaiseen eri vaiheeseen kytkeytyy erilainen arviointi. (Jesty et al., 1998)*

## 5. Arkkitehtuurien käyttö

### 5.1 Arkkitehtuurien määrittely ja soveltaminen

Pääsääntöisesti Euroopan arkkitehtuurimenetelmää sovelletaan EU-hankkeissa ja Suomen arkkitehtuurimenetelmää kotimaisissa hankkeissa. EU-hankkeissa on hyvä, että on olemassa yhteinen puitearkkitehtuuri, jonka kaikki tuntevat, ja jota kaikki osaavat soveltaa, jolloin on alusta alkaen selvää, millä menetelmällä arkkitehtuuri kuvataan. Suomalaisissa hankkeissa on jo pitkään käytetty Suomen arkkitehtuurimenetelmää, joten se on oletusarvoinen lähtökohta, kun aletaan toteuttaa kotimaista hanketta. Pääsääntöisesti sekä eurooppalainen että suomalainen arkkitehtuurimenetelmä määrittelevät telematiikkajärjestelmälle puitteet, joiden pohjalta jatkosuunnittelu voidaan käynnistää. Arkkitehtuuri on ikään kuin telematiikkajärjestelmän tai –palvelun yleissuunnitelma, joka määrittelee puitteet yksityiskohtaisemmalle suunnittelulle. Kuvassa 6 esitetään liikennetelematiikan järjestelmäarkkitehtuurimalli. Siinä kuvataan työn vaiheet ja käsiteltävät osakokonaisuudet.

Malli on kehitetty CONVERGE-projektin ohjeiden (Jesty et al., 1998) ja Liikennetelematiikan kansallinen järjestelmäarkkitehtuuri (TelemArk) –hankkeen (Mäkinen et al 2000) tulosten perusteella.

Malli on jaettu viiteen vaiheeseen, jotka kukin sisältävät useita osakokonaisuuksia. Vaiheet ovat valmistelu, nykytila-analyysi, tarpeet ja vaatimukset, tavoitearkkitehtuuri sekä hyödyntämissuunnitelma.

#### 5.1.1 Valmistelu

Valmisteluvaiheen tarkoituksena on alustavasti määrittellä ja rajata järjestelmä jota arkkitehtuurihanke koskee. Tämä tapahtuu määrittämällä työn tavoitteet, sidosryhmät, osat ja tasot sekä toimintaprosessit. Valmisteluvaiheen tulokset toimivat hankkeen työsuunnitelmana.

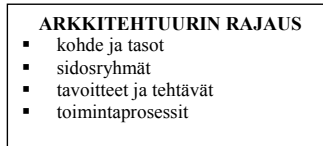
#### 5.1.2 Nykytila-analyysi

Nykytila-analyysin osa-alueet ovat nykyjärjestelmän kuvaus sekä strategia- ja toimintanalyysi. Mikäli arkkitehtuurihanke koskee täysin uutta järjestelmää, nykytila-analyysiä ei kuitenkaan tehdä.

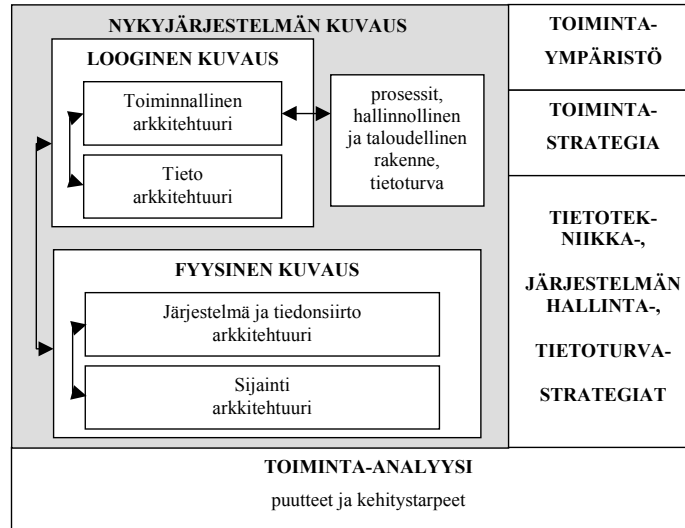
##### *Nykyjärjestelmän kuvaus*

Nykyjärjestelmän kuvaus käsittää loogisen ja fyysisen arkkitehtuurin. Looginen kuvaus muodostuu toiminnallisesta arkkitehtuurista ja tietoarkkitehtuurista. Toiminnallinen arkkitehtuuri sisältää edelleen useita eri kuvauksia järjestelmän prosesseista, hallinnollisesta ja taloudellisesta rakenteesta sekä tietoturvallisuudesta. Fyysinen kuvaus sisältää kuvaukset järjestelmä- ja tiedonsiirtoarkkitehtuurista sekä sijaintiarkkitehtuurista.

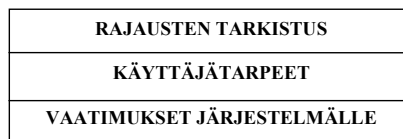
**VAIHE 1 -  
VALMISTELU**



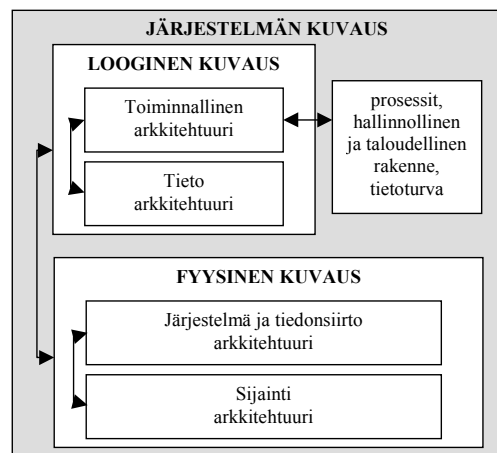
**VAIHE 2 -  
NYKYTILA-ANALYYSI**



**VAIHE 3 -  
TARPEET JA VAATIMUKSET**



**VAIHE 4 -  
TAVOITEARKKITEHTUURI**



**VAIHE 5 -  
HYÖDYNTÄMISSUUNNITELMA**



*Kuva 6. Liikennetelematiikan järjestelmäarkkitehtuurimalli (Lähesmaa & Lehtonen, 2000)*

## *Strategia-analyysi*

Strategia-analyysissä kuvataan järjestelmän toimintaympäristö, toimintastrategia ja tiedonhallintastrategia. Toimintaympäristökuvauksessa tarkastellaan niitä järjestelmää ylläpitävien organisaatioiden ulkopuolelta tulevia tekijöitä, joilla on vaikutuksia järjestelmään. Toimintastrategiakuvauksessa tarkastellaan toimintojen ja yhteistyökumppaneiden merkitystä organisaation toiminnalle, strategisia kehittämissuunnitelmia sekä tavoitteita ja niiden mittaamista. Tiedonhallintastrategiassa määritellään periaatteet sille, minkälaisia laitteisto- ja ohjelmistoratkaisuja järjestelmässä käytetään.

## *Toiminta-analyysi*

Toiminta-analyysin tavoitteena on selvittää sekä järjestelmän tärkeimmät puutteet ja ongelmat että olemassa olevat parannusideat. Lisäksi selvitetään järjestelmän kehittämiseen tähtäävät hankkeet ja investoinnit sekä suunnitelmat.

### 5.1.3 Tarpeet ja vaatimukset

Tämä työvaihe käsittää työn rajausten tarkistuksen sekä käyttäjatarpeiden ja järjestelmän vaatimusten määrittelyn. Työn rajausten tarkistamisella tarkoitetaan valmisteluvaiheessa asetettujen rajausten tarkistamista nykytila-analyysin tulosten perusteella. Käyttäjätarpeiden ja järjestelmän vaatimusten keräämisen avulla on tarkoitus määrittää, millainen tavoitearkkitehtuurin kuvaaman uuden järjestelmän tulee olla. Niiden avulla myös varmistetaan, että järjestelmä toimii halutulla tavalla. Työvaiheessa kirjataan vaatimuksiksi uudelle järjestelmälle

- nykytila-analyysissä havaitut puutteet tai kehittämistarpeet sekä
- sidosryhmien kuvaukset siitä, kuinka uuden järjestelmän tulee toimia.

### 5.1.4 Tavoitearkkitehtuuri

Tavoitearkkitehtuuri-vaiheessa kuvataan uuden tavoitteena olevan järjestelmän looginen ja fyysinen arkkitehtuuri. Vaiheessa siis kuvataan prosessit, järjestelmät ja yhteydet, jotka täyttävät asetetut vaatimukset. Tavoitearkkitehtuurin kuvaustapa on sama kuin nykyjärjestelmän kuvauksen. Tavoitearkkitehtuurikuvauksen lähtökohtana käytetään ”Nykyjärjestelmän kuvausta”, jos sellainen on tehty.

### 5.1.5 Hyödyntämissuunnitelma

Hyödyntämissuunnitelman tarkoituksena on varmistaa, että tavoitearkkitehtuuri toteutetaan. Siinä esitetään, millaisissa osissa järjestelmää tulisi rakentaa, mitä toimenpiteitä järjestelmän kehittämiseksi tulisi tehdä ja ketkä vastaavat toimenpiteistä. Hyödyntämissuunnitelmaan voi kuulua myös ehdotukset arkkitehtuurin markkinoinnista sekä sen ylläpidosta ja kehittämisestä.

## 5.2 Käyttötarkoitus

Liikennetelematiikan järjestelmäarkkitehtuurimalli on pyritty tekemään yksinkertaiseksi. Siihen on otettu mukaan vain tärkeimmiksi nähdyt liikennetelematiikan järjestelmäarkkitehtuurissa tarvittavat osat. Aina järjestelmäarkkitehtuurihankkeissa ei ole perusteltua tehdä kaikkia mallin osia vaan arkkitehtuurin rajauksessa päätetään, mitkä mallin vaiheet tai osat toteutetaan.

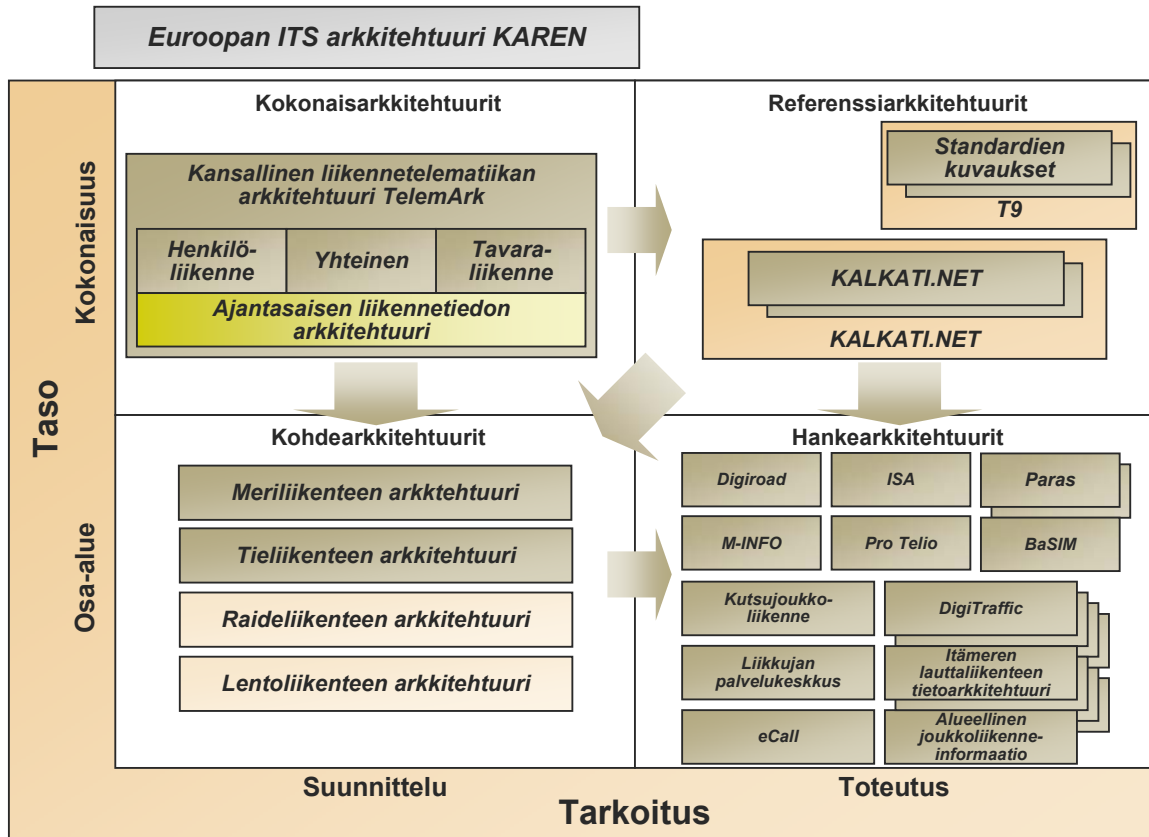
Malli on tarkoitettu ylimpien tasojen järjestelmäarkkitehtuurien kuvaamiseen. Malli soveltuu useita osapuolia käsittävän järjestelmän tai laajan yhden organisaation järjestelmän kuvaamiseen.

Mallissa keskitytään järjestelmän käsitteelliseen ja loogiseen kuvaamiseen, jotka palvelevat päätöksentekijöitä ja liikennetelematiikan asiantuntijoita. Malli tukee vain osittain järjestelmän fyysisten laite- ja tiedonsiirtoratkaisujen kuvaamista, jotka palvelevat teknisiä asiantuntijoita. (Lähesmaa & Lehtonen, 2000)

## 6. Suomen liikennetelematiikan kokonaisarkkitehtuuri

Kansallista liikennetelematiikan arkkitehtuuria (TelemArk) on kehitetty lukuisissa liikenne- ja viestintäministeriön käynnistämässä hankkeissa vuodesta 1998 alkaen eurooppalaisen KAREN-arkkitehtuurin suuntaviivojen pohjalta suomalaista arkkitehtuurimietelmää soveltaen. Kuvassa 7 esitetään Suomen kansallinen liikennetelematiikan kokonaisarkkitehtuuri, joka muodostuu kokonais-, referenssi-, kohde- ja hankearkkitehtuurista. KALKATI.net-tietokirjastosta löytyvät useimpien arkkitehtuurien kuvaukset seuraavan hyperlinkin takaa: <http://www.kalkati.net/kalkati/doc/telemark/sisalto.html>. Ajantasaisen liikennetiedon arkkitehtuurin loppuraportti löytyy seuraavan hyperlinkin takaa: [http://www.aino.info/julkaisut/5\\_palvelup/aino20\\_2005.pdf](http://www.aino.info/julkaisut/5_palvelup/aino20_2005.pdf).

Kokonaisarkkitehtuureja ovat Henkilö- ja Tavaraliikenteen arkkitehtuurit sekä Ajantasaisen liikennetiedon arkkitehtuuri. Kokonaisarkkitehtuurien tavoitteena on kuvata mahdollisimman kattavasti palvelukokonaisuuden yleinen toiminnallisuus rajaustensa puitteissa. Referenssiarkkitehtuurien tavoitteena on tarjota työkalut palveluiden toteuttamiseen. Käytännössä referenssiarkkitehtuureja ovat ”KALKATI.net” ja ”T9, Standardien kuvaukset”. ”KALKATI.net”-liikennetietokirjastosta löytyvät eri liikennetietojen välityksessä käytettäväksi sovittujen rajapintojen kuvaukset. Palvelu mahdollistaa myös rajapintojen tietomallien selailun ja tallentamisen omaan käyttöön ja sisältää rajapintojen tietomalleja, välitettävien tietojen määrittelydokumenteja ja XML-schemoja (KALKATI.net, 2006). Kohdearkkitehtuurit keskittyvät tiettyyn liikennemuotoon ja niitä ovat jo toteutetut Merenkulun telematiikka-arkkitehtuuri ([http://virtual.vtt.fi/rte/projects/fits/julkaisut/hanke1/fits34\\_2004.pdf](http://virtual.vtt.fi/rte/projects/fits/julkaisut/hanke1/fits34_2004.pdf)) ja Tieliikenteen hallinnan arkkitehtuuri (<http://www.tiehallinto.fi/pls/wwwedit/docs/9016.PDF>) sekä myöhemmin toteutettavat Raide- ja Lentoliikenteen arkkitehtuurit. Hankearkkitehtuurien tavoitteena on kuvata yksittäisen telematiikkapalvelun puitteet. Toteutettuja hankearkkitehtuureja ovat mm. Digiroad, Älykäs nopeuden säätely (ISA), Tampereen paikallisliikenteen hallintajärjestelmä (PARAS), Matkahuollon tiedotuspalvelu (M-INFO), Oulun seudun telematiikan kehitysohjelma (ProTelio), Itämeren moottoritie (BASIM), Kutsujoukkoliikenne, Liikkujan palvelukeskus, Automaattinen hätäviestijärjestelmä eCall ja Itämeren matkustaja-alusliikenteen tietoarkkitehtuuri.



Kuva 7. Suomen kansallinen liikennetelematiikan kokonaisarkkitehtuuri. (Siponen et al., 2005)

## 7. Liitynnät muihin moduuleihin

Moduulilla on liitynnät seuraaviin muihin Palveluarvion moduuleihin:

- Palvelumalli
- Arververkko

## Lähdeluettelo:

Busch, F. (2005) Verkehrsmanagement in Ballungsräumen - Noch Forschung oder schon Realität. (2005). Strassenverkehrstechnik 2/ 2005. Kirschbaum Verlag, Bonn.

CENTRICO. (2006). Publications. <http://www.centrico.ten-t.com/publications.html>  
[Viitattu 28.6.2006]

Granqvist, J., Hiljanen, H., Mäkinen, P., Permala, A., Rantala, V., Siponen, A. (2003). Tavaraliikenteen telematiikka-arkkitehtuuri, loppuraportti. FITS-julkaisuja 20/2003. Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki. ISBN 951-723-881-9.

Jesty, P., Gaillet, J-F., Giezen, J., Franco, G., Leighton, I., Schulz, H-J. CONVERGE, Guidelines for the Development and Assessment of Intelligent Transport System Architecture. (1998). [http://www.frame-online.net/Karen\\_doc/Converge/ArchGuidelines.PDF](http://www.frame-online.net/Karen_doc/Converge/ArchGuidelines.PDF)  
[viitattu 21.4.2006]

KALKATI.net (2006). <http://www.kalkati.net> [viitattu 28.6.2006]

KAREN (2006). European ITS Framework architecture. <http://www.frame-online.net/home.htm>, ERTICO (ITS Europe) [Viitattu 21.4.2006]

Lähesmaa, J., Lehtonen M. (2000) Liikennetelematiikan järjestelmäarkkitehtuurimenetelmä. VTT Yhteiskuntatekniikka. Espoo

Mäkinen, P., Appel, K., Lehtonen, M., Lähesmaa, J., Oinas, J., Ristola, T., Ruoti, K. Liikennetelematiikan kansallinen järjestelmäarkkitehtuuri, Arkkitehtuurikuvaus. (2000). Liikenneministeriön mietintöjä ja muistioita B5/2000. Liikenneministeriö. Helsinki. ISBN 951-723-561-5. ISSN 1237-7449.

Siponen, A., Higgins, A., Lehtonen, M., Levo, J., Lähesmaa, J., Mäkinen, P., Öörni, R. (2005). Ajantasaisen liikennetiedon arkkitehtuuri, loppuraportti. AINO-julkaisuja 20/2005. Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki

U.S. National ITS Architecture Version 5.1. (2006). <http://www.iteris.com/itsarch/index.htm>. United States Department of Transportation 2005. [viitattu 21.4.2006]