

# **Viitearkkitehtuuri 2025**

Tieteellisen laskennan yhteistyöfoorumi

Versio 1.0 21.1.2021

# Sisällys

<b>1. Tieteellisen laskennan viitearkkitehtuuri</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Metataso eli rakenteet ja rajaukset</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Johdanto</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2 Rajaukset</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3 Menetelmä, viitekehys ja notaatio</b> .....	<b>5</b>
<b>2.4 Kuvattavat artefaktit</b> .....	<b>6</b>
<b>2.5 Metamalli</b> .....	<b>6</b>
<b>2.6 Hallintamalli</b> .....	<b>7</b>
<b>3. Strateginen taso</b> .....	<b>8</b>
<b>3.1 Arkkitehtuuriperiaatteet</b> .....	<b>8</b>
3.1.1 Yleiset arkkitehtuuriperiaatteet.....	8
3.1.2 Toiminnalliset arkkitehtuuriperiaatteet.....	8
<b>3.2 Ajurit / megatrendit</b> .....	<b>8</b>
<b>3.3 Strategiataulukko</b> .....	<b>9</b>
<b>3.4 Keskeiset lait ja asetukset</b> .....	<b>17</b>
<b>3.5 Strategiakartta</b> .....	<b>19</b>
<b>3.6 Kyvykkyykskartta</b> .....	<b>24</b>
<b>3.7 Kyvykkyydet ja niiden resurssit</b> .....	<b>25</b>
3.7.1 Laskenta- ja tallennuskapasiteetin tuottamisen kyvykkyydet ja resurssit .....	25
3.7.2 Kapasiteettiin liittyvää toimintaa tukevat kyvykkyydet ja resurssit.....	26
3.7.3 Johtamiseen, hallintoon ja organisointiin liittyvät kyvykkyydet ja resurssit .....	28
<b>3.8 Keskeiset sidos- ja viitearkkitehtuurit</b> .....	<b>30</b>
<b>4. Toiminta-arkkitehtuuri</b> .....	<b>31</b>
<b>4.1 Keskeiset toimijat</b> .....	<b>31</b>
<b>4.2 Keskeisten toimijoiden välinen vuorovaikutus</b> .....	<b>32</b>
<b>4.3 Palvelukartta</b> .....	<b>33</b>
<b>4.4 Palveluiden kuvaukset taulukkoina</b> .....	<b>33</b>
4.4.1 Johtamisen, organisoitumisen, hallinnan ja rahoituksen palvelualue .....	33
4.4.2 Käyttäjä- ja resurssienhallinnan sekä tutkimusprosessin tuen palvelualue.....	35
4.4.3 Koulutuksen, menetelmien, tiedealojen ja käytön tuen palvelualue.....	37
4.4.4 Laskennan ja hostauksen palvelualue.....	38
4.4.5 Tallennuksen ja datan hallinnan palvelualue .....	39
<b>4.5 Palveluiden tuottajat ja käyttäjät</b> .....	<b>40</b>
4.5.1 Johtamisen, organisoitumisen, hallinnan ja rahoituksen palveluiden tuottajat ja käyttäjät.....	40
4.5.2 Käyttäjä- ja resurssienhallinnan sekä tutkimusprosessin tuen palveluiden tuottajat ja käyttäjät .....	41
4.5.3 Koulutuksen, menetelmien, tiedealojen ja käytön tuen palveluiden tuottajat ja käyttäjät .....	42
4.5.4 Laskenta- ja hostauspalveluiden tuottajat ja käyttäjät.....	42
4.5.5 Tallennuksen ja datan hallinnan palveluiden tuottajat ja käyttäjät.....	43
<b>4.6 Palvelut ja prosessit</b> .....	<b>45</b>
4.6.1 Palvelualue 1 – Johtaminen, organisoituminen, hallinta ja rahoitus .....	45
4.6.2 Palvelualue 2 – Käyttäjä- ja resurssien hallinta sekä tutkimusprosessin tuki .....	46
4.6.3 Palvelualue 3 – Koulutus, menetelmät, tiedealat ja käyttäjätuki .....	47
4.6.4 Palvelualue 4 – Laskenta ja hostaus.....	48
4.6.5 Palvelualue 5 – Tallennus ja datan hallinta .....	49
<b>4.7 Tutkijanpolun palvelut</b> .....	<b>50</b>

# 1. Tieteellisen laskennan viitearkkitehtuuri

Tieteellisen laskennan yhteistyöfoorumi (YTF) on opetus- ja kulttuuriministeriön (OKM) toimeksiannosta ohjannut Tieteellisen laskennan viitearkkitehtuurin laatimista perustuen tehtävänantoon kartoittaa ja identifioida tieteellisten laskentaresurssien, datanhallinnan ja niiden oheispalvelujen viitearkkitehtuuri seuraavalle viidelle vuodelle 2021-2025. Viitearkkitehtuurin tarkoitus on edistää palvelujen kehitystä ja laatua sekä ehdottaa linjauksia ja toimenpiteitä, jotka parantavat tietoteknistä yhteentoimivuutta ja kokonaisarkkitehtuuryötä.

Tieteellisen laskennan toimintaympäristö on nopeassa muutoksessa. Yksi muutoksista on tekoälyn ja data-analytiikan sekä niiden sovellusten käytön laajeneminen yhä useammalla tieteenalalla. Myös muu dataintensiivinen tutkimus lisääntyy jatkuvasti, ja tämä nostaa esille isojen datamassojen koko elinkaaren hallinnan haasteet mukaan lukien niiden pitkäaikaissäilytyksen infrastruktuurin kasvavan tarpeen. Nämä trendit tuovat uusia käyttäjäkuntia tieteellisen laskennan ja datanhallinnan palveluiden piiriin, ja täten tieteellisen laskennan osaamista pitää pystyä levittämään yhä laajemmalle käyttäjäkunnalle korkeakouluissa ja tutkimuslaitoksissa. Tämä käyttäjäkunnan laajentuminen asettaa uusia haasteita tieteellisen laskennan palvelujen helppokäyttöisyydelle sekä palvelujen suunnittelulle vastaamaan yhä laajemman käyttäjäkunnan tarpeita.

Toinen suuri muutos on uusien laskentajärjestelmien ja erityisesti laskentakiihdytinratkaisujen, kuten grafiikkasuorittimiin perustuvan GPU-laskennan tulo CPU-laskennan rinnalle toiseksi suurteholaskennan keskeiseksi toteutustekniikaksi. Näiden ympäristöjen erittäin nopea uudistumistahti sekä vielä erikoistuneempien laskentajärjestelmien kuten neuroverkkokiihdyttimien ja erilaisten kvanttilaskennan järjestelmien kehittyminen muuttaa tieteellisen laskennan toimintaympäristöä suuntaan, jossa laskentaympäristöt ovat yhä erikoistuneempia.

Suurinvestoinnit ovat mahdollistaneet erittäin tärkeän eurooppalaisen tason yhteistyön laskentainfrastruktuurin kehittämisessä, ja tällaisten investointien tekemisen pitää olla jatkossakin mahdollista. Tämän lisäksi olisi hyvä pystyä tekemään huomattavasti nykyistä nopeammalla hankintasyklillä pienempiä ja yhä erikoistuneempia hankintoja laskentainfrastruktuurin pitämiseksi ajantasaisena laskentajärjestelmien ja tutkimuksen tarpeiden nopeasti muuttuessa. Tätä on hankalaa toteuttaa nykyisen muotoisilla melko harvoin toteutuvilla suurinvestoinneilla, joten olisi hyvä saada aikaiseksi nykyisten suurinvestointien rinnalle rahoitusmuoto, jossa pystyttäisiin pitkän aikavälin budjetin puitteissa tarvittaessa tekemään pienempiä täydentäviä hankintoja nopealla aikataululla laskentainfrastruktuuriin uusien laskentajärjestelmien sekä tutkijoiden tarpeiden kehittymisen mukaan.

Uusien laskentajärjestelmien ja GPU-laskennan yhä laajeneva käyttö, sekä suurten datamassojen prosessointi ja tallennus vaativat uusien menetelmien ja toimintatapojen oppimista tutkijoilta ja tutkimusryhmiltä. Tämän vuoksi tieteellisen laskennan asiantuntijoiden saatavuus, sekä heidän osaamisensa kehittäminen korkeakouluissa ja tutkimuslaitoksissa on erittäin tärkeää maksimaalisen hyödyn saamiseksi tieteellisen laskennan infrastruktuurihankinnoista. Vaikka laskentainfrastruktuurin fyysinen keskittäminen on jatkossakin monilta osin hyvin järkevää, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten pitää pystyä tarjoamaan paikallisesti hallinnoitua laskenta- ja tallennuskapasiteettia erityisesti ohjelmistokehitykseen ja suuria datamääriä tuottavien mittalaitteiden datan paikalliseen prosessointiin.

Yhä lisääntyvät mahdollisuudet yhteistyölle eurooppalaisella tasolla tieteellisessä laskennassa erityisesti EuroHPC-konsortion kautta olisi pystyttävä maksimaalisesti hyödyntämään. Tämä sisältää paitsi infrastruktuurin hankinnan niin myös kansainvälisen tutkimusyhteistyön lisäämisen, koulutuspalvelut, sekä tutkimusyhteistyön mahdollisuuksien luomisen teollisuuden kanssa erityisesti EuroHPC-ympäristöjä hyödyksi käyttäen. Parhaimmillaan tämä luo pohjan kunnianhimoisille tutkimushankkeille, luo merkittävästi uutta huippuosaamista Suomeen, vahvistaa yritysten ja yliopistojen yhteistyötä, sekä auttaa houkuttelemaan maahamme ulkomaisia huippuosaajia.

Toimenpide-ehdotukset:

1. On mahdollistettava ennustettava, pitkäaikainen tieteellisen laskennan infrastruktuurin rahoitus, joka mahdollistaisi tärkeiden suurinvestointien lisäksi tiheämmät infrastruktuurin päivityssykliit nopeasti muuttuvassa tieteellisen laskennan toimintaympäristössä.
2. Tieteellisen datan koko elinkaaren aikaisen hallinnan viitearkkitehtuurin laatiminen tulee käynnistää. Tämän tulee sisältää myös suurten datamassojen pitkäaikaistallennuksen ja sille vaadittavan pitkän aikavälin rahoituksen suunnitelma. Suurten datamassojen pitkäaikaissäilytyksen vaatima infrastruktuuri avoimen tieteen periaatteiden mukaisesti on tärkeä tulevaisuuden kehityskohde. Lisäksi huomiota tulee kiinnittää sensitiiviseen dataan ja datan hallinnoinnin prosesseihin mukaan lukien datan hyödyntämisen tutkimuseettiset kysymykset.
3. Korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten oman tieteellisen laskennan osaamisen parantaminen on tärkeää esimerkiksi avaamalla ammattimaisia Research Software Engineer ja Data Scientist -tehtäviä tutkimuksen tueksi ja tieteellisen laskennan käyttäjäkunnan laajentamiseksi. Yksi tarvittavista toimenpiteistä on näissä rooleissa toimivien henkilöiden urapolkujen kehittäminen. Tällainen uusi tieteellisen laskennan osaajien ammatillista kehittymistä tukeva verkosto sekä tieteellisen laskennan palvelujen ja koulutuksen systemaattinen kehittäminen mahdollistavat vielä laajemman käyttäjäkunnan saamisen tieteellisen laskennan piiriin sekä tieteellisen laskennan palvelujen nykyistäkin tehokkaamman hyödyntämisen. Verkoston koordinoijana toimii CSC.

4. Keskitetyn kansallisen infrastruktuurin palvelujen kehittämisen ohella myös tutkimuslaitosten ja korkeakoulujen oman laskentainfrastruktuurin kehittäminen on tärkeää erityisesti ohjelmistojen kehitystä varten sekä suuria datamääriä tuottavien instrumenttien tiedon prosessointiin.
5. Eurooppa-tason yhteistyötä tulee lisätä sekä infrastruktuurihankinnoissa että tieteellisen laskennan koulutuksessa ja sen tutkijoiden kansainvälisessä verkottamisessa.
6. Tutkimuksen ja elinkeinoelämän yhteishankkeita mahdollistavia rahoitusohjelmia ja toimintatapoja tulee kehittää ottamalla huomioon myös EuroHPC/Lumi-infrastruktuurin tuomat uudet mahdollisuudet. Business Finlandin roolia yrityspuolen TKI-rahoituksessa kehitetään.
7. Vahvistetaan tutkimuspalveluiden laadun kehittämistä yhteistyössä asiakasorganisaatioiden kanssa hyödyntäen käyttäjälähtöistä palvelumuotoilua sekä dataa ja raportteja palveluiden käytöstä ja asiakastyytyvyydestä.
8. Tieteellisen ja dataintensiivisen laskennan kyvykkyyksien kehittämistä tukevia tutkimusohjelmia tulee avata Suomen Akatemian kautta.

#### Tieteellisen Laskennan Yhteistyöfoorumi

Yhteistyöfoorumin kokoonpanoon on nimetty korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten datanhallinnan ja tutkimuksen ICT-palveluiden asiantuntijoita, jotka erikoisosaamisensa ansiosta pystyvät identifioimaan tutkimuksen tarpeita ja muuttumista.

Yhteistyöfoorumin jäsenet ovat:

professori Keijo Heljanko, Tietotekniikan tutkimuslaitos HIIT ja Helsingin yliopisto, puheenjohtaja  
tietokeskuksen kehittämisspäällikkö Riitta Teiniranta, SYKE, varapuheenjohtaja  
järjestelmäasiantuntija Mikko Hakala, Aalto-yliopisto  
tutkimuksen vararehtori Cimmo Nurmi, Satakunnan ammattikorkeakoulu  
tutkimusprofessori Vesa Nykänen, Geologian tutkimuskeskus  
projektispäällikkö Jonna Kalermo-Poronen, Kajaanin ammattikorkeakoulu  
johtaja Anu Juslin, Tampereen yliopisto

Asiantuntijajäsenet:

opetusneuvos Juha Haataja, opetus- ja kulttuuriministeriö  
ylitarkastaja Sami Niinimäki, opetus- ja kulttuuriministeriö

Lisäksi viitearkkitehtuurin laatimiseen ovat osallistuneet:

johtaja Pekka Lehtovuori, CSC  
sovellusasiantuntija Juha Fagerholm, CSC  
kehityspäällikkö Jussi Heikonen, CSC  
asiantuntija Juha Herrala, Tampereen yliopisto  
johtava kokonaisarkkitehti Ari Rouvari, CSC  
kehityspäällikkö Jussi Tella, CSC

Palvelutyöpajaan 27.5.2020 osallistuivat myös Hannu-Pekka Polttila (GTK), Juha Juvonen (Aalto), Tero Hiekkalinna (THL), Jyrki Luttinen (LUKE), Ilari Lähteenmäki (Aalto), Heikki Lanu (Findata), Joonas Tolonen (KAMK), Matti Kämäräinen (IL), Janne Ravantti (HY), Eevaliisa Laine (GTK), Kimmo Kartasalo (TAU), Antti Kahra (GKT), Juhani Forsman (JY), Otto Hyvärinen (IL), Timo Pitkänen (LUKE), Sauli Talja (Ruokavirasto), Enrico Glerean (Aalto), Jari Yli-Hietanen (TAU), Sami Maisala (HY) ja Juha Oksanen (MML).

## 2. Metataso eli rakenteet ja rajaukset

### 2.1 Johdanto

Tämä viitearkkitehtuuri korvaa aiemman Tieteellisten laskentaresurssien ja niiden oheispalvelujen kokonaisarkkitehtuurin <https://www.avoindata.fi/data/fi/dataset/tieteellisten-laskentaresurssien-ja-niiden-oheispalvelujen-kokonaisarkkitehtuuri> 2015.

Viitearkkitehtuuri tarjoaa yhteisen mallin ja käsitteistön sidosorganisaatioiden kokonaisarkkitehtuurien suunnitteluun ja toteuttamiseen määrittäen kohteeseen kuuluvat rakenteet ja niiden väliset suhteet. Viitearkkitehtuuri ohjaa organisaatioiden kokonaisarkkitehtuureja tässä määritellyn rajatun alueen osalta.

### 2.2 Rajaukset

Tieteellisen laskennan viitearkkitehtuuri on tavoitetilan arkkitehtuuri, ja se on ajallisesti rajattu vuoteen 2025.

Taulukossa 1 on kuvattu arkkitehtuurin sisällöllinen raja. Taulukon toisessa palstassa on tarvittaessa tarkennettu rajausta rajaamalla pois joitakin kokonaisuuksia. Esimerkiksi pitkäaikaissäilytys ja FAIR-periaatteet on kuvattu tai tulisi kuvata muissa rinnakkaisissa viitearkkitehtuureissa. Tieteellisen datan koko elinkaaren aikaisen hallinnan viitearkkitehtuurin laatiminen tulee käynnistää.

Viitearkkitehtuuri kattaa	Viitearkkitehtuuri ei kata
Tieteellisen laskennan toiminnan koko kenttä (mukaan lukien TIER 2, koulutus)	
Tieteellisen laskennan kuvaukset	
Laskentaprojektin aikainen datan käsittely ja säilytys	Pitkäaikaissäilytys, FAIR-periaatteet, PID-verkosto
Kansallisen tason integraatio (Helppokäyttöisyys, palvelukyvykkyys)	
Kansainvälisen ja EU-tason integraatio	
Tutkimustyön ja viranomaistyön suhde	
Tieteelliset infrastruktuurit laskennan näkökulmasta	

Taulukko 1. Rajaukset

### 2.3 Menetelmä, viitekehys ja notaatio

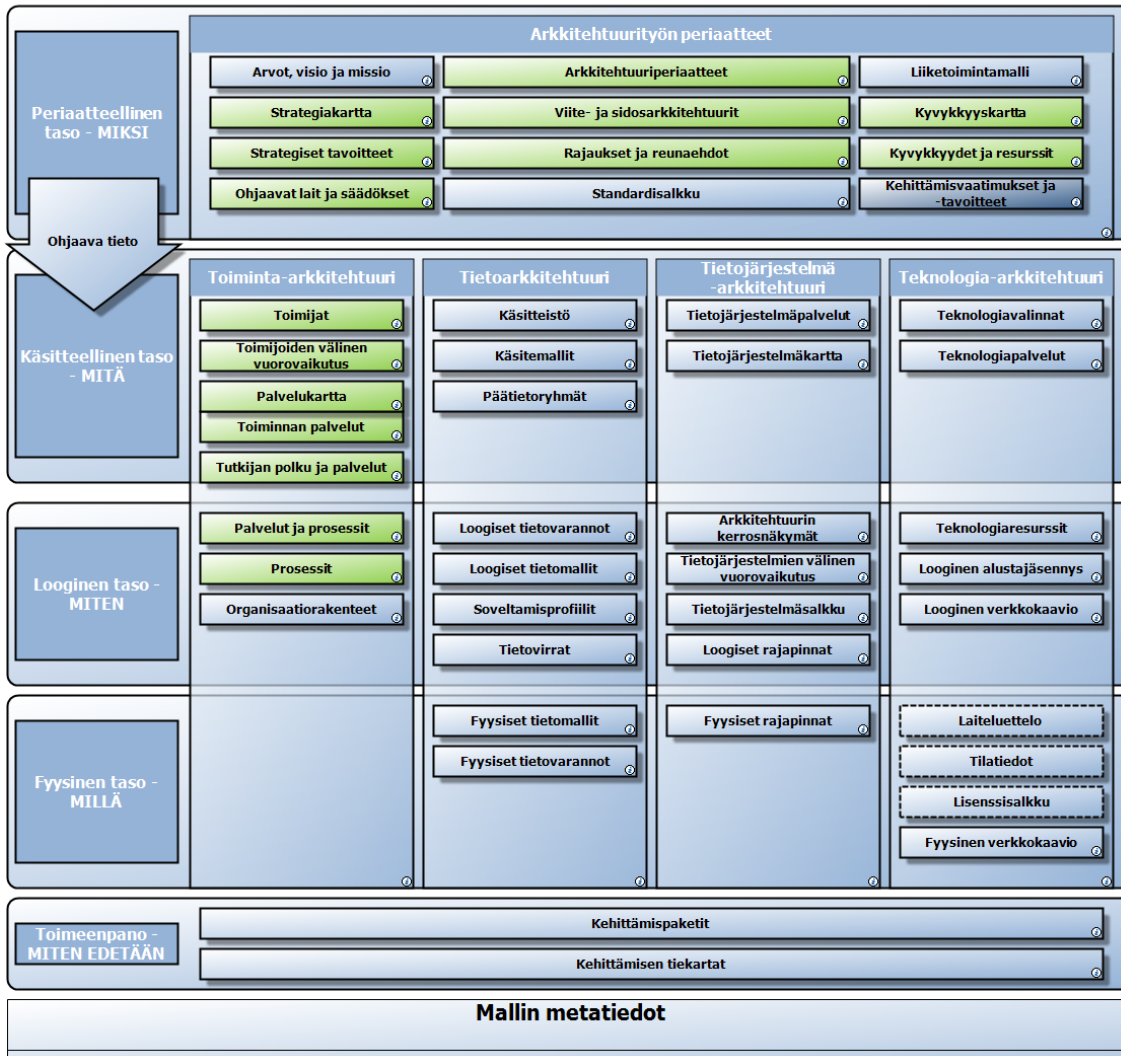
Tieteellisen laskennan viitearkkitehtuurin menetelmänä ja viitekehystenä on käytetty julkisen hallinnon suositusta JHS 179 kokonaisarkkitehtuurin suunnittelu ja kehittäminen: <http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS179/JHS179.html>.

Arkkitehtuurin mallinnusten eli diagrammien notaationa on käytetty archimate-kieltä <https://pubs.opengroup.org/architecture/archimate3-doc/toc.html>.

## 2.4 Kuvattavat artefaktit

Diagrammissa 1 on JHS 179 -viitekehykseen merkitty vihreällä tämän arkkitehtuurin käsittelemät kokonaisuudet. Artefaktit voivat olla diagrammeja, taulukoita ja tai narratiivisia kuvauksia. Arkkitehtuurissa keskitytään periaatteelliseen (strategiseen) tasoon ja toiminta-arkkitehtuuriin.

< Tieteellisen laskennan viitearkkitehtuurissa kuvatut artefaktit 2025 >



Diagrammi 1. Kuvatut kokonaisuudet on merkitty vihreällä värillä

## 2.5 Metamalli

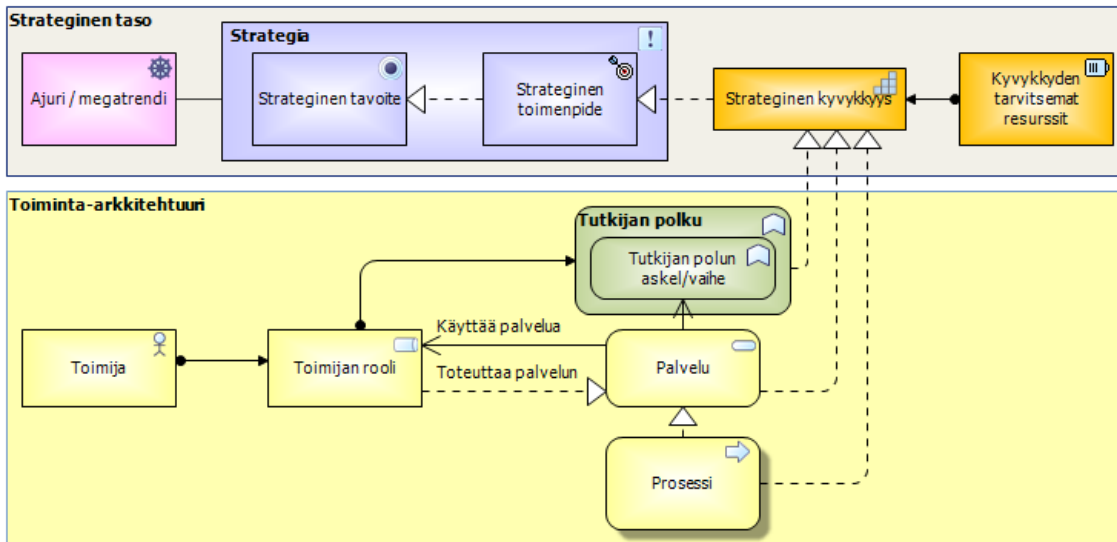
Metamalli (ks. diagrammi 2) kuvaa arkkitehtuurin rakenteen. Se koostuu kahdesta arkkitehtuurisesta kokonaisuudesta: 1) strategisesta tasosta ja 2) toiminta-arkkitehtuurista.

Strategisella tasolla on tunnistettu ulkoiset ajurit /megatrendit, joihin vastataan ja löydetään ratkaisut strategisilla tavoitteilla. Strategiset tavoitteet tarkennetaan edelleen strategisiksi toimenpiteiksi.

Kyvykkyydet ovat asioita (osaamista, toimintatapoja, tietoja ja tietojärjestelmiä), joiden pitää olla olemassa, tai jotka pitää hankkia tai kehittää, jotta strategiset tavoitteet voidaan saavuttaa. Kyvykkyyteen liittyvät organisaation tarvitsemat resurssit, ilman niitä kyvykkyys ei toteudu.

Kyvykkyyksillä toteutetaan strategiset toimenpiteet, strategiset toimenpiteet realisoivat strategiset tavoitteet, ja strategiset tavoitteet ovat vastaus megatrendeihin/ajureihin. Kyvykkyydet asettavat vaatimuksia tieteellisen laskennan toiminnalle, ja nämä vaatimukset ja kyvykkyydet toteutetaan toiminta-arkkitehtuurilla.

Toiminta-arkkitehtuurissa kuvataan toimijat ja niiden roolit. Toimijat rooleissaan joko käyttävät tai tuottavat palveluita. Palvelut toteutetaan prosessien avulla. Palvelut ja prosessit toteuttavat yhdessä kyvykkyyksiä. Lisäksi palvelut on ripustettu tutkijan polun askeliin siten, että tutkijalle tarjotaan jokaisessa vaiheessa olennaiset palvelut.



Diagrammi 2. Tieteellisen laskennan viitearkkitehtuurin yksinkertaistettu metamalli

## 2.6 Hallintamalli

Päivityksen yhteydessä viitearkkitehtuurille tehtiin yksinkertainen ja selkeä hallintamalli, joka ohjaa viitearkkitehtuurin kehittämistä ja ylläpitämistä. Hallintamalli kuvaa miten arkkitehtuurityön ja viitearkkitehtuurin hallinta organisoidaan, mitä rooleja hallintaan kuuluu, sekä miten kokonaisarkkitehtuurityötä käytännössä tehdään (Lähde: JHS 179).

Tieteellisen laskennan viitearkkitehtuurin vastuutahot		Tarkennukset ja lisätietoja
1.	Arkkitehtuurin omistaa OKM	
2.	Arkkitehtuuria hallinnoi Tieteellisen laskennan yhteistyöfoorumi (YTF)	
3.	Hyväksytetään Korkeakoulujen tietohallinto- ja ICT-ohjausryhmällä	
4.	Arkkitehtuuria ylläpitää Tieteellisen laskennan yhteistyöfoorumi	
5.	Päivitysprosessit tarvittaessa omistajan ohjauksessa	
<b>Arkkitehtuurin ohjaavuus</b>		
6.	Arkkitehtuuri on suosittava	
<b>Arkkitehtuurin voimassaoloaika</b>		
7.	Arkkitehtuuri on voimassa toistaiseksi	
<b>Arkkitehtuurin dokumentaatio</b>		
8.	Arkkitehtuuridokumentaatio säilytetään pdf:nä avoindata.fi:ssä	Virallinen
9.	Dokumentaatiosta kopiota säilytetään myös YTF-wikisivustolla <a href="https://wiki.eduuni.fi/x/MCK8C">https://wiki.eduuni.fi/x/MCK8C</a>	Tulevaa käsittelyä varten
10.	CSC säilyttää archimate-kieliset mallinnukset. Kuvauskielen versio on archimate 3.1 <a href="https://pubs.opengroup.org/architecture/archimate3-doc/toc.html">https://pubs.opengroup.org/architecture/archimate3-doc/toc.html</a>	Diagrammit on tehty QPR-KA-työkalulla

Taulukko 2. Arkkitehtuurin hallintamalli

## 3. Strateginen taso

### 3.1 Arkkitehtuuriperiaatteet

#### 3.1.1 Yleiset arkkitehtuuriperiaatteet

1. Arkkitehtuuri noudattaa yleisiä ohjaavia periaatteita kuten julkisen hallinnon arkkitehtuuriperiaatteita (2017).
2. Arkkitehtuuri on strategialähtöinen.
3. Arkkitehtuuri on kumppani-, loppukäyttäjä- ja toimintalähtöinen.
4. Arkkitehtuuri muodostaa yhtenäisen toimintaa ohjaavan kokonaisuuden ottaen huomioon läheiset toiminnot ja arkkitehtuurit.
5. Arkkitehtuuri sisältää koko OKM:n tieteellisen laskennan kohdealueen ja osin kohdealueen EU-integraatiot.

#### 3.1.2 Toiminnalliset arkkitehtuuriperiaatteet

1. Palveluiden tuotanto ja kehittäminen on käyttäjälähtöistä.
2. Infrastruktuuri palvelee tutkimusta ja yhteiskuntaa.
3. Infrastruktuuri mukautuu eri tieteenalojen tarpeisiin.
4. Infrastruktuuri koostuu paikallisista ja keskitetyistä palveluista.
5. Järjestelmien ja niiden välinen toiminta seuraa yhteisiä teknologialinjauksia.
6. Palvelut ovat tarkoituksenmukaiset, tehokkaat, luotettavat ja hyvin resursoidut.
7. Palvelut ovat yhteentoimivia.
8. Palveluiden kehittämisessä ja toteuttamisessa huomioidaan tietoturva ja tietosuojaa.

### 3.2 Ajurit / megatrendit

Tässä luvussa on kuvattu keskeisimmät ajurit ja megatrendit, jotka ohjaavat ja vaikuttavat tieteellisen laskennan toimintaan ja kehitykseen. Valitut ajurit ja megatrendit on huomioitu viitearkkitehtuurin teossa, ja ne ovat ohjanneet viitearkkitehtuurissa tehtyjä valintoja.

Maailmanlaajuiset muutokset – megatrendit – muokkaavat pitkällä aikavälillä toimintaympäristöämme. Ne ovat keskenään vuorovaikutuksessa ja luovat monitahoisia vaikutuksia, jotka saattavat vahvistaa tai vaimentaa toisiaan tai aiheuttaa ristiaallokkoa.

Ajuri/megatrendi	Kuvaus tarvittaessa	Huomioitava
Tutkijalähtöisyys	Tutkijanpolku (2017)	Tutkijalähtöinen palvelumuotoilu
Käyttäjäkeskeisyys, käytettävyys		
EU-integraatio, kansainvälisyys	Eryteisesti huomioidaan EuroHPC- ja EOSC-yhteistyö	
Keskitettyjen ratkaisujen houkuttelevuus – kustannustehokkuus		
Kestävä kehitys	Sisältäen ilmastonmuutoksen ja Green Dealin	
Tieteellisen laskennan yhteiskunnallisen vaikuttavuuden lisääntyminen	Sisältäen kansalaistieteen	



Ajuri/megatrendi	Kuvaus tarvittaessa	Huomioitava
Datalähtöisen tutkimuksen lisääntyminen (volyymi, sensitiivinen data)		Tietosuoja, etiikka
Tekoälytutkimus ja -sovellukset		
Omadata	<p>Omadata (engl. My data) tarkoittaa 1) henkilötietojen hallinnan ja käsittelyn uutta lähestymistapaa ja paradigman muutosta, jossa pyritään siirtymään nykyisestä organisaatiokeskeisestä järjestelmästä ihmiskeskeiseen järjestelmään; 2) henkilötietoja resurssina, jota yksilö voi tarkastella ja hallita. Omadataksi määritelty lähestymistapa perustuu yksilön oikeuteen tarkastella itsestään kerättyjä tietoja. Ydinajatus on, että yksilöiden pitäisi voida hallita omia tietojään.</p> <p>Lähde: <a href="https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/omadata/">https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/omadata/</a> ja edelleen Poikola, Kuikkaniemi, Honko: MyData - A Nordic Model for human-centered personal data management and processing, 2014.</p> <p>Tieteellisessä laskennassa omadatalla tarkoitetaan vastaavaa ajatusmallia, joka ulottuisi yli tieteellisen laskennan toimijoiden ja palveluiden, ja tarjoaisi tutkijalle mahdollisuuden hallita, tarkastella ja hyödyntää omia tietojään, tutkimusaineistojaan ja tutkimustuloksiaan helppokäyttöisten tutkijalähtöisten palveluiden kautta.</p>	
Laskentainfrastruktuurin erikoistuminen		Muun muassa GPUt, FPGA:t, kvanttilaskenta, neuroverkkokiihdyttimet
Elinkeinoelämäyhteistyön tarve		
Laskennallisen huippututkimuksen tukeminen		On jo nykyisinkin jo hyvällä tolalla
Tietoturva		
Sensitiivinen data ja datan käytön etiikka, vastuullinen tiede	Regulaation haasteet tutkimusdatan käytölle	Myös tekoälyn etiikka

Taulukko 3. Megatrendit

### 3.3 Strategiataulukko

Strategiataulukkoon on kerätty keskeisesti tieteellistä laskentaa ohjaavat ja siihen vaikuttavat strategiat. Tunnistettuja strategioita on 20. Valittuja strategioita verrattiin rajauksiin ja megatrendeihin ja niiden pohjalta tunnistettiin keskeisimmät strategiset tavoitteet, jotka tulee ottaa huomioon tieteellisen laskennan viitearkkitehtuurissa. Tavoitteita tarkennettiin johtamalla niistä edelleen keskeisimmät strategiset toimenpiteet, joiden saavuttamista viitearkkitehtuuri ohjaa omalta osaltaan.

Megatrendit, strategiat, strategiset tavoitteet ja toimenpiteet on kuvattu visuaalisesti strategiakartassa luvussa 3.5.

Strategioita, joista ei ollut käytössä suomenkielistä versiota, ei ole käännetty.

Strategia	Strateginen tavoite	Strateginen toimenpide	Huom.
<a href="#">Kansallisten tutkimusinfrastruktuurien strategia 2020-2030 (FIRI)</a>	Edistää tutkimuksen laatua, uudistumista ja kilpailukykyä	Hallituskaudet ylittävät rahoitusnäkömät; (rahoituksen jatkuvuuden huomioiminen, lobbaus, ennakoitavuus)	<b>Priorisoitu</b> Ks. erityisesti kohdat: Dynaamisuus, Digitaalisuus ja data

Strategia	Strateginen tavoite	Strateginen toimenpide	Huom.
	<p>Vahvistaa tutkimusympäristöjen monimuotoista vaikuttavuutta</p> <p>Lisää kansallista ja kansainvälistä yhteistyötä</p>	<p>Etäkäyttö ja erilaiset palvelumallit; hallinnonalojen yhteistyö erityisesti datanhallinnassa</p> <p>Kansallisissa ja kansainvälisissä yhteistyöhankkeissa on kehitetty malleja yhteistyössä tiede- ja korkeakouluyhteisön, julkisen ja yksityisen sektorin kanssa</p> <p>tutkimusinfrastruktuurien laajan ja monimuotoisen hyödynnettävyyden edistämiseksi. (esim. EUCLID)</p> <p>Datamäärät: Yhtenäiset elinkaaret, prosessit ja tallennuksen hallintaprosessit</p>	<p>Laaja ja monimuotoinen vaikuttavuus</p> <p>Strategian toimeenpano FIRI tiekartan kautta</p>
<p><a href="#">Tulanet-verkostostrategia</a></p> <p>Tulanet-laitosten omat strategiat</p>	<p>Vahva yhteistyömme tuottaa vaikuttavaa ja kansainvälisesti kilpailukykyistä tutkimusta.</p> <p>Tulanet-laitosten omat strategiat korostavat:</p> <p>yhteistyötä, yhdessä tekemistä, yhteiskehittämistä, yhteistyötä eri tieteiden ja toimialojen välillä; uusien (digitaalisten) ratkaisujen kehittämistä</p> <p>Ilmatieteen laitoksen strategia</p> <p>Ilmatieteen laitos kehittää ja ylläpitää ainutlaatuista 24/7-periaatteella toimivaa tuotantojärjestelmää, josta tuotetaan palveluita eri asiakassektoreiden tarpeisiin. Tuotantojärjestelmään kuuluu mm. sää-, meri-, ilmanlaatu- ja ilmastotieto, suurteholaskenta ja sen sovellukset, ohjelmistokehitys ja avoin lähdekoodi sekä erilaiset tiedon, palveluiden ja avoimen datan jakelujärjestelmät. Digitaalinen tuotantojärjestelmä palvelee Ilmatieteen laitoksen sisäistä toimintaa ja palvelutuotantoa, sekä tarjoaa myös pohjan muiden palvelukehittäjien ja yritysten digitaaliselle tuote- ja palvelukehitykselle.</p>	<p>Edistämme joustavaa yhteistyötä ja resurssien tehokasta käyttöä mm. infrastruktuureiden ja tietoaaineistojen hallinnassa ja käytössä.</p> <p>Huomioidaan Ilmatieteen laitoksen alustapalvelut.</p> <p>Business Finlandin avustusprosessin kautta myönnetään käyttöoikeuksia yrityspuolelle.</p>	<p><b>Priorisoitu</b></p> <p><a href="#">Geologian tutkimuskeskus (GTK)</a></p> <p><a href="#">Ilmatieteen laitos (IL)</a></p> <p><a href="#">Luonnonvarakeskus (Luke)</a></p> <p><a href="#">Maanmittauslaitos (MML)</a></p> <p><a href="#">Ruokavirasto</a></p> <p><a href="#">Suomen ympäristökeskus SYKE</a></p> <p><a href="#">Säteilyturvakeskus (STUK)</a></p> <p><a href="#">Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy</a></p> <p><a href="#">Terveystieteiden tutkimuskeskus (THL)</a></p> <p><a href="#">Työterveyslaitos (TTL)</a></p>
<p><a href="#">CSC:n strategia 2025</a></p>	<p>Kilpailuetua tutkimuksen ekosysteemeillä</p>	<p>Tuodaan tehtyjen investointien koko potentiaali</p>	<p><b>Priorisoitu</b></p>

Strategia	Strateginen tavoite	Strateginen toimenpide	Huom.
	Datasta hyötyjä hallitusti	<p>yhteentoimivalla ja asiakasystävällisellä tavalla käyttöön</p> <p>Hyödynnetään kansallista ja kansainvälistä yhteistyötä yhteisen osaamisen vahvistamiseksi</p> <p>Varmistetaan turvallinen ja toimintavarma tiedonsiirto</p> <p>Kehitetään vähähiilistä palvelutuotantoa, joka tukee kansallisia ja eurooppalaisia kestävä kehityksen tavoitteita</p> <p>Laajennetaan asiakaskuntaa niin OKM:n kuin muiden ministeriöiden hallinnonaloilla ja edistetään tutkimustoimijoiden ja elinkeinoelämän yhteistyötä</p> <p>Kotiutetaan hyötyjä kansainvälisestä yhteistyöstä</p> <p>Liiketoimintatieto tehokkaassa käytössä</p>	
<a href="#">OKM:n 2020-2030 sivistystä tiedolla taidolla ja tunteella</a>	Luova, tutkiva ja vastuullinen toiminta uudistaa yhteiskuntaa	Tutkimus-, innovaatio- ja kehittämistoiminnan edellytykset vahvistuvat. Tämä arkkitehtuuri on tähän työkalu (kyvykkyys)	<b>Priorisoitu</b>
<a href="#">TSV avoimeen tieteen ja tutkimuksen julistus 2020-25</a>	Tutkimusaineistot ja -menetelmät ovat niin avoimia kuin mahdollista ja niin suljettuja kuin välttämätöntä. Aineistoja hallitaan tarkoituksenmukaisesti FAIR-periaatteita tavoitellen. Tutkimusmenetelmät ja -aineistot, mukaan lukien tutkimusdata, tunnistetaan itsenäisiksi tutkimustuotoksiksi.	<p>Kuvataan kuinka FAIR käytännössä toteutetaan rajataan ATT-arkkitehtuurin kanssa.</p> <p>Kansalliset PID-palvelut (DOI)</p> <p>Tutkimusaineistot ja -menetelmät ovat niin avoimia kuin mahdollista ja niin suljettuja kuin välttämätöntä (Tämän implementointi)</p> <p>Yhteistyö</p> <p>Tuetaan laitoksia datan ja laskennan osalta.</p> <p>Tutkijalähtöiset toimintamallit ja palvelumallit, helppokäyttöiset alustat</p> <p>Datapalveluiden tuotteistaminen</p>	<b>Priorisoitu</b> Toimijoiden roolit ja vuorovaikutuskuva tällä hetkellä sekä tavoiteltu lopputila tulisi selvittää tieteellisen datan hallinnan tulevaisuuden selvitystyössä

Strategia	Strateginen tavoite	Strateginen toimenpide	Huom.
<p>Digivisio (unifi, arene)</p> <p><a href="https://wiki.eduuni.fi/x/NKELBw">https://wiki.eduuni.fi/x/NKELBw</a></p>	<p>Oppimisen ekosysteemi tarjoaa alustan myös tutkimukselle ja innovaatiotoiminnalle hyödyttäen laajasti yhteiskuntaa ja työelämää.</p>	<p>Helppokäyttöiset ja helposti saatavilla olevat palvelut tutkijoille.</p> <p>Käytetään olemassa olevaa tutkijan polun mallinnusta</p> <p>Tutkijan omadata (identiteetin ja suostumusten hallinta)</p>	<p><b>Huomioidaan</b></p> <p>Digivisio on vielä keskeneräinen, joten tavoitteet eivät ole vielä kiteytyneet. Digivisio on hyvin oppijakeskeinen.</p>
<p><a href="#">Genomikeskus-strategia – parempaa terveyttä genomitiedon avulla</a></p>	<p>Genomiikassa Suomi on kansainvälisesti houkutteleva tutkimus- ja liiketoimintaympäristö</p>	<p>Tarjotaan laskenta- ja säilytyspalvelut laajojen genomiaineistojen käsittelyyn tutkimuksessa ja liiketoiminnassa.</p>	<p><b>Priorisoitu</b></p> <p>genomikeskuksen laajan datan päivittäminen (suuri laskentatarve)</p>
<p><a href="#">PRACE – Partnership for Advanced Computing in Europe</a></p>	<p>The mission of PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe) is to enable high-impact scientific discovery and engineering research and development across all disciplines to enhance European competitiveness for the benefit of society.</p> <p>PRACE also seeks to strengthen the European users of HPC in industry through various initiatives.</p> <p>PRACE has a strong interest in improving energy efficiency of computing systems and reducing their environmental impact.</p> <p>To use resources efficiently, a larger share of investments must be spent on software, algorithms and education – effectively the human side of the infrastructure.</p>	<p>Offering world class computing and data management resources and services through a <a href="#">peer review process</a>.</p> <p>Training and education</p> <p>HPC market surveillance</p>	<p><b>Priorisoitu</b></p> <p>Seurataan miten limitty EuroHPC:n kehitykseen, seurataan PRACEn position kehittymistä</p>
<p><a href="#">PRACE – Position papers</a></p>	<p>This position paper advocates for a strong partnership between EuroHPC and PRACE, including key partners from the European ICT landscape. By pooling our creative forces and experience in Europe, we will achieve global leadership in technology, scientific, industrial and societal application of HPC.</p> <p>It is crucial to ensure that the provision of resources and services made possible by all PRACE Member States, chiefly under the PRACE 2 Programme, is continued in the new EuroHPC era.</p>	<p>The PRACE HPC/AI services towards the development of urgent computing, increased support to EU Flagship projects, link with large scale scientific instruments and ESFRIs based on a new elastic Cloud access mode of HPC/data resources – more agile and complementing the static peer review access mode.</p> <p>The PRACE Big Data services adding a pan-European federated data management and access layer to PRACE, which is based on infrastructure services like ICEI/Fenix (IaaS) and EUDAT and</p>	

Strategia	Strateginen tavoite	Strateginen toimenpide	Huom.
	<p>It is indispensable for the continuation of the European HPC success story to pursue the activities as so far carried out by the PRACE IP projects appropriately when entering the EuroHPC era.</p>	<p>supporting converged HPDA/AI interactive stream/batch data services, end-to-end workflows (from edge to tape) or portal services for OpenData projects.</p> <p>The PRACE extended industry services integrating current PRACE activities with others led by PRACE partners (e.g. Fortissimo) and potentially private partners towards a complete European integrated offer to industry, allowing the provision of a unique and sovereign set of services spanning from HPC/AI evangelisation, Open R&amp;D, confidential R&amp;D to commercial Cloud services.</p> <p>The PRACE/GÉANT resource management based on the GÉANT basic network services and the future PRACE federation services, striving for one single way to connect and to manage.</p>	
<p><a href="#">The Scientific Case for Computing in Europe 2018–2026 (PRACE)</a></p>	<p>To be internationally competitive, Europe must build a strong joint computational infrastructure and community instead of loosely-coordinated national organisations.</p> <p>Resources are steered by scientific impact.</p> <p>The infrastructure must reflect diverse needs for architecture, bandwidth and network.</p>	<p>Cost-efficiency</p> <p>Access based on excellency and readiness</p> <p>Academia and industry involved in governance</p> <p>Needs of data centric research must be answered</p> <p>Resourcing for staff</p>	
<p><a href="#">KOMISSION SUOSITUS (EU) 2018/790, tieteellisen tiedon saatavuudesta ja säilyttämisestä</a></p>	<p>Markkinoilla käytettävät lisensointiehtdot eivät kohtuuttomasti rajoita tekstin- ja tiedonlouhintaa julkisrahoitteisesta tutkimuksesta syntyvistä julkaisuista noudattaen sovellettavaa tekijänoikeuslainsäädäntöä ja sen soveltamista rajoittamatta.</p> <p>Käytössä on tehokas sähköisen tieteellisen tiedon tallennusjärjestelmä, joka kattaa alkuaan digitaaliset julkaisut ja niihin liittyvät tutkimustulokset; – pitkäaikaista säilyttämistä varten valittu tieteellinen tieto arkistoidaan asianmukaisesti käyttämällä tarvittavia</p>	<p>Huomioidaan lisenssiehdot ja tekijänoikeuslainsäädäntö</p> <p>Tunnistetaan integraatiot tallennukseen ja pitkäaikaissäilyttämiseen</p>	<p><b>Huomioidaan</b></p>

Strategia	Strateginen tavoite	Strateginen toimenpide	Huom.
	laitteistoja ja ohjelmistoja, jotka mahdollistavat tiedon uudelleenkäytön.		
<a href="#">Tekoälyohjelma</a> , työ- ja elinkeinoministeriö	Hyödynämme dataa kaikilla sektoreilla  Nopeutamme ja helpotamme tekoälyn käyttöönottoa  Varmistamme huippuosaamisen ja houkuttelemme huippuosaajia  Nostamme Suomen tekoälyajan suunnannäyttäjäksi	Tekoälyn avulla on luotu helppokäyttöisempiä, oikea-aikaisia palveluita, sekä mahdollistettu uusien toimintatapojen syntyminen. Keskeisessä roolissa huippuosaajien houkuttelussa ovat yritysten, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten muodostamat osaamiskeskittymät.  Osaamiskeskittymien muodostamisen tuki ja partneroituminen. Tutkimus on hyvin yritysvetoista.  AI käyttää lähes samaa infraa kuin perinteinen HPC  Tekoälyosaamisen merkittävä tarve	<b>Priorisoitu</b>
<a href="#">Kansallinen tekoälyohjelma Aurora AI 2020-2022</a>	Maailman parhaiden julkisten palvelujen tavoitteen onnistuminen edellyttää, että julkiset organisaatiot kytketään yhteen (AuroraAI-verkko) vuorovaikuttamaan tekoälyn avulla myös muiden sektorien palvelujen kanssa	Tieteellisen laskennan kapasiteetti kytketään myös Aurora AI-verkkoon.	<b>Huomioidaan</b>
Hallitusohjelma (ilmiöt) <a href="#">Osaamisen sivistyksen ja innovaatioiden Suomi</a>	Tavoite 4: Suomi on kansainvälisesti houkutteleva paikka opiskella, tutkia ja investoida:  Innovaatio- ja tutkimuspolitiikan hallinonrajat ylittävää koordinaatiota ja johtamista on vahvistettava läpi valtionhallinnon.  Vahvistetaan suomalaisen tutkimus- ja tiedeyhteisön kansainvälistä kilpailukykyä ja vetovoimaa panostamalla tutkimusympäristöihin ja tutkimusinfrastruktuureihin.	Helposti saatavia ja kilpailukykyisiä tieteellisen laskennan resursseja tutkijoille ja yrityksille.  Resursseja pystytään hyödyntämään joustavasti myös julkishallinnon muussa toiminnassa ja viranomaistehtävissä  Matalan byrokratian resurssijaon säilyttäminen	<b>Priorisoitu</b>
<a href="#">The European Strategy for HPC / EuroHPC</a> <a href="https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/eurohpc-joint-undertaking">https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/eurohpc-joint-undertaking</a>	Establish an integrated world-class supercomputing & data infrastructure and support a highly competitive and innovative HPC and Big Data ecosystem. Europe in the world TOP10.  Developing a pan-European supercomputing infrastructure for use in more than 800 scientific and industrial	Buying and deploying in the EU three supercomputers that will be among the top 5 in the world and at least five other that would today rank in the global top 25 for Europe's private and public users scientific and industrial users.  Competence center (CSC):llä oma, antaa tukea EuroHPC-	<b>Priorisoitu</b>

Strategia	Strateginen tavoite	Strateginen toimenpide	Huom.
	<p>application fields.</p> <p>Supporting research and innovation activities</p> <p>Kilpailukykyisen eurooppalaisen teknologian kehittäminen</p>	<p>infrastruktuureille ja palveluiden kehittämiseen)</p> <p>Developing a European supercomputing ecosystem, stimulating a technology supply industry, and making supercomputing resources in many application areas available to a large number of public and private users, including small and medium-sized enterprises.</p>	
<a href="#">Supporting the Green transition</a>	<p>Digital technologies are crucial for the EU to become climate neutral by 2050, the goal set in the European Green Deal</p> <p>Artificial Intelligence, supercomputing and pooled data will allow better analysis and decision-making on climate crisis and the environment. This will lead to better policy making.</p> <p>Boost the EU's ability to predict and manage environmental disasters.</p> <p>The 'Destination Earth' initiative will develop a high precision digital model (a 'digital twin') of the Earth that will radically improve Europe's ability to predict extreme weather patterns, gauge the impact of climate change and manage natural and environmental disasters.</p>	<p>Make data centres and ICT infrastructures climate-neutral by 2030</p> <p>Ensure they become more energy efficient and use more renewable energy sources.</p>	<b>Huomioidaan</b>
<a href="#">Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA) of the European Open Science Cloud (EOSC)</a>	<p>Open Science practices and skills are rewarded and taught, becoming the 'new normal'</p> <p>Standards, tools and services allow researchers to find, access, reuse and combine results</p> <p>Sustainable and federated infrastructures enable open sharing of scientific results</p>	<p>Awareness raising, training, education and community specific support</p> <p>Development, adoption and maintenance of community standards, tools and infrastructure</p>	<b>Huomioidaan</b> (Perustuu versioon 0.8)
<a href="#">Korkeakoulutuksen ja tutkimuksen digitalisoitumisen tiekartta</a>	Seurataan ja huomioidaan tarvittaessa		<b>Huomioidaan</b>
<a href="#">Shaping Europe's Digital Future</a> EU's digital strategy	Expand Europe's super-computing capacity to develop innovative solutions for medicine, transport and the environment	<p>Arkaluonteisen datan hallinnointi</p> <p>Kansalaisen Omadatan hallinnointi</p>	<b>Priorisoitu</b>

Strategia	Strateginen tavoite	Strateginen toimenpide	Huom.
	<p>Ensure Artificial Intelligence is developed in ways that respect people's rights and earn their trust</p> <p>Increase access to high-quality data while ensuring that personal and sensitive data is safeguarded</p> <p>Reduce the digital sector's carbon emissions</p>	<p>Henkilötiedon hallinnointi (GDPR)</p> <p>Huomioidaan datan siirtely palveluiden suunnittelussa</p> <p>Datan uudelleen käytön huomioiminen</p> <p>Hiilijalanjälki huomioidaan hankinnoissa</p> <p>Datan polku ja hiilijalanjälki</p>	
<a href="#">The European Strategy for Data</a>	<p>A cross-sectoral governance framework for data access and use</p> <p>Investments in data and strengthening Europe's capabilities and infrastructures for hosting, processing and using data, interoperability</p> <p>Common European data spaces in strategic sectors and domains of public interest</p>	<p>Adopt an implementing act on high-value data-sets</p> <p>Invest in a High Impact project on European data spaces (a total funding in the order of €4-6 billion)</p> <p>Establishment of EU-wide common, interoperable data spaces in strategic sectors</p>	<p><b>Priorisoitu</b></p> <p>Euroopopalaisten data spacejen tuen huomioiminen</p>
<a href="#">Excellence and Trust in AI Intelligence</a>	<p>Support the procurement of AI systems by public bodies.</p> <p>Ensure unbiased data sets</p>	<p>Public - private sectors co-operation</p>	<p><b>Priorisoitu</b></p>
<a href="#">White paper on Artificial Intelligence - A European approach to excellence and trust</a>	<p>Securing access to data and computing infrastructures</p>	<p>More than €4 billion proposed under the Digital Europe Programme to support high-performance and quantum computing, including edge computing and AI, data and cloud infrastructure</p> <p>Seurataan kvanttilaskennan ja IOT:n kehitystä</p>	<p><b>Huomioidaan</b></p>
<a href="#">Kansallinen tutkimuksen, kehittämisen ja innovaatioiden tiekartta</a>	<p>Osaaminen</p> <p>Uusi kumppanuusmalli</p> <p>Innovatiivinen julkinen sektori</p>	<p>13. Tutkimusinfrastruktuurien ja kokeiluympäristöjen kehittämiskokonaisuus</p> <p>15. Laaditaan valituille kasvualoille datan hyödyntämistä tukevat toimenpidesuunnitelmat yhteistyössä...</p> <p>20. Edistetään avoimia toimintatapoja sekä datan saatavuutta ja hyödyntämistä TKI-toiminnassa</p>	<p><b>Priorisoitu</b></p>
<a href="#">Valtioneuvoston selonteko Tiedepolitiikasta ja tekoälystä</a>	<p>Tekoäly, tieto, etiikka, osaaminen, digitaalinen turvallisuus, talous ja kestävä kehitys</p>	<p>Yhteinen ja kokonaisvaltainen tietopolitiikka hyödyntäen eri alojen tietoperiaatteita ja kokemuksia</p> <p>Hyvinvoinnin sekä taloudellisen, sosiaalisen, kulttuurisen että turvallisuuden ja ympäristön</p>	<p><b>Priorisoitu</b></p>



Strategia	Strateginen tavoite	Strateginen toimenpide	Huom.
		<p>kannalta kestävä, osaava yhteiskunta</p> <p>Selkeät tietopolitiikka-linjaukset ja periaatteet, joilla vahvistetaan yritysten sekä muiden yhteiskunnan toimijoiden kilpailu- ja päätöksentekokykyä</p> <p>Vahvistetaan Suomea houkuttelevana datatalouden toimintaympäristönä</p> <p>Suomi edelläkävijänä tiedon hyödyntämisen kansainvälisessä toimintaympäristössä</p> <p>Vahvistetaan tietopoliittisten valintojen ja tekoälyn kehittämisen eettistä arvopohjaa</p> <p>Edistetään analyysi-, ennakointi- ja reagointikykyä</p>	

Taulukko 4. Strategiataulukko

### 3.4 Keskeiset lait ja asetukset

Laki	Kuvaus	Vaatus	Lakisääteiset tehtävät	Miten huomioidaan
<a href="#">Hankintalaki 1397/2016</a>	Valtion ja kuntien viranomaisten sekä muiden 5 §:ssä tarkoitettujen hankintayksiköiden on kilpailutettava hankintansa ja käyttöoikeussopimuksensa siten kuin tässä laissa säädetään.	Velvoittava		Huomioidaan hankinnoissa ja erityisesti yritys yhteistyössä
<a href="#">Laki valtion yhteisten tieto- ja viestintäteknisten palvelujen järjestämisestä 1226/2013</a>	<p>Laki tehostaa valtion tieto- ja viestintäteknisiä toimintoja, parantaa tieto- ja viestintäteknisten palvelujen laatua ja yhteentoimivuutta sekä parantaa tieto- ja viestintäteknisen palvelutuotannon kustannustehokkuutta ja ohjausta.</p> <p>Laki kokoaa hallinnollisesti yhteen valtion tieto- ja viestintäteknisiä toimintoja.</p> <p>Lailla luodaan puitteet järjestää valtion yhteisten tieto- ja viestintäteknisten palvelujen yhtenäinen tuotanto ja käyttö.</p>	Velvoittaa valtionhallinnon alaisia tutkimuslaitoksia ja muita toimijoita		Varmistetaan, että CSC ei tee päällekkäistä työtä muiden keskitettyjä palveluita tarjoavien toimijoiden kanssa
<a href="#">Tietosuojalaki 1050/2018</a>	Henkilötietojen käsittelyn kansallinen yleislaki	Osoitusvelvollisuus		Merkitään organisaatioiden arkkitehtuureissa ne palvelut ja prosessit, joissa käsitellään GDPR-dataa

Laki	Kuvaus	Vaatus	Lakisääteiset tehtävät	Miten huomioidaan
<a href="#">Tiedonhallintalaki 906/2019</a>	<p>Laki varmistaa viranomaisten tietoaaineistojen yhdenmukaisen ja laadukkaan hallinnan sekä tietoturvallisen käsittelyn julkisuusperiaatteen toteuttamiseksi.</p> <p>Se mahdollistaa viranomaisten tietoaaineistojen turvallisen ja tehokkaan hyödyntämisen, jotta viranomaisen voi hoitaa tehtävänsä ja tarjota palvelunsa hallinnon asiakkaille hyvää hallintoa noudattaen tuloksellisesti ja laadukkaasti.</p> <p>Se edistää tietojärjestelmien ja tietovarantojen yhteentoimivuutta.</p>	Tietoturvatason ja tiedonhallintamallin huomioiminen	Tiedonhallintamalli	Tiedonhallintamallit tehdään organisaatioittain. Selvitetään koskeeko laki CSC:tä ja tuleeko CSC:n kuvata keskitettyjen palveluiden tiedonhallintamalli.
<a href="#">Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta 199/621</a>	Laissa säädetään oikeudesta saada tieto viranomaisten julkisista asiakirjoista sekä viranomaisessa toimivan vaihtolovelvollisuudesta, asiakirjojen salassapidosta ja muista tietojen saantia koskevista yleisten ja yksityisten etujen suojaamiseksi välttämättömistä rajoituksista samoin kuin viranomaisten velvollisuuksista tämän lain tarkoituksen toteuttamiseksi.	Velvoittava		Tietyissä OKM:n delegoimissa tehtävissä. Huomioidaan tarvittaessa.
<a href="#">Tekijänoikeuslaki</a>	Laissa säädetään mm. tekijänoikeuden kohteista ja sisällöstä, teosten käytöstä, jälleenmyyntikorvauksesta, tekijänoikeuden siirtymisestä, voimassaoloajasta, tekijänoikeuden lähioikeuksista sekä lain soveltamisesta.	Tutkimuskäyttöön liittyvät rajoitukset tekijänoikeuksiin		
<a href="#">Laki sosiaali- ja terveystietojen toissijaisesta käytöstä 552/2019</a>	Mahdollistaa sosiaali- ja terveydenhuollon toiminnassa sekä sosiaali- ja terveysalan ohjaus-, valvonta-, tutkimus- ja tilastotarkoituksessa tallennettujen henkilötietojen tehokkaan ja tietoturvallisen käsittelyn sekä niiden yhdistämisen Kansaneläkelaitoksen, Väestörekisterikeskuksen, Tilastokeskuksen ja Eläketurvakeskuksen henkilötietoihin.	Huomioitava integraatiossa Findatan (tietolupa- viranomaisen) palveluihin	Laissa listattu Findatan palvelut	Vaikutukset erityisesti tietojärjestelmien integrointiin ja tietoturvallesiin järjestelmiin
Genomilaki valmisteilla HE 50/2020	Tietoa lain valmistelusta <a href="https://stm.fi/hanke?tunnus=STM071:00/2018">https://stm.fi/hanke?tunnus=STM071:00/2018</a>			Päivitetään kun laki valmistuu
<a href="#">EU: neuvoston asetus Euroopan suurteholaskennan yhteisyritysten perustamisesta</a>	<p>Perustetaan eurooppalaista suurteholaskentaa varten yhteisyrittä.</p> <p>Yhteisyrittäksen tehtävänä on kehittää ja ottaa käyttöön integroitu maailmanluokan supertietokone- ja datainfrastruktuuri unionissa sekä laajentaa sitä ja pitää sitä yllä samoin kuin kehittää erittäin kilpailukykyinen ja innovatiivinen suurteholaskennan ekosysteemi ja tukea sitä.</p>	Otetaan huomioon rahoituksessa, hankinnassa, resurssien jakamisessa ja yrityskäytössä		
<a href="#">Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi julkisen sektorin hallussa olevien tietojen</a>	<p>PSI-direktiivin pääperiaate:</p> <p>Jäsenvaltioiden on varmistettava, että julkisen sektorin elinten hallussa olevien asiakirjojen uudelleen käytön ollessa sallittua asiakirjoja voidaan käyttää uudelleen kaupallisiin ja muihin kuin kaupallisiin tarkoituksiin. Asiakirjojen on oltava</p>	Otetaan huomioon julkisesti tuotettujen tietoaaineistojen avaamisessa		<a href="#">PID-verkosto</a>

Laki	Kuvaus	Vaatus	Lakisääteiset tehtävät	Miten huomioidaan
<a href="#">uudelleenkäytöstä 2003/98/EY</a>	mahdollisuuksien mukaan saatavissa sähköisessä muodossa.			
<a href="#">Laki kaksikäyttötuotteiden vientivalvonnasta 26.7.1996/562</a>	Käyttöoikeuksien antaminen tietyille maille ja näiden kansalaisille ("ohjelmistojen tai teknologian siirtoa yhteisön ulkopuoliseen määräpaikkaan sähköisillä viestimillä, tähän sisältyy tällaisten ohjelmistojen ja teknologian asettaminen sähköisessä muodossa yhteisön ulkopuolisten oikeushenkilöiden, luonnollisten henkilöiden ja kumppaneiden saataville.")	Otetaan huomioon käyttöoikeuksien jakamisessa		
<a href="#">Laki digitaalisten palveluiden tarjoamisesta</a>	Lain tarkoituksena on edistää digitaalisten palvelujen saatavuutta, laatua, tietoturvasuutta sekä sisällön saavutettavuutta ja siten parantaa jokaisen mahdollisuuksia käyttää yhdenvertaisesti digitaalisia palveluja.  Lailla pannaan täytäntöön EU:n saavutettavuusdirektiivi.	Otetaan huomioon kaikkien asiointipalveluiden kehittämisessä		
<a href="#">Laki kulttuuriaineiston säilyttämisestä</a>	Lain tarkoituksena on Suomessa yleisön saataville saatettujen kansallisen kulttuurin aineistojen säilyttäminen tuleville sukupolville ja saattaminen tutkijoiden ja muiden tarvitsijoiden käyttöön.	Otetaan huomioon datan saattamisessa tutkijoiden käyttöön		Otetaan huomioon tieteellisen datan viitearkkitehtuurissa

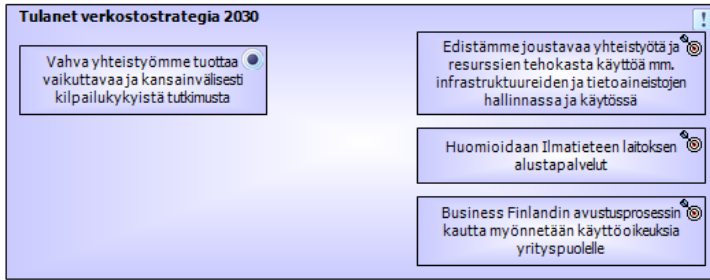
Taulukko 5. Lait ja asetukset

### 3.5 Strategiakartta

Edellisissä taulukoissa kuvatut strategiat, strategiset tavoitteet ja toimenpiteet on visualisoitu diagrammeissa 3-21. Jokaisesta valitusta strategiasta on erillinen diagrammi. Diagrammeihin on lisätty tarvittavat strategiset kyvykkyudet. Kyvykkyudet ovat asioita (osaaminen, toimintatavat, tiedot ja tietojärjestelmät), jotka organisaatio(i)lla pitää olla, jotta strategiset tavoitteet saavutetaan. Kyvykkyudet on kuvattu tarkemmin luvuissa 3.6 ja 3.7.



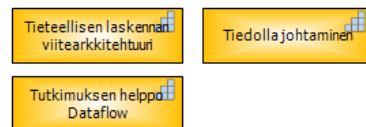
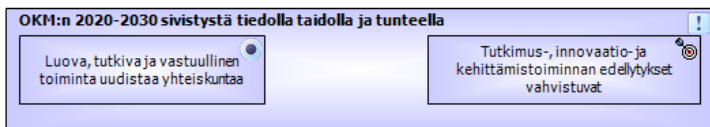
Diagrammi 3.



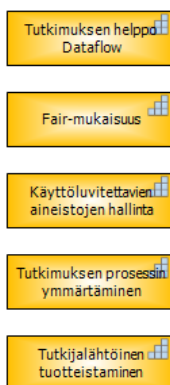
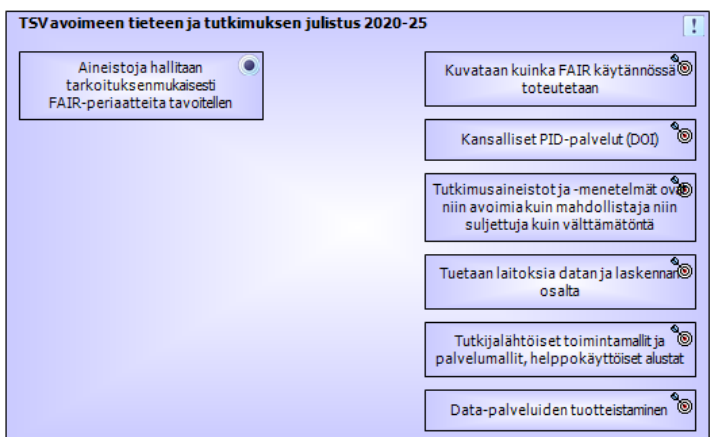
Diagrammi 4.



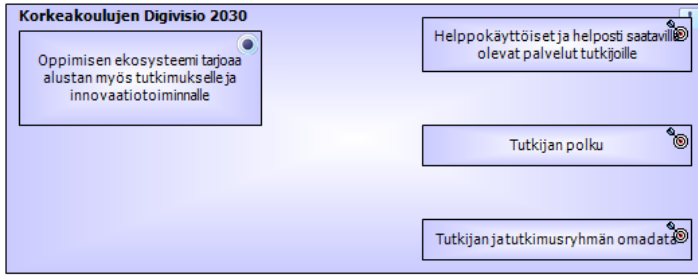
Diagrammi 5



Diagrammi 6.



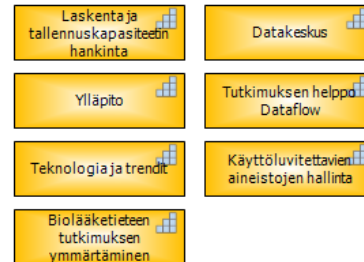
Diagrammi 7.



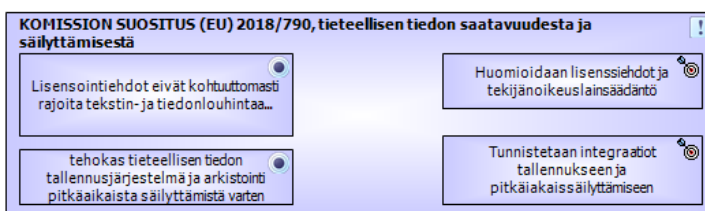
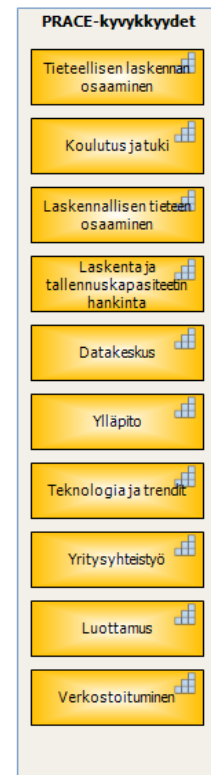
Diagrammi 8.



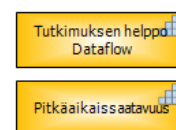
Diagrammi 9.



Diagrammi 10.

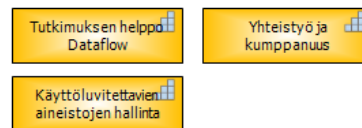
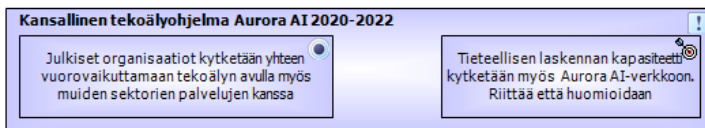


Diagrammi 11.

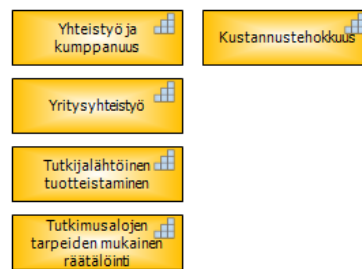
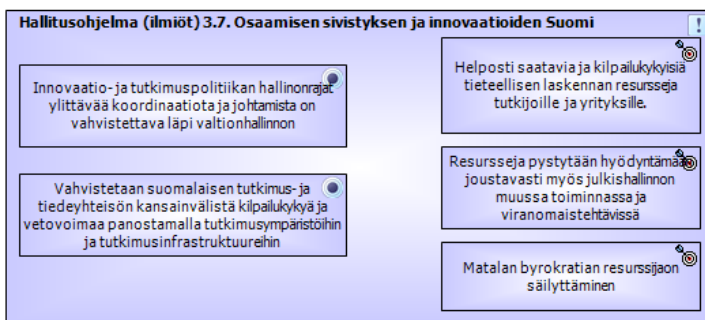




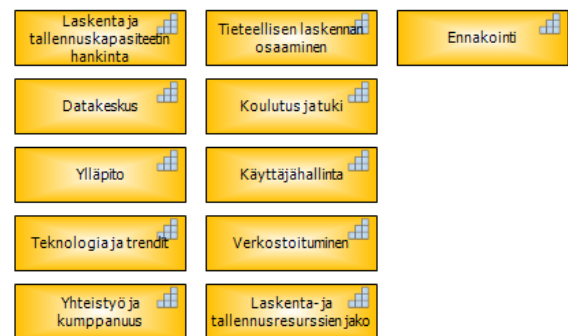
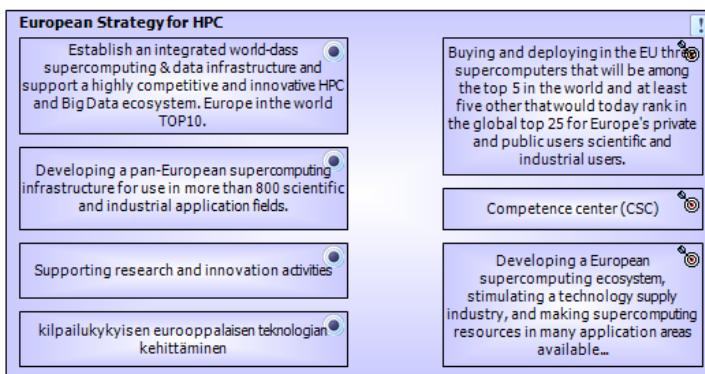
Diagrammi 12.



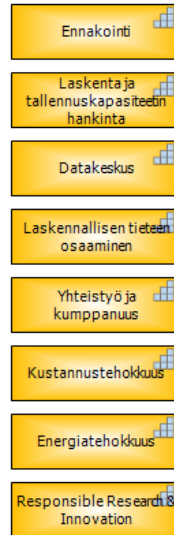
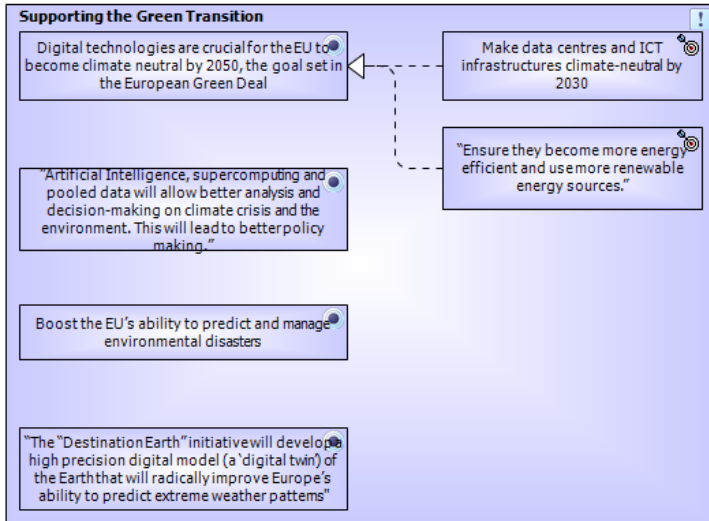
Diagrammi 13.



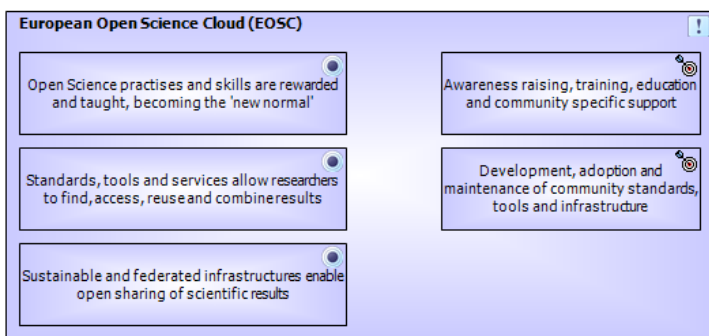
Diagrammi 14.



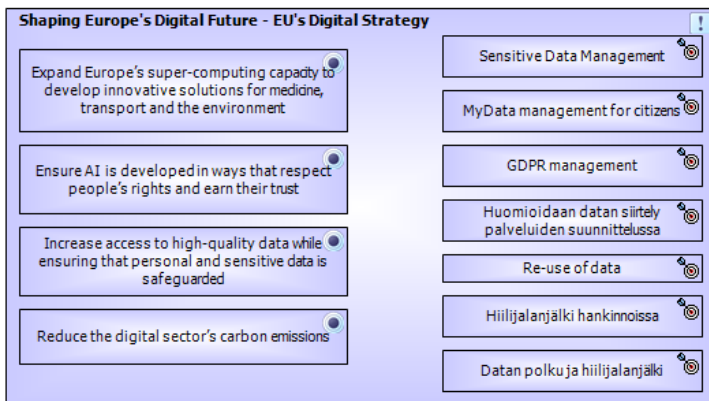
Diagrammi 15.



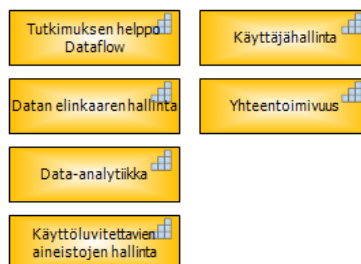
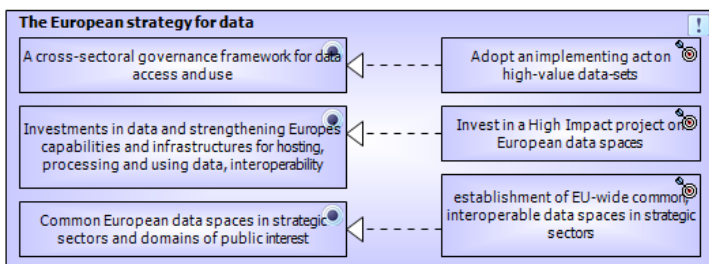
Diagrammi 16.



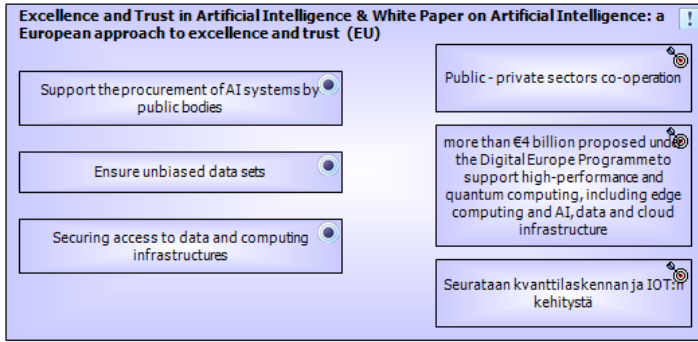
Diagrammi 17.



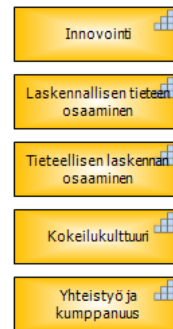
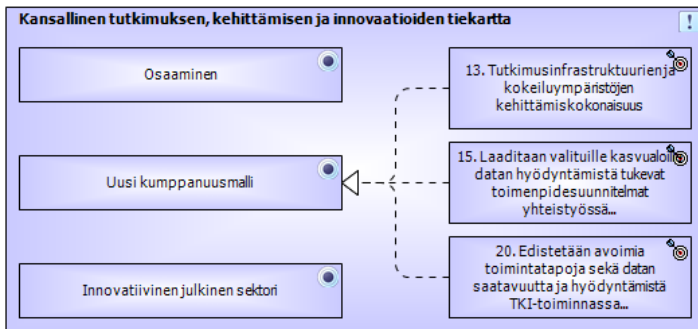
Diagrammi 18.



Diagrammi 19.



Diagrammi 20.



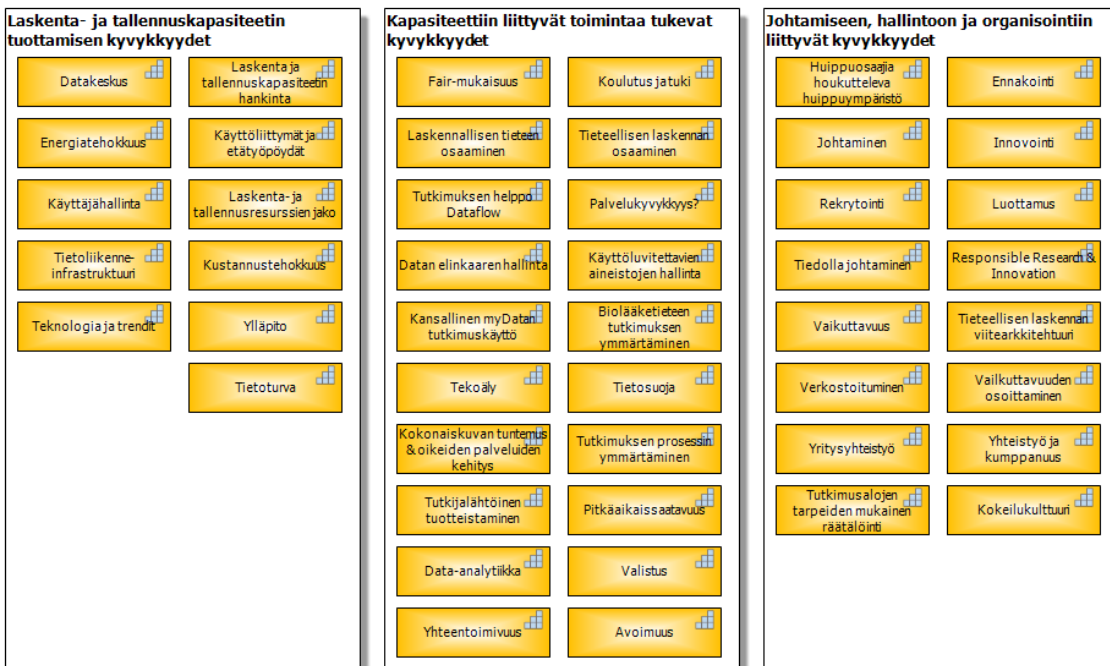
Diagrammi 21.

### 3.6 Kyvykkyykskartta

Kyvykkyys on toimijoiden kyky toimia tarkoituksenmukaisella tavalla tieteellisen laskennan alueella ja hyödyntää osaamistaan sekä resurssejaan, jotta tavoitteet saavutetaan. Tieteellisen laskennan kyvykkyyksien toteuttamiseen tarvitaan yhdistelmiä kolmesta osakokonaisuudesta, jotka ovat henkilöstö ja osaaminen, toimintamallit ja prosessit sekä tiedot ja järjestelmät.

Tieteellisen laskennan kentässä tarvitaan paljon muitakin kyvykkyyksiä. Tähän arkkitehtuurin on valittu erityisesti strategiset kyvykkydet, joita tarvitaan valittujen strategioiden toteuttamiseksi sekä ne, joita tulee kehittää tai hankkia.

Strategiset kyvykkydet ovat ryhmitelty kolmeen ryhmään niiden käyttötärpeen mukaisesti. Ryhmittely tukee myös luvussa 1 määriteltyjä toimenpide-ehdotuksia, ja ryhmät linkittyvät osittain myös palvelualueiden kanssa.



Diagrammi 22. Kyvykkyykskartta



## 3.7 Kyvykkyydet ja niiden resurssit

Kyvykkyyksien tarvitsemat resurssit on tunnistettu pääasiassa kolmesta näkökulmasta: 1) tarvittavat osaamis- ja henkilöresurssit, 2) toimintamallit, -tavat ja -prosessit sekä 3) tiedot ja tietojärjestelmät. Tässä kappaleessa kuvatut resurssit tarkentavat ja kuvaavat kyvykkyyksien sisältöjä ja tarkoitusta.

Esimerkiksi datakeskuskyykkyyden toteuttamiseksi tarvitaan seuraavat resurssit:

- Datakeskusosaaminen
- Muutoksen- ja palveluhallinnan prosessit
- Fyysiset tilat ja järjestelmät
- Varavoimajärjestelmä
- Laiterekisteri (tiedot ja tietojärjestelmä)

### 3.7.1 Laskenta- ja tallennuskapasiteetin tuottamisen kyvykkyydet ja resurssit

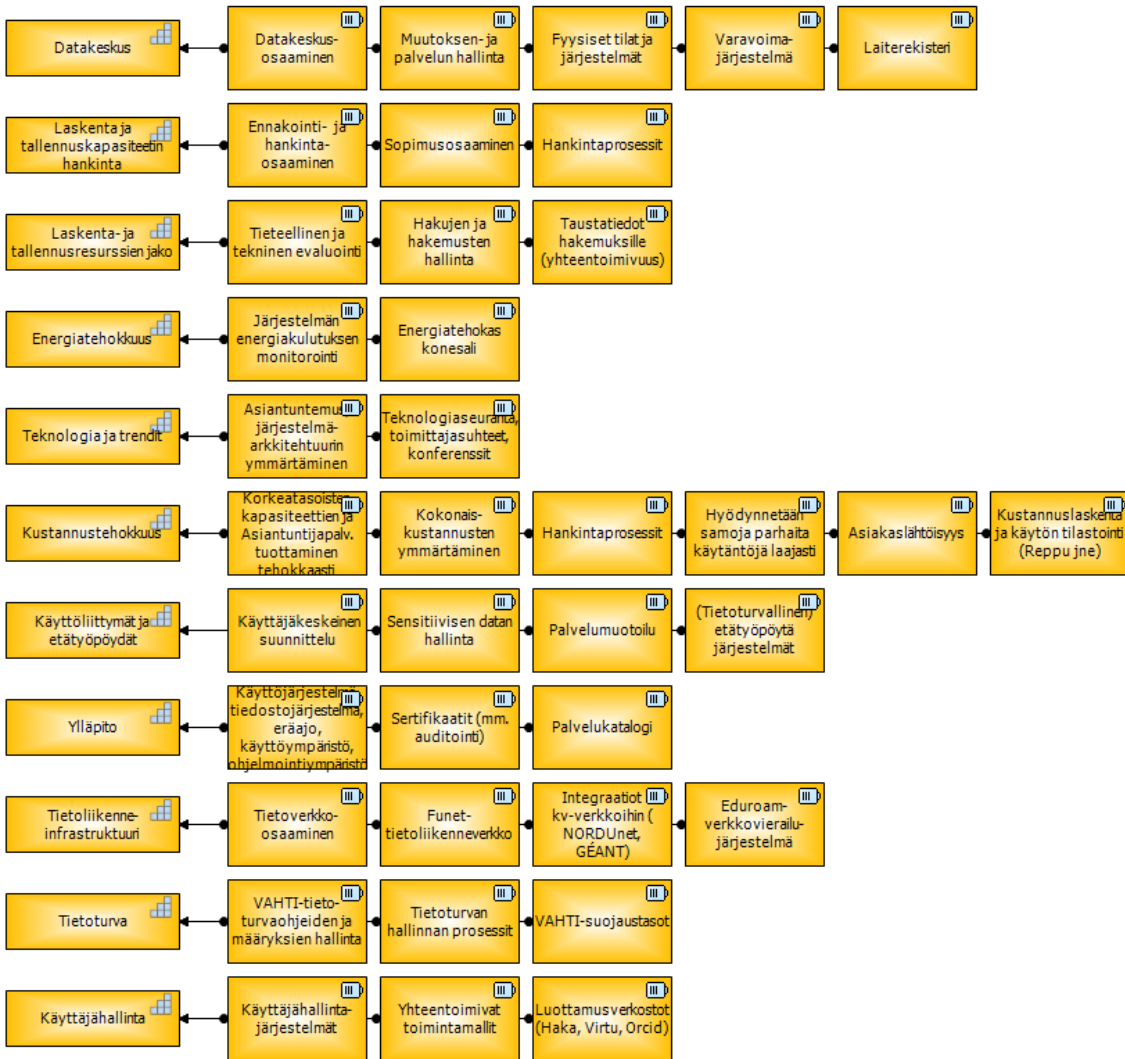
Strategioista johdetut kyvykkyydet toteuttavat siten myös luvun 1 toimenpide-ehtotuksia. Jokainen kyvykkyyssryhmä on liitetty yhteen tai useampaan toimenpide-ehtotukseen.

Keskitetyn kansallisen infrastruktuurin palvelujen kehittämisen ohella myös tutkimuslaitosten ja korkeakoulujen oman laskentainfrastruktuurin kehittäminen on tärkeää erityisesti ohjelmistojen kehitystä varten sekä suuria datamääriä tuottavien instrumenttien tiedon prosessointiin (toimenpide-ehdotus 4).

Datakeskus-, laskenta- ja tallennuskapasiteetin hankinta sekä käyttöliittymä- ja etätyöpöytäkyvykkyydet liittyvät erityisesti tähän toimenpide-ehtotukseen. Näitä kyvykkyyksiä toteutetaan palvelualueen 4 (4.4.4, 4.5.4, 4.6.4) palveluilla.

## Kyvykkyydet

### Tarvittavat 1) osaamis- ja henkilöresurssit 2) toimintamallit 3) tieto ja tietojärjestelmät



Diagrammi 23. Kyvykkyydet ja resurssit osa 1

### 3.7.2 Kapasiteettiin liittyvää toimintaa tukevat kyvykkyydet ja resurssit

Tämän ryhmän kyvykkyydet toteuttavat korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten oman tieteellisen laskennan osaamisen parantamista (toimenpide-ehdotus 3). Tätä toteuttavat erityisesti koulutus ja tuki, laskennallisen tieteen ja tieteellisen laskennan osaaminen -kyvykkyydet. Palvelualueen 3 (4.4.3, 4.5.3, 4.6.3) palvelut kiinnittyvät tähän toimenpide-ehdotukseen.

Kyvykkyydet kuten FAIR-mukaisuus ja datan elinkaaren hallinta ovat välttämättömiä myös tieteellisen datan hallinnan viitearkkitehtuurin mahdollisessa toteuttamisessa (toimenpide-ehdotus 2). Erityisesti palvelualueen 5 (4.4.5, 4.5.5, 4.6.5) palvelut toteuttavat näitä kyvykkyyksiä.

Eurooppalaista yhteistyötä tulee lisätä sekä infrastruktuurihankinnoissa että tieteellisen laskennan koulutuksessa ja sen tutkijoiden kansainvälisessä verkottamisessa (toimenpide-ehdotus 5). Toteutumista tuetaan tämän ryhmän kyvykkyyksillä sekä palvelualueen 2 (4.4.2, 4.5.2, 4.6.2) ja 3 (4.4.3, 4.5.3, 4.6.3) palveluilla.



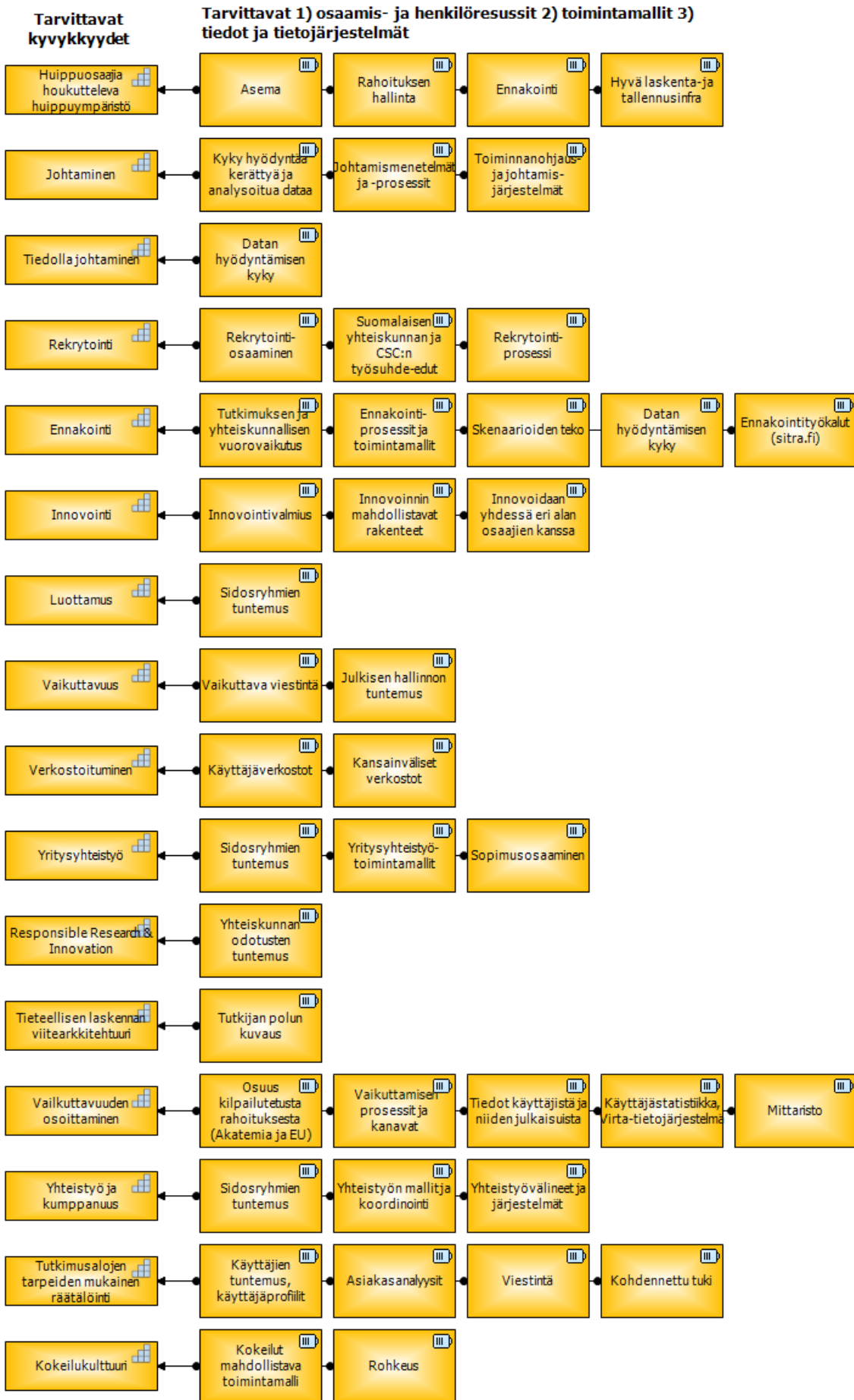
Diagrammi 24. Kyvykkyudet ja resurssit osa 2.

### **3.7.3 Johtamiseen, hallintoon ja organisointiin liittyvät kyvykkyudet ja resurssit**

Tämän ryhmän kyvykkyudet toteuttavat erityisesti toimenpide-ehdotusta (1) ennustettavasta ja pitkäaikaisesta tieteellisen laskennan infrastruktuurirahoituksesta. Toimenpidettä toteuttavat muun muassa johtaminen, ennakointi ja tieteellisen laskennan viitearkkitehtuuri.

Tutkimuksen ja elinkeinoelämän yhteishankkeiden mahdollistavien rahoitusohjelmien ja toimintatapojen kehittämiseen (toimenpide-ehdotus 6) tarvitaan johtamis-, verkostoitumis- ja yritysyhteistyökyvykkyksiä.

Myös tieteellisen ja dataintensiivisen laskennan kyvykkyuksien kehittämistä tukevien tutkimusohjelmien avaaminen Suomen Akatemian kautta (toimenpide-ehdotus 8) toteutuu pääsääntöisesti tämän ryhmän kyvykkyyksillä. Erityisesti palvelualueen 1 palvelut (4.4.1, 4.5.1 ja 4.6.1) toteuttavat näitä kyvykkyyyksiä.



Diagrammi 25. Kyvykkyudet ja resurssit osa 3.

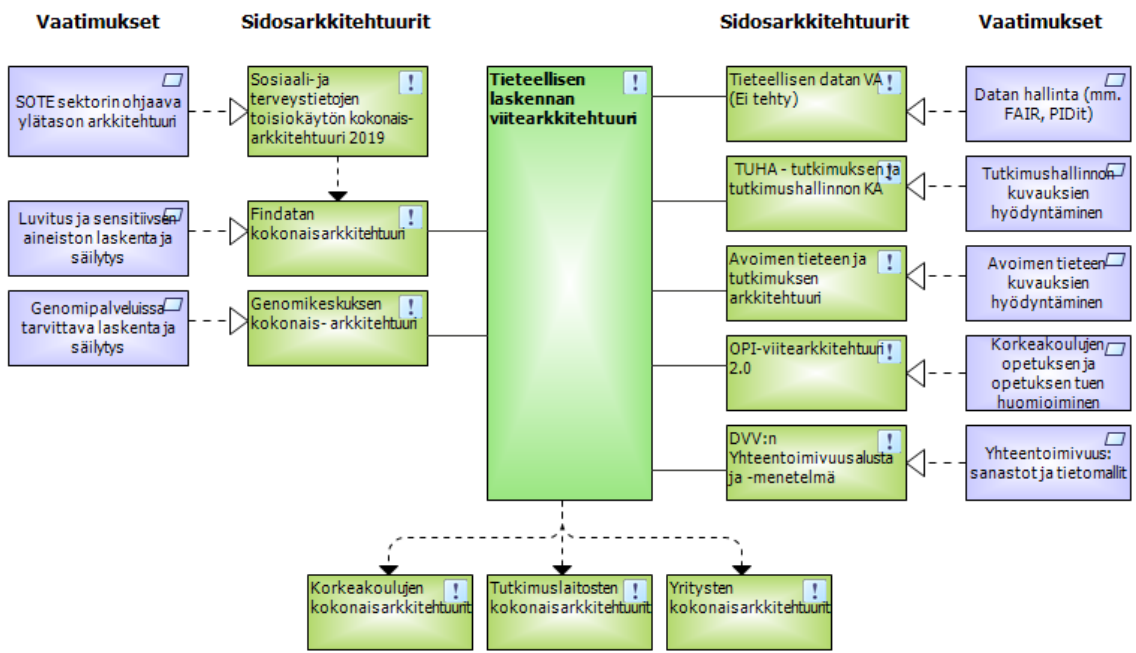
### 3.8 Keskeiset sidos- ja viitearkkitehtuurit

Tässä luvussa kuvataan tieteellisen laskennan viitearkkitehtuurin keskeiset sidosarkkitehtuurit sekä yhteentoimivuuden ja yhtenäisyyden asettamat vaatimukset.

Diagrammissa 26 on tieteellisen laskennan viitearkkitehtuurin vasemmalle ja oikealle puolelle merkitty sen keskeiset sidosarkkitehtuurit. Sidosarkkitehtuurien asettamat vaatimukset tieteellisen laskennan viitearkkitehtuurille on merkitty niiden yhteyteen. Vaatimuksissa on määritelty keskeisimmät asiat, jotka tulee huomioida TILA-arkkitehtuurissa. Esimerkiksi Tietolupaviranomaisen (Findata) kokonaisarkkitehtuurissa kuvataan arkaluonteisen aineiston käsittely ja käyttöluvituspalvelut, joten niitä ei tarvitse enää kuvata, mutta kuvauksia voidaan hyödyntää.

Tieteellinen viitearkkitehtuuri ohjaa kattamansa kokonaisuuden osalta korkeakoulujen, tutkimuslaitosten ja yritysten kokonaisarkkitehtuureja. Organisaatiot voivat hyödyntää viitearkkitehtuurin kuvauksia sekä tarkentaa ja soveltaa niitä omissa arkkitehtuureissaan.

Tieteellisen datan koko elinkaaren aikaisen hallinnan viitearkkitehtuurin laatiminen tulee käynnistää, mikä on yksi tieteellisen laskennan viitearkkitehtuurin toimenpide-ehdotuksista. Tieteellisen datan hallinnan arkkitehtuurin tulee sisältää myös suurten datamassojen pitkäaikaistallennuksen ja sille vaadittavan pitkän aikavälin rahoituksen suunnitelma. Suurten datamassojen pitkäaikaissäilytyksen vaatima infrastruktuuri avoimen tieteen periaatteiden mukaisesti on tärkeä tulevaisuuden kehityskohde.



Diagrammi 26. Tieteellisen laskennan viitearkkitehtuurin keskeiset sidosarkkitehtuurit

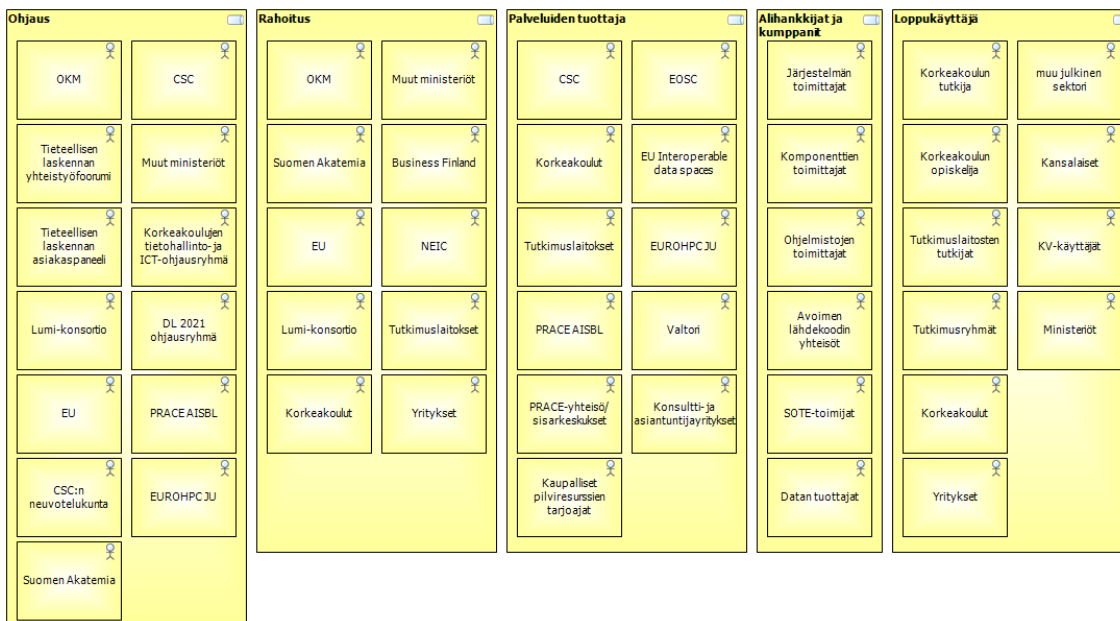
## 4. Toiminta-arkkitehtuuri

Toiminta-arkkitehtuurin suunnittelun tavoitteena on optimoida ja suunnitella asiakkaiden tarpeisiin ja odotuksiin liittyvää palvelutarjontaa sekä palveluiden tuottamiseen tarvittavia toiminnan rakenteita. Rinnakkainen termi on liiketoiminta-arkkitehtuuri.

### 4.1 Keskeiset toimijat

Tässä kappaleessa on tunnistettu tieteellisen laskennan keskeiset toimijat eli sidosryhmät: asiakkaat, joille palveluita tuotetaan, palveluiden käyttäjät ja palveluita tuottavat toimijat.

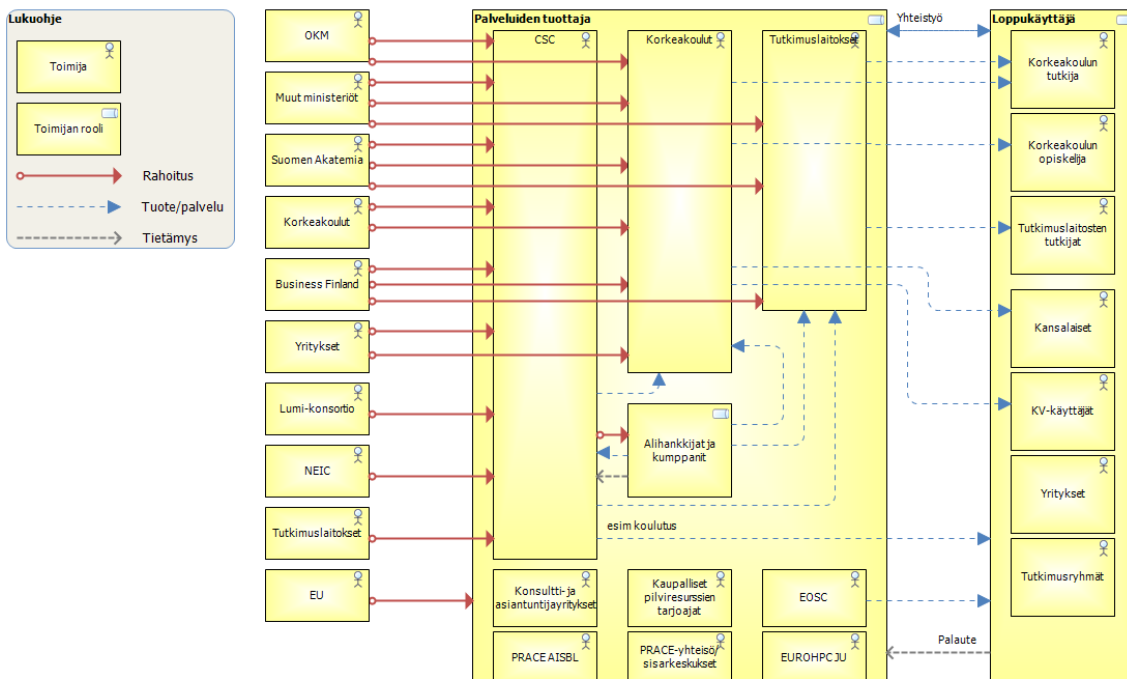
Diagrammissa 27 toimijat on ryhmitelty viiteen pääryhmään toimijoiden roolin mukaisesti: 1. Ohjaus, 2. Rahoitus, 3. Palveluiden tuottajat, 4. Alihankkijat ja kumppanit sekä 5. Loppukäyttäjät.



Diagrammi 27. Tieteellisen laskennan toimijat

## 4.2 Keskeisten toimijoiden välinen vuorovaikutus

Tässä kappaleessa on kuvattu keskeiset toimijoiden vuorovaikutussuhteet raha-, palvelu- ja tietämysvirtoina. Yksinkertaistettuna diagrammissa 28 rahavirrat kertyvät vasemmalla olevilta rahoittajilta palvelun tuottajille, jotka tuottavat palvelut loppukäyttäjien käyttöön. Mallissa on kuvattu myös palveluiden tuottajien väliset suhteet: esimerkiksi CSC saa rahoituksen opetus- ja kulttuuriministeriöltä ja tuottaa palvelut alihankkijoiden kanssa korkeakouluille ja tutkimuslaitoksille, jotka tarjoavat palvelut omille käyttäjilleen.



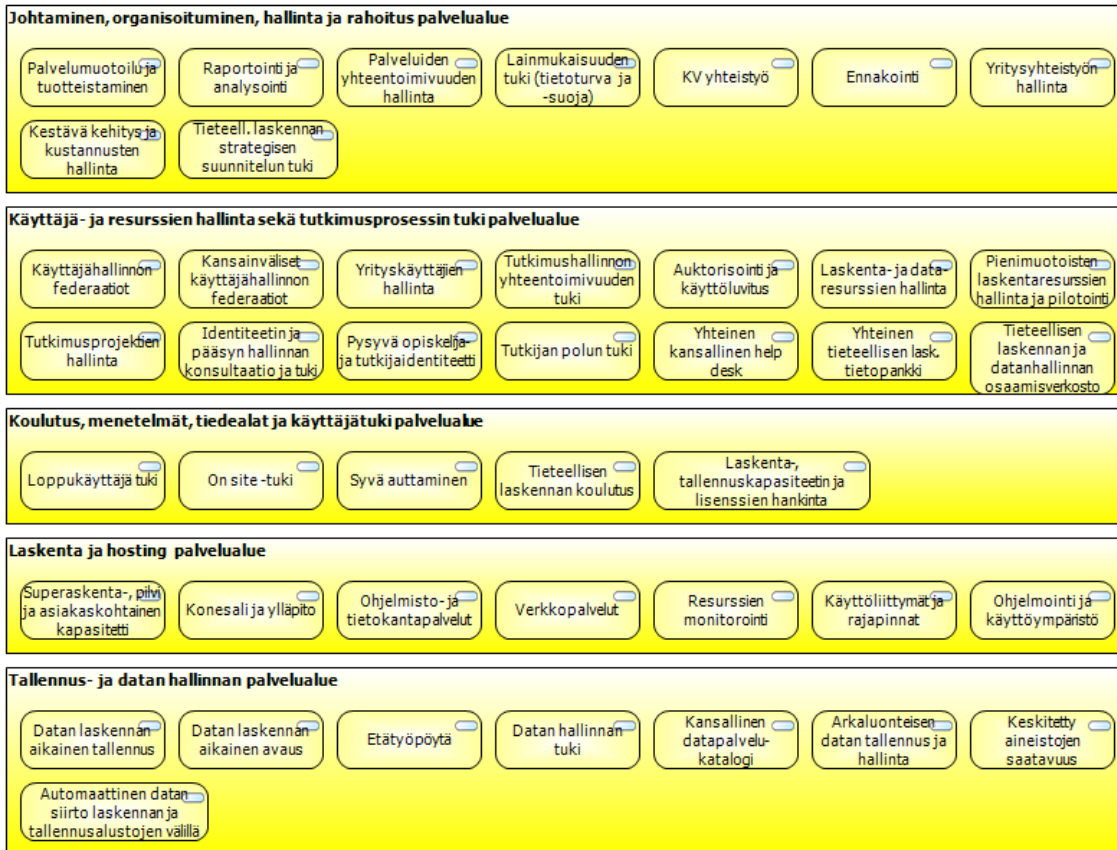
Diagrammi 28. Toimijoiden vuorovaikutussuhteet



## 4.3 Palvelukartta

Palvelukartta on kokonaiskuva tieteellisen laskennan alueella tuotettavista palveluista. Palvelut on ryhmitelty viiteen palvelualueeseen.

Palvelukartan palvelut on tunnistettu käyttämällä aiemmissa luvuissa kuvattua strategiakarttaa ja kyvykkyksiä sekä niiden tarvitsemia resursseja. Seuraavaksi tutustuttiin valittuihin strategioihin, joiden toteuttamiseksi tunnistettiin tarvittavat kyvykkyudet, ja ne kuvattiin tarkemmin resursseina. Tämän jälkeen tunnistettiin keskeiset palvelut, joilla kyvykkyudet toteutetaan.



Diagrammi 29. Palvelukartta

## 4.4 Palveluiden kuvaukset taulukkoina

Tässä luvussa on palveluiden narratiiviset kuvaukset, jotka kertovat palvelun sisällön ja tavoitteet. Lisäksi taulukoihin on merkitty palvelut tuottavat toimijat ja palveluiden käyttäjät. Näiden tietojen perusteella voidaan tunnistaa palveluiden tuottamiseen tarvittavat prosessit.

### 4.4.1 Johtamisen, organisoitumisen, hallinnan ja rahoituksen palvelualue

Palvelun nimi	Palvelun kuvaus	Palvelun tuottaja	Palvelun käyttäjä
<b>1. Johtamisen, organisoitumisen, hallinnan ja rahoituksen palvelualue</b>			
Palvelumuotoilu ja tuotteistaminen	<p>Palvelu tarjoaa palvelumuotoilun ja tuotteistamisen ohjausta, tukea ja hallintaa. Palvelu sisältää mm. erilaisten palvelumuotoilu- ja tuotteistamismenetelmien hallinnan. Tämä on ns. dynaaminen palvelu, joka osaltaan toteuttaa muita tieteellisen laskennan palveluita.</p> <p>Palvelu kattaa kustannusmallien hallinnan ja siinä tuotetaan myös asiakaslähtöiset ja kilpailukykyiset hinnoittelumallit.</p>	CSC ja muut palvelutuottajat	CSC ja muut palvelutuottajat

Palvelun nimi	Palvelun kuvaus	Palvelun tuottaja	Palvelun käyttäjä
Raportointi ja analysointi	Keskitetty palvelu, jossa kehitetään raportointia ja raportointityökaluja sekä tuotetaan raportteja esimerkiksi laskentaprojekteista, käytetyistä resursseista, yhteistyöstä, käyttäjä-tyytyväisyydestä, SLAt, palautekyselyt jne.	CSC	Ministeriöt, korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja tutkijat
Palveluiden yhteentoimivuuden hallinta	Palvelu mahdollistaa tieteelliseen laskentaan liittyvien palveluiden helpon yhteentoimivuuden ja tukee käytön hallintaa. Palvelu kattaa palveluiden saavutettavuuden ja käytettävyyden.  Palvelussa tuetaan eri infrastruktuurien välistä integraatiota ja yhteentoimivuutta.  Palvelun yhtenä tuloksena voisi olla helppokäyttöinen tutkijan työpöytä.	CSC ja muut palvelutuottajat	Korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja loppukäyttäjät
Lainmukaisuuden tuki (tietoturva ja -suoja)	Palvelu ohjaa, ohjeistaa ja tukee tieteelliseen laskentaan liittyvien lakien ja säädösten huomioinnissa sekä auditoinneissa ja sertifiointeissa. Esimerkkeinä tietosuoja, tietoturva ja tiedonhallintalaki.	CSC, ministeriöt, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset	Korkeakoulut, tutkimuslaitokset
Kansainvälinen yhteistyö	Palvelu hallinnoi kansainvälisten laskentainfrastruktuurien ja -palveluiden integraatiot ja mahdollistaa niiden käytön.	CSC, ministeriöt, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset	Korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja tutkijat
Ennakointi	Kansallinen palvelu, joka tukee ennakkoinnin tekemisessä. Ennakointi tunnistaa ja analysoi tulevaisuuden laskentaan liittyviä tarpeita ja auttaa ymmärtämään megatrendejä, trendejä ja heikkoja signaaleja. Palvelu käyttää erilaisia ennakointityökaluja.	OKM, CSC, Korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja yritykset	OKM, CSC, korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja yritykset
Yritysyhteistyön hallinta	Palvelun tavoitteena on yritysyhteistyön lisääminen ja tukeminen. Palvelussa kehitetään ja hallinnoidaan erilaisia yhteistyön malleja. Palvelussa huomioidaan julkisen ja yksityisen yhteistyön lisäksi hallinnonalojen välinen yhteistyö	CSC, korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja yritykset	CSC, korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja yritykset
Kestävä kehitys ja kustannusten hallinta	Kestävän kehityksen huomioiminen, todentaminen ja arviointi. Huomioidaan EU-tason kestävä kehityksen pyrkimykset.	Ministeriöt ja CSC	Korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja tutkijat
Tieteellisen laskennan strategisen suunnittelun tuki	Palvelu tarjoaa tukea tieteellisen laskennan strategioiden tekemiseen ja toteuttamiseen. Palvelu kattaa kokonaisarkkitehtuurin tekemisen, hallinnoinnin ja hyödyntämisen tuen.  Esimerkiksi ennakoitavissa olevan pitkän aikavälin hankinta-aikataulu ja sitoutunut rahoitus mahdollistavat tiheämmät ja pienemmät sijoituskierrokset, mikä mahdollistaa tekniikan kehityksen tarkemman seuraamisen ja vähentää huomasti ajoitettujen hankintojen riskiä.	CSC	Ministeriöt ja korkeakoulut

Taulukko 6. Palvelualueen 1 palvelukuvaukset

## 4.4.2 Käyttäjä- ja resurssienhallinnan sekä tutkimusprosessin tuen palvelualue

Palvelun nimi	Palvelun kuvaus	Palvelun tuottaja	Palvelun käyttäjä
<b>2. Käyttäjä- ja resurssien hallinta sekä tutkimusprosessin tuki -palvelualue</b>			
Käyttäjähallinnon federaatiot	Haka, Virtu, ja muut oleelliset federaatiot identiteettihallintaan. Muut palvelut kansalliseen tutkijoiden ja opiskelijoiden tunnistamiseen ja autentikointiin.  Päättäjien ja virkamiesten tilannekohtainen tunnistaminen.	CSC, korkeakoulut, tutkimuslaitokset, muut palveluntuottajat	Korkeakoulut, tutkimuslaitokset, tutkijat
Kansainväliset käyttäjähallinnon federaatiot	Palvelu eurooppalaisten ja kansainvälisten tutkijoiden tunnistamiseen ja autentikointiin. Esimerkiksi EUDAT, PRACE, Edugain ja ELIXIR-AAI.  Palvelussa otetaan huomioon myös ORCID ja ResearcherID.	Kansainväliset toimijat, CSC	Korkeakoulut, tutkimuslaitokset, tutkijat
Yrityskäyttäjien hallinta	Yrityskumppaneihin ja asiakkaisiin liittyvä käyttäjä- ja resurssienhallinnan tuki.  <a href="https://suomi.fi">Suomi.fi</a> -autentikointi tai muut sopivat automaattiset prosessit uusien palveluiden tueksi.  Sisältää ns. kansalaiskäytön ja kansainvälisten ei-federaatiokäyttäjien hallinnan.	CSC, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset sekä DVV	Yritykset ja kansalaiset ja KV-käyttäjät
Tutkimus-hallinnon yhteen-toimivuuden tuki	Tekniset palvelut yhteentoimivuuden tukemiseksi tutkimuksen eri vaiheissa. Esimerkiksi tieteenalojen luokittelu (yhteinen kansallinen terminologia), yhteiset sanastot, koodistot, terminologiat, yms. Vrt. Yhteentoimivuusalusta <a href="https://dvv.fi/yhteentoimivuusalusta">https://dvv.fi/yhteentoimivuusalusta</a> .	CSC, muu valtionhallinto, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset, DVV	Tutkimuslaitokset, korkeakoulut ja tutkijat
Auktorisointi ja käyttöluvit	Tekniset palvelut datasettien käyttöluvitukseen hallintaan (CSC REMS).  Palvelu kattaa sensitiivisen datan aineistot valtionhallinnon lakiin perustuvien aineistojen lisäksi.  Sisältää itsepalveluportaalin käyttäjille pääsyoikeuksien hallintaan.  Huomioidaan palveluiden integraatio, aineistojen helppokäyttöisyys; anonymisointi ja pseudonymisointi sisältyvät käyttöluvitukseen.	CSC, korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja Findata sekä aineistontuottajat (Kela, Tilastokeskus) Yritykset	Korkeakoulut ja tutkimuslaitokset
Laskenta- ja dataresurssien hallinta	Akateeminen rooliperusteinen pääsy laskentaresursseihin.  CSC:n resurssienjakoryhmä (ja vastaavat prosessit muissa organisaatioissa), ja lisäksi kansallisella tasolla Grand Challenge- ja Suomen Akatemian huippuyksikköhaut yms.  Palvelu kattaa CSC:n, tutkimuslaitosten ja korkeakoulujen laskentaresurssien hallinnan integroinnin ja koordinoinnin.	Korkeakoulut, tutkimuslaitokset, CSC, paikalliset tutkimusinfrastruktuurit	Tutkijat ja tutkimusryhmät
Pienimuotoisten laskenta-resurssien hallinta ja pilotointi	Rooliperusteinen ja turvallinen pääsy tieteellisen laskennan resursseihin opiskelijoille ja muille pienkäyttäjille.  Opiskelijoille tarjotaan rajattu pääsy kokeilemaan tieteellisen laskennan resursseja.	Korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja CSC	Tutkijat, tutkimusryhmät opiskelijat ja yritykset (pilotit)

Palvelun nimi	Palvelun kuvaus	Palvelun tuottaja	Palvelun käyttäjä
Tutkimusprojektien hallinta	Projektin ja ryhmien hallinnan palvelu akateemisille ja muille projekteille, esimerkiksi kursseille ja opiskelija- ja yritysprojekteille.	Korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja CSC	Tutkijat, tutkimusryhmät opiskelijat ja yritykset (pilotit)
Identiteetin ja pääsyn hallinnan konsultaatio ja tuki	Tukipalvelut erityisesti pienemmille yliopistoille esimerkiksi paikallisten palveluiden integroimiseksi kansallisiin infrastruktuureihin.	CSC	Korkeakoulut ja tutkimuslaitokset
Pysyvä opiskelija- ja tutkijaidentiteetti	Opiskelijat saavat opiskelunaikaisen CSC:n käyttäjätunnuksen opiskelijastatuksen ja HAKA-identiteetin perusteella. (opintokurssit, tutkimusassistentin roolit, jne. – sama tunnus koko opiskeluajan)	CSC	Korkeakoulut ja tutkimuslaitokset
Tutkijanpolun tuki	Asiantuntija- ja tukipalvelut erilaisten käyttäjäryhmien tarpeisiin tutkijanpolun eri vaiheissa. Käytännönläheistä tukea eri polkuja ja tutkimuksen vaiheita varten, "tutkijanpolku". Tarjotaan tietoa CSC:n ja muiden organisaatioiden palveluiden saatavuudesta ja käytöstä.  Lisätään laskennan tukihenkilöiden osaamista tutkimusprosessista CSC:n ja käyttäjäorganisaatioiden välisten vierailujen ja yhteistyön avulla. Palvelu toteutetaan käyttäjälähtöisesti ja se kattaa palautteen hallinnan.	CSC, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset	Tutkijat ja tutkimusryhmät
Yhteinen kansallinen help desk  (Huom! pidemmän aikavälin tavoite)	Yliopistot, tutkimuslaitokset ja CSC tuottavat yhteisen ja integroidun asiakaspalvelun (help desk, service desk) tutkijoille. Loppukäyttäjän näkökulmasta tuki tulisi aina yhdestä palvelusta, joka käyttäisi yhteistä tietopohjaa ja -kantaa. Helppokäyttöinen ja käyttäjäkeskeinen palvelu!  Monikanavaisuuden tuki.	Korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja CSC	Tutkijat
Yhteinen tieteellisen laskennan tietopankki	Palvelu tarjoaa tukiaineistot Suomen tieteellisen laskennan eri tahoilta (korkeakoulujen palvelut, CSC:n palvelut, muut palvelut).  Tietopankissa kuvataan palvelupinon eri osat: resurssit (laskenta ja data), ohjelmistot (avoimen koodin jne.), datanhallinta jne.  Sisältää yhtenäiset palvelukuvaukset, jotka sisältävät ohjeistuksen ja saatavuustiedot.  Huomioidaan eri kohderyhmät: tehokäyttäjät, vähemmän laskentaa tekevät tutkijat, uudet tutkijat, opiskelijat jne.	CSC, korkeakoulut, tutkimuslaitokset, plus tutkijat itse	Tutkijat, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset
Tieteellisen laskennan ja datanhallinnan osaamisverkosto	Osaamisverkosto yhteisön tueksi ja tiedonvaihdon parantamiseksi.  Osaamisverkoston aihepiirit kattavat tutkimuksen yleiset toimintatavat, ja niihin liittyvän ohjeistuksen ja tuen, palveluiden käyttöönoton, datan hallinnan tutkimuksen aikana ja sen loppuessa, tietoturvan ja -suojan, hyvien yleisten käytäntöjen levityksen, jne.  Palvelun toteuttamiseen tarvitaan Research Software Engineer ja Data Scientist -osaamisresurssien lisäämistä. (Ks. luku 1 kolmas toimenpide-ehdotus)  Osaamisverkosto on monikanavainen.	CSC, korkeakoulut, tutkimuslaitokset, yritykset ja tutkijat	Tutkijat, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset

## 4.4.3 Koulutuksen, menetelmien, tiedealojen ja käytön tuen palvelualue

Palvelun nimi	Palvelun kuvaus	Palvelun tuottaja	Palvelun käyttäjä
<b>3. Koulutus, menetelmät, tiedealat ja käytön tuki -palvelualue</b>			
Loppukäyttäjätuki	Päivittäinen neuvonta, palvelukanavat, asiakasneuvonta (Service desk) Pääsääntöisesti tarjotaan etätukena.	CSC, korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja Valtori	Loppukäyttäjät
On site -tuki	Dedikoitu asiantuntija on osa-aikaisesti sijoitettu asiakasorganisaation työtiloihin. Voi olla pinta- tai syvätukea, esim. menetelmä- ja tiedealadisseminaatio.	CSC ja korkeakoulut	Tutkijat ja tutkimusryhmät
Syvääuttaminen	Projektiluonteinen, pidempikestoinen ja asiakaslähtöinen. Syvällinen sisällöllinen HPC-tuki. Usein menetelmäosaamisen tukemista. Pääsääntöisesti tarjotaan etätukena.  Pienillä tutkimusryhmillä ei välttämättä ole resursseja ohjelmistojensa tai datansa hallintaan (cleaning, cleansing), ja ne tarvitsevat tässä apua. Tutkimusohjelmistoasiantuntijan (Research Software Engineer, RSE) tai datatieteilijän (Data Scientist) tuki auttaa näissä tapauksissa. Osaja on mukana tutkimusryhmässä sovitun ajan.	CSC, muut palveluntarjoajat ja korkeakoulut	Tutkijat ja tutkimusryhmät
Tieteellisen laskennan koulutus	Palvelu tarjoaa tieteellisen laskennan palveluihin liittyvää koulutusta (mm, laskenta, ohjelmistot, ohjelmointimenetelmät, tiedealat, datan hallinta, data flow).  Palvelu sisältää koulutuksen suunnittelun ja fasilitoinnin. Koulutus voi olla lähi- tai verkkokoulutusta. Verkkokoulutusta voi käyttää myös itsenäisesti oman aikataulun mukaan.  Avoimet moocit (Massive Online Open Course) eli kaikille avoimet verkkokurssit	CSC, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset, EuroHPC, PRACE, NeIC ja muut kansainväliset toimijat	Loppukäyttäjät
Laskenta-, tallennuskapasiteetin ja lisenssien hankinta	Keskitetty palvelu, joka tarjoaa laskentakapasiteetin hankintaan liittyvää ohjausta, konsultaatiota ja tukea organisaatioille.  Monien (kaupallisten) ohjelmistojen teollista tai kaupallista käyttöä varten tarvitaan akateemisesta käytöstä poikkeava erillinen lisenssi.	CSC ja korkeakoulut (Lisenssi-SIG)	Korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja tutkimusryhmät

Taulukko 8. palvelualueen 3 palvelukuvaukset

#### 4.4.4 Laskennan ja hostauksen palvelualue

Palvelun nimi	Palvelun kuvaus	Palvelun tuottaja	Palvelun käyttäjä
<b>4. Laskenta- ja hostauspalvelualue</b>			
Superlaskenta-, pilvi- ja asiakaskohtainen kapasiteetti	Laskenta-aikaa palvelimilta pilvi mukaan lukien. Luodaan mahdollisimman yhtenäinen laskentakapasiteettiympäristö: TIER 2, TIER 1, pilvikapasiteettiympäristöt.  Sisältää myös dedikoidut yliopistojen ja tutkimuslaitosten omistamat laskentapalvelimet, joita ylläpidetään CSC:n konesalissa. Omistajat vastaavat resurssien jakamisesta.	CSC, korkeakoulut, tutkimuslaitokset, kaupalliset (pilvipalvelu) toimittajat	Tutkijat, yritysten käyttäjät ja opiskelijat
Konesali ja ylläpito	Konesalitiila, sähkö, fyysisten ja virtuaalipalvelimien hallinnointi. Sisältää myös erityistarpeet kuten tietoturvan.	CSC, korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja Valtori	Korkeakoulut ja tutkimuslaitokset sekä tutkijat, yritysten käyttäjät ja opiskelijat
Ohjelmisto- ja tietokantapalvelut	Tieteelliset ohjelmistot ja tietokannat; sisältää hankinnat, konsortioiden hallinta ja asennukset	CSC, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset	Korkeakoulut ja tutkimuslaitokset sekä tutkijat, yritysten käyttäjät ja opiskelijat
Verkkopalvelut	Palvelu tarjoaa tietoliikenneyhteydet järjestelmiin ja ulkoisiin resursseihin  Sisältää lisäpalvelut kuten esim. verkonvalvonta, tietoturva, eduroam	CSC, korkeakoulut, tutkimuslaitokset ja Valtori	Korkeakoulut ja tutkimuslaitokset sekä tutkijat, yritysten käyttäjät ja opiskelijat
Resurssien monitorointi	Laskenta- ja tallennusresurssien kuormituksen monitorointi.  Tietoa käyttäjille laskentapalvelimien kuormitus- ja jonotilanteesta sekä käytettävissä olevasta tallennuskapasiteetista.	CSC, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset	Korkeakoulut, tutkimuslaitokset sekä tutkijat, yritysten käyttäjät ja opiskelijat
Käyttöliittymät ja rajapinnat	Palvelu tarjoaa erilaiset käyttöliittymät ja rajapinnat laskenta- ja tallennuspalveluihin. Palvelu sisältää työvoiden hallinnan.  SSH, No Machine, Open OnDemand, etätyöpöydät, Jupyter-notebooks, web-käyttöliittymät jne. Tämä konsepti on relevantti tekoäly-ympäristössä.	CSC, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset	Tutkijat, yritysten käyttäjät ja opiskelijat
Ohjelmointi ja käyttöympäristö	Asiakkaalle tarjotaan ohjelmointi- ja käyttöympäristö laskenta- ja tallennuspalveluihin. Kääntäjät, numeeriset kirjastot, rinnakkaislaskennan kirjastot (MPI jne.), työkalut suorituskyvyn analysointiin, vianetsintätyökalut (debuggerit), eräajojärjestelmä. Sisältää AI-ohjelmistot, -laskentaympäristöt ja -aliohjelmakirjastot.  Ohjelmistot ovat yhä suurempi osa tieteellisen laskennan ympäristöjen kehittämistä ja niiden tukeen tarvittavat resurssitarpeet ovat kasvamassa. Ohjelmistojen ja käyttöympäristöjen harmonisointi ja niiden yhteentoimivuuden varmistaminen tutkijan näkökulmasta.	CSC, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset	Tutkijat, yritysten käyttäjät ja opiskelijat

Palvelun nimi	Palvelun kuvaus	Palvelun tuottaja	Palvelun käyttäjä
	<p>Palvelu tarjoaa kontitettujen sovellusten hallinnan sekä ympäristöt konttisovellusten luomiseen ja ajamiseen.</p> <p>Palvelussa huomioidaan myös data siirrettävyys ja yhteentoimivuuden varmistaminen</p>		

Taulukko 9. Palvelualueen 4 palvelukuvaukset

#### 4.4.5 Tallennuksen ja datan hallinnan palvelualue

Pitkäaikaissaatavuus on jätetty pois palveluista, koska se ei kuulu tämän arkkitehtuurin piiriin, mutta sen kuvaamiseen ehdotetaan tieteellisen datan hallinnan viitearkkitehtuuria (ks. luku 1 toinen toimenpide-ehdotus).

Palvelun nimi	Palvelun kuvaus	Palvelun tuottaja	Palvelun käyttäjä
<b>5. Tallennus ja datan hallinnan palvelualue</b>			
Datan laskennan aikainen tallennus	Palvelu sisältää laskennan aikaisen datan monipuolisen ja eri käyttötapauksia tukevan tallennuksen (Burst/flash, nopea levy, object storage).	CSC, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset	Organisaatiot, tutkijat ja tutkimusryhmät
Datan laskennan aikainen avaus	Laskennan aikainen datan avaaminen esimerkiksi muiden tutkimusryhmien käyttöön. Palvelussa hallinnoidaan metadatan kuvailu, (pysyvät)tunnisteet ja datan avaamiseen liittyvät lisenssit.	CSC, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset	Tutkijat, KV-tutkijat ja tutkimusryhmät
Etätyöpöytä	Palvelu kattaa datan laskennan aikaisen visualisoinnin ja suurten data määrien käsittelyn etänä. Palvelu mahdollistaa arkaluonteisen datan hallinnan.	CSC, korkeakoulut	Organisaatiot, tutkijat ja tutkimusryhmät
Datan hallinnan tuki	Palvelu tukee kansalliseen ja kansainväliseen standardityöhön osallistumista. Tuetaan tutkimusryhmien standardien käyttöä. Ylläpidetään tieteenaloittain ryhmiteltyä ja linjauksiin viittaavaa standardikatalogia. Pääosa standardityöstä tehdään infrastruktuuritasolla.	CSC yhdessä sidosryhmien kanssa	Organisaatiot ja tutkimusryhmät
Kansallinen datapalvelukatalogi	<p>Tarjotaan käyttöön kattava datapalveluiden luettelo, jossa kuvataan tarjolla olevat datan hallintapalvelut: avaaminen, yhteentoimivuus arkaluonteisen aineiston hallinta, saavutettavuus, datan hallinnan suunnittelu, rahoitus jne.</p> <p>Palvelu sisältää katalogin sisällön ylläpidon.</p>	CSC, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset	Organisaatiot, tutkijat ja tutkimusryhmät, yritykset ja rahoittajat
Arkaluonteisen datan tallennus ja hallinta	Palvelu kattaa arkaluonteisen datan tallennuksen ja nopean siirtämiseen tallennuksen ja käsittelyn laskennan aikana. Palvelu sisältää tietosuojan hallinnan.	CSC, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset	Organisaatiot, tutkijat ja tutkimusryhmät
Keskitetty aineistojen saatavuus	Palvelu sisältää helpon saatavuuden ja tarvittaessa säilytysalustan yleisesti käytössä oleville dataseteille. Palvelu tarjoaa tehokkaan pääsyn yleisesti käytettyihin globaaleihin tietokantoihin ja	CSC	Organisaatiot, tutkijat ja tutkimusryhmät

Palvelun nimi	Palvelun kuvaus	Palvelun tuottaja	Palvelun käyttäjä
	<p>datasetteihin. Palvelu sisältää myös rajatulle käyttäjäryhmälle jaettavat datasetit.</p> <p>Palvelussa valitaan ja asetetaan saataville yleisesti tarpeelliset data-aineistot.</p>		
Automaattinen datan siirto laskennan ja tallennusalueiden välillä	<p>Palvelu tarjoaa helpon ja käytettävän tavan siirtää tietoja automaattisesti taustalla olevien nopeiden ja hitaiden tallennusalueiden välillä. Palvelu kattaa data- ja laskenta-alustan välisen linkityksen, joten käyttäjän ei tarvitse siirtää tietoja manuaalisesti.</p> <p>Palvelu perustuu hajautettuun malliin, joka sisältää myös ulkoiset datan siirrot.</p>	CSC, korkeakoulut ja muut datan tuottajat	Organisaatiot, tutkijat ja tutkimusryhmät

Taulukko 10. Palvelualueen 5 palvelukuvaukset

## 4.5 Palveluiden tuottajat ja käyttäjät

Tässä luvussa on palvelualueittain kuvattu jokaisen palvelun tuottajat ja palvelun käyttäjät diagrammeina.

### 4.5.1 Johtamisen, organisoitumisen, hallinnan ja rahoituksen palveluiden tuottajat ja käyttäjät

CSC:n lisäksi tämän palvelualueen palveluita tuottavat ministeriöt, jotka osallistuvat kolmen palvelun tuottamiseen, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset kolmeen ja yritykset kahden palvelun tuottamiseen. Palveluiden käyttäjiä ovat ohjaavat tahot, rahoittajat ja loppukäyttäjät. Palvelualueella korostuu sektorien ja hallinnonalojen välinen yhteistyö.

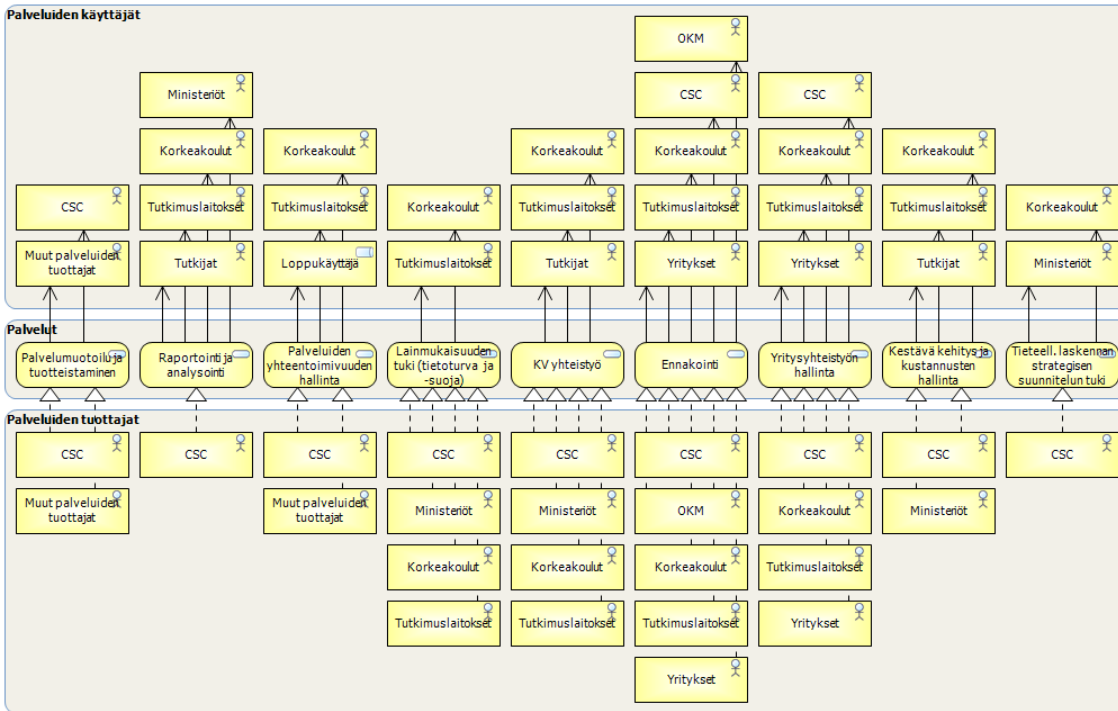
Palvelualue 1 vastaa erityisesti seuraaviin ulkoisiin muuttujiin:

- Tieteellisen laskennan yhteiskunnallisen vaikuttavuuden lisääntyminen
- Elinkeinoelämäyhteistyön tarve
- Eu-integraatio, kansainvälisyys

Palvelualue 1 toteuttaa erityisesti seuraavia kyvykkyyksiä:

- Ennakointi
- Vaikuttavuus
- Yhteistyö ja kumppanuus
- Yritysyhteistyö
- Tiedolla johtaminen
- Verkostoituminen





Diagrammi 30. Palvelualueen 1 tuottajat ja käyttäjät

#### 4.5.2 Käyttäjä- ja resurssienhallinnan sekä tutkimusprosessin tuen palveluiden tuottajat ja käyttäjät

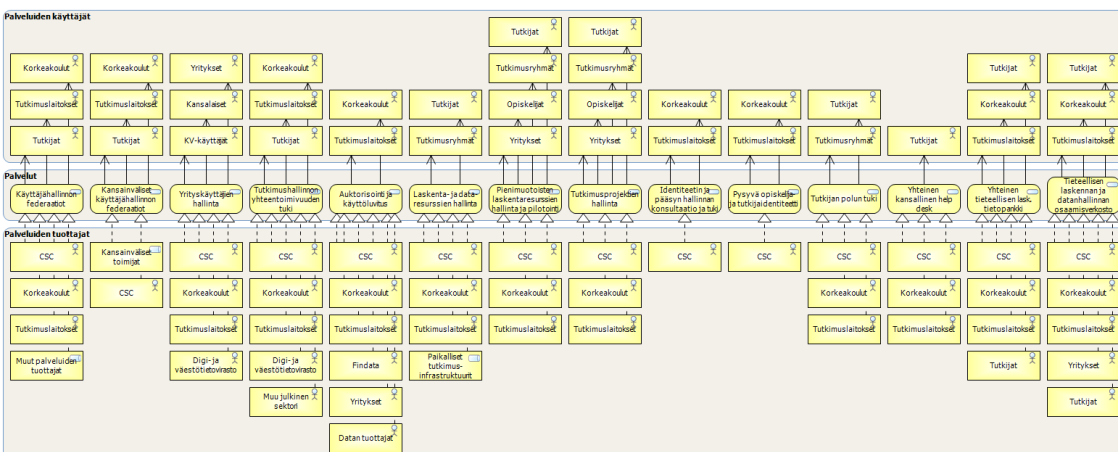
Tämä palvelualue keskittyy loppukäyttäjäpalveluihin. Palveluja tuottavat pääsääntöisesti yhdessä CSC, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset.

Palvelualue 2 vastaa erityisesti seuraaviin ulkoisiin muuttujiin:

- Tutkijalähtöisyys
- Käyttäjakeskeisyys, käytettävyys
- Omadata

Palvelualue 2 toteuttaa erityisesti seuraavia kyvykkyksiä:

- Tutkimuksen prosessin ymmärtäminen
- Käyttäjähallinta
- Käyttöluvitettavien aineistojen hallinta
- Verkostoituminen
- Kansallinen Omadatan tutkimuskäyttö



Diagrammi 31. Palvelualueen 2 tuottajat ja käyttäjät

### 4.5.3 Koulutuksen, menetelmien, tiedealojen ja käytön tuen palveluiden tuottajat ja käyttäjät

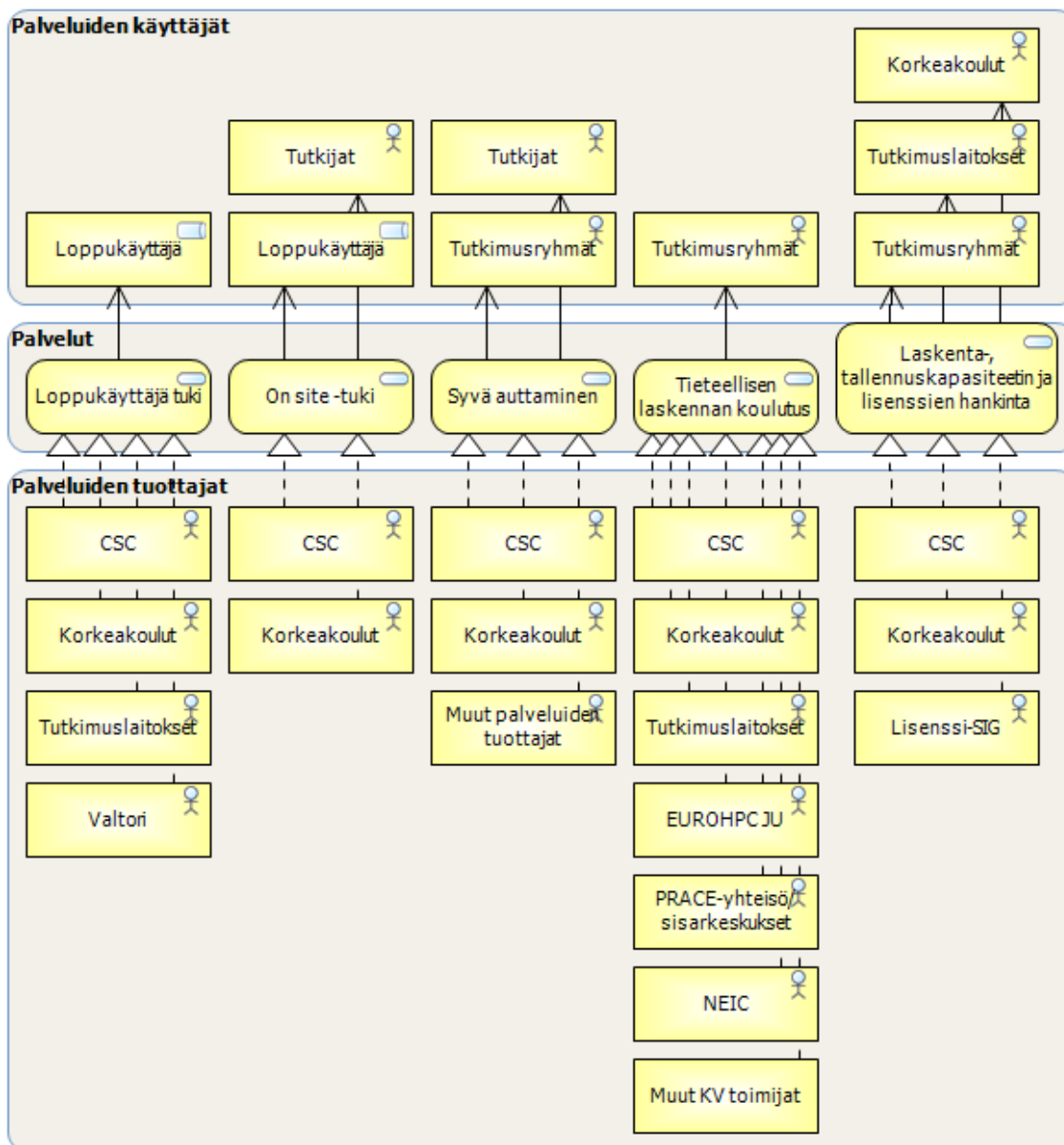
Tämän palvelualueen palvelut tuotetaan loppukäyttäjille ja käyttäjäorganisaatiolle. Palveluiden tuottamiseen osallistuvat CSC:n, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten lisäksi myös muun. muassa Valtori ja kansainväliset toimijat.

Palvelualue 3 vastaa erityisesti seuraaviin ulkoisiin muuttujiin:

- Laskennallisen huippututkimuksen tukeminen
- Tekoälytutkimus ja -sovellukset

Palvelualue 3 toteuttaa erityisesti seuraavia kyvykkyksiä:

- Tieteellisen laskennan osaaminen
- Laskennallisen tieteen osaaminen
- Koulutus ja tuki



Diagrammi 32. Palvelualueen 3 tuottajat ja käyttäjät

### 4.5.4 Laskenta- ja hostauspalveluiden tuottajat ja käyttäjät

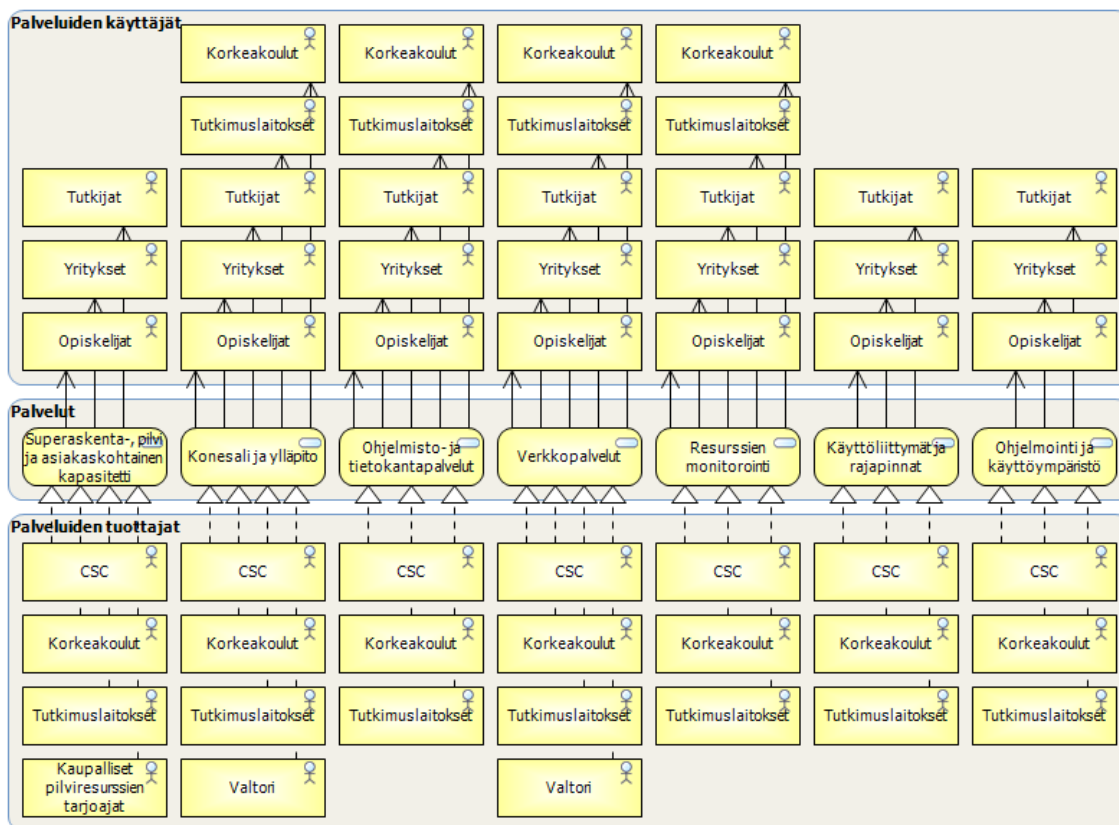
Tämän alueen palvelut tuottavat pääasiassa CSC, korkeakoulu ja tutkimuslaitokset sekä osittain myös Valtori ja kaupalliset toimijat. Palvelut ovat erityisesti tutkijoille ja opiskelijoille sekä asiakasorganisaatiolle eli korkeakouluille, tutkimuslaitoksille ja yrityksille.

Palvelualue 4 vastaa erityisesti seuraaviin ulkoisiin muuttujiin:

- Laskentainfrastruktuurin erikoistuminen
- Keskitettyjen ratkaisujen houkuttelevuus - kustannustehokkuus
- Kestävä kehitys

Palvelualue 4 toteuttaa erityisesti seuraavia kyvykkyyskä:ä:

- Käyttöliittymät ja etätyöpöydät
- Datakeskus
- Laskenta- ja tallennuskapasiteetin hankinta
- Teknologia ja trendit
- Energiatehokkuus



Diagrammi 33. Palvelualueen 4 tuottajat ja käyttäjät

#### 4.5.5 Tallennuksen ja datan hallinnan palveluiden tuottajat ja käyttäjät

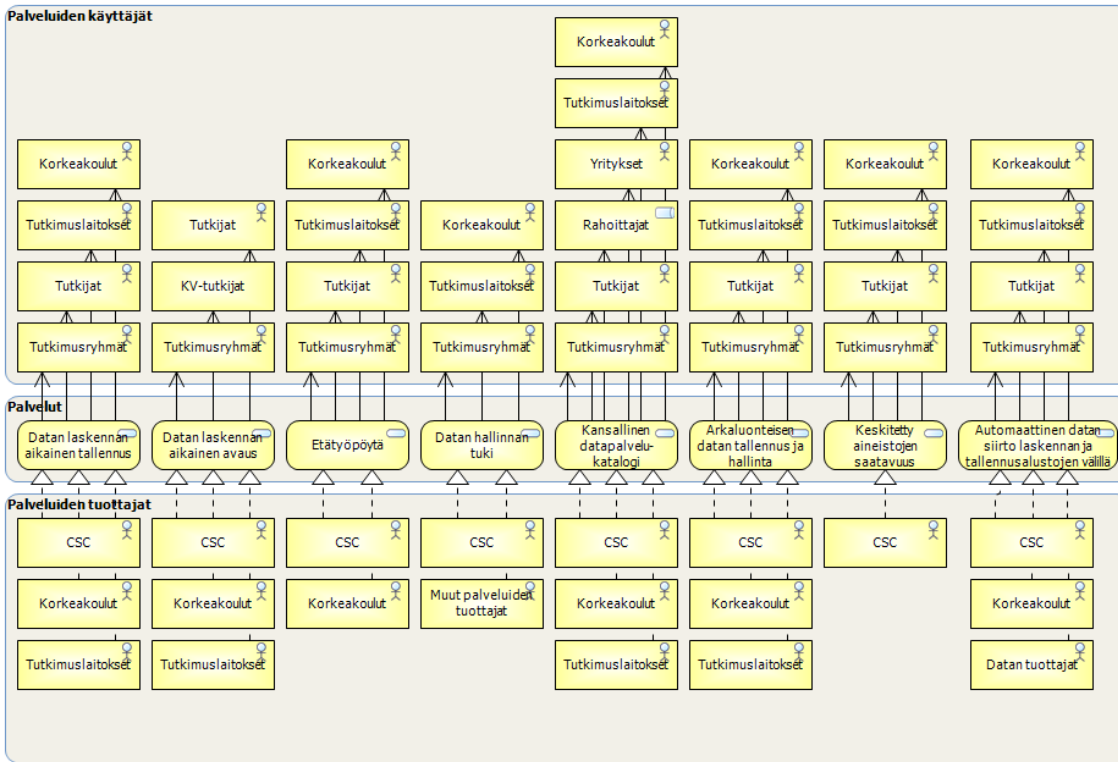
Tämän alueen palvelut tuottavat CSC, korkeakoulu ja tutkimuslaitokset. Datan siirron palvelun tuottamiseen osallistuvat myös datan tuottajat. Palvelut ovat loppukäyttäjille ja asiakasorganisaatioille.

Palvelualue 5 vastaa erityisesti seuraaviin ulkoisiin muuttujiin:

- Keskitettyjen ratkaisujen houkuttelevuus – kustannustehokkuus
- Käyttäjakeskeisyys, käytettävyys

Palvelualue 5 toteuttaa erityisesti seuraavia kyvykkyyskä:ä:

- FAIR-mukaisuus
- Tietosuoja
- Datan elinkaaren hallinta
- Tutkimuksen helppo dataflow

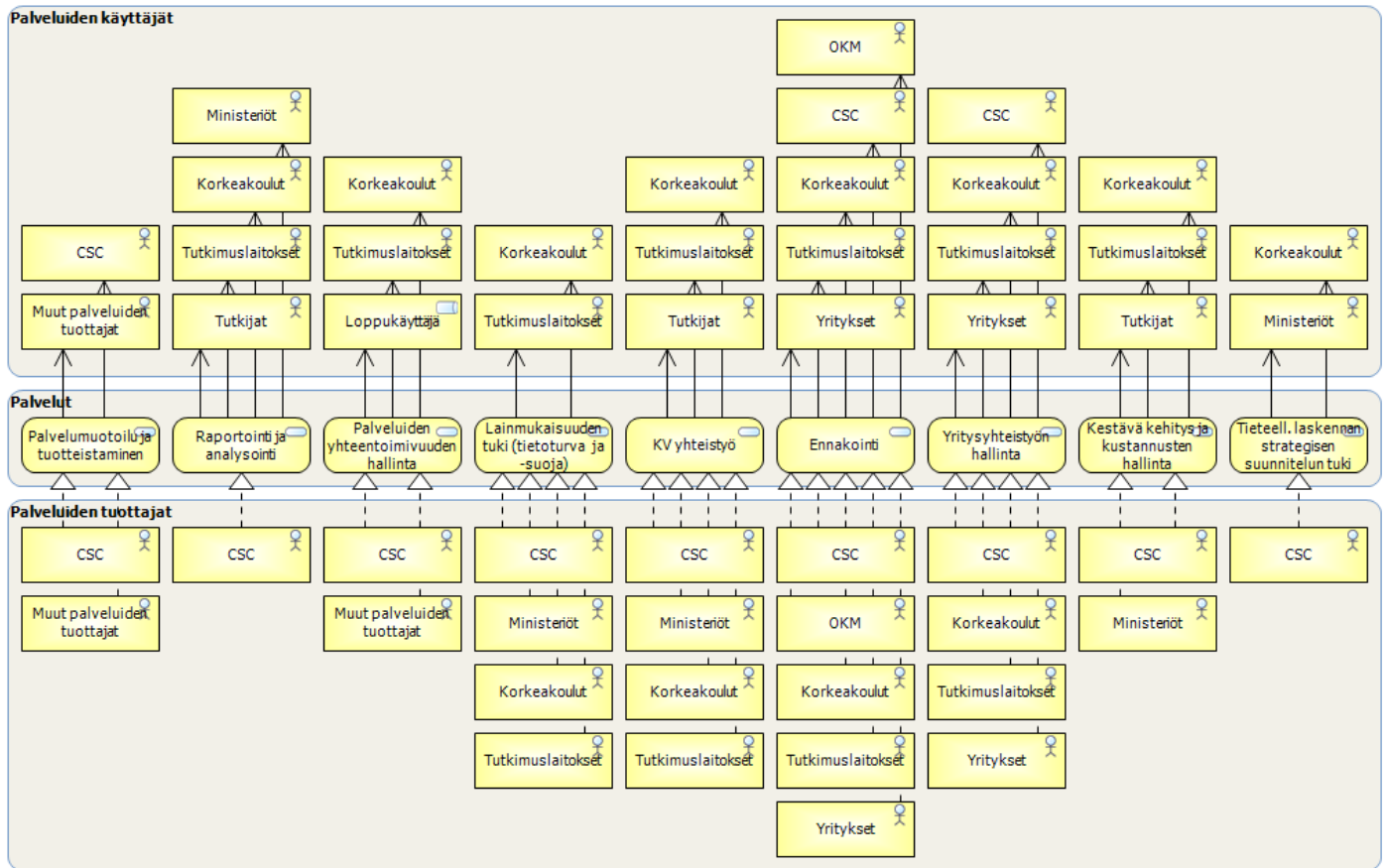


Diagrammi 34. Palvelualueen 5 tuottajat ja käyttäjät

## 4.6 Palvelut ja prosessit

Tässä luvussa on nimetty palvelualueittain kunkin palvelun toteuttamiseen tarvittavat prosessit. Prosessit on nimetty, mutta niiden tarkempaa toiminnallisuutta ei ole kuvattu.

### 4.6.1 Palvelualue 1 – Johtaminen, organisoituminen, hallinta ja rahoitus



Diagrammi 35. Palvelualueen 1 palvelut ja prosessit

**Palvelumuotoilu ja tuotteistaminen** Palvelun toteuttamiseksi tulee hallita eri palvelumuotoilumenetelmät, organisaatiolla pitää olla tuotteistamisprosessi, lisäksi keskitetty toimija esim. CSC tarjoaa palvelumuotoilun ja tuotteistamisen tukea. Neljäs tarvittava prosessi on keskitetty kustannusten hinnoittelumallin hallinta. CSC tuottaa prosessit muiden palvelun tuottajien kanssa.

**Raportointi ja analysointipalvelua** varten tarvitaan raportoinnin tekoa ohjaava ja tukeva prosessi sekä datan keräämisen ja käsittelyn ja analysoinnin prosessit. Lisäksi on erillinen raportoinnin ja sen kehittämisen prosessi. CSC tuottaa nämä prosessit.

**Palveluiden yhteentoimivuuden hallinta** sisältää yhteentoimivuuden varmistamisen eli ohjaamisen ja koordinoinnin prosessit sekä palveluiden saatavuuden varmistamisen. Lisäksi pitää varmistaa palveluiden käytettävyys. Palvelussa linjataan integraatioperiaatteet esimerkiksi tarkentamalla tämän arkkitehtuurin periaatteet yhteentoimivuuden osalta niin toiminta-, tieto-, tietojärjestelmä- ja teknologia-arkkitehtuureissa. CSC tuottaa prosessit muiden palvelun tuottajien kanssa.

**Lainmukaisuuden tuki** toteutetaan asiakkaille tehtyjen ohjaus- ja tukiprosessien avulla. Erityisesti strategiakaudella kiinnitetään huomioita tietosuoja- ja tietoturvaosoiden asiakasohjeistukseen ja -tukeen. CSC, ministeriöt, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset tuottavat prosessit yhdessä.

**Kansainvälinen yhteistyö** tarvitsee toimivat viestinnän prosessit, verkostoitumismallit, yhteistyön ja kumppanuuden hallinnan toimintamallit sekä erityisesti niihin liittyvien sopimusprosessien hallinnan. CSC, ministeriöt, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset tuottavat prosessit yhdessä.

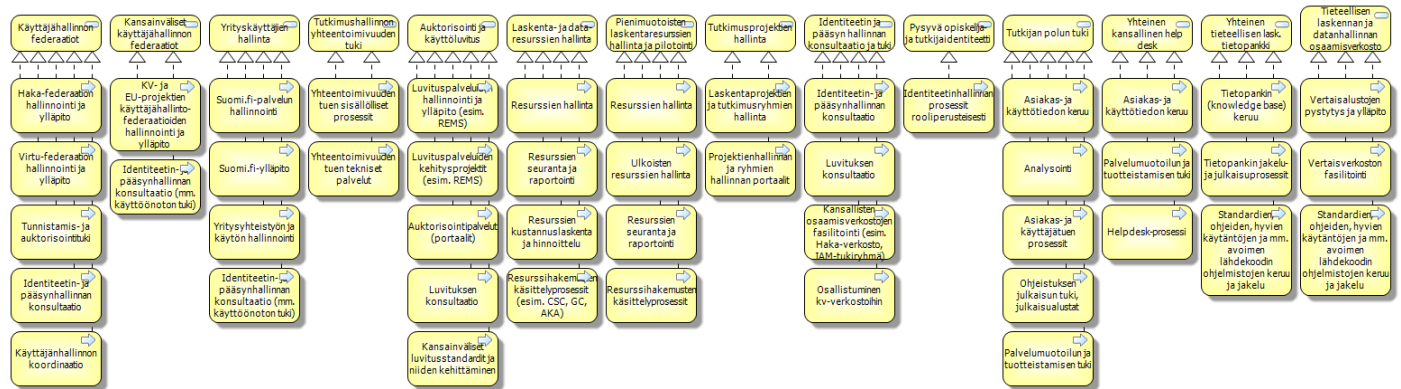
**Ennakoinnissa** tulee tunnistaa käyttäjien tarpeet, seurata tutkimuksen trendejä ja teknologian kehittymistä sekä kerätä analysointia varten tarvittava data. Lisäksi pitää hallita ennakointiosaamisen kehittäminen ja tuki.

**Yritysyhteistyön hallintaa** varten otetaan käyttöön tarvittavat yritysyritysyhteistyön mallit, tehdään erillinen rahoitusprosessi ja kehitetään markkinointia ja viestintää. Tähän palveluun on liitetty hallinnonalojen välisen yhteistyön kehittäminen, jota varten tarvitaan vastaavat prosessit kuin yritysyritysyhteistyössä.

**Kestävä kehitys ja kustannusten hallintapalvelua** ohjaavat erityisesti EU:n kestävän kehityksen tavoitteet. Palvelussa arvioidaan tieteellisen laskennan toiminnan ympäristövaikutukset ja energiatehokkuus. CSC ja ministeriöt tuottavat prosessit yhdessä.

**Tieteellisen laskennan strategisen suunnittelun tuki.** Strategian suunnittelua varten tarvitaan analysoitua tietoa esimerkiksi ympäristömuuttujista. Pitkäjänteinen toiminta tarvitsee tuekseen pitkän aikavälin talouden ohjauksen suunnittelua. Strategioiden toteuttamista ja implementointia tuetaan kokonaisarkkitehtuurimenetelmällä esimerkiksi mallintamalla strategiat ja ohjaavilla viitearkkitehtuureilla. Strategian toteutumista seurataan ja mitataan. Palvelu sisältää strategisen suunnittelun ja kokonaisarkkitehtuuryön konsultaation. CSC tuottaa prosessit

#### 4.6.2 Palvelualue 2 – Käyttäjä- ja resurssien hallinta sekä tutkimusprosessin tuki



Diagrammi 36. Palvelualueen 2 palvelut ja prosessit

Käyttäjä- ja resurssienhallinta ja tutkimusprosessin tuki -palvelualueen palvelut sisältävät eri käyttäjän-, resurssien- ja projektienhallinnan palvelut, auktorisoinnin, luvituksen ja yhteentoimivuuden palvelut, näihin liittyvät asiantuntija- ja konsultaatiopalvelut, sekä tutkimusprosessiin ja tutkijan polkuun liittyvät palvelut ja prosessit.

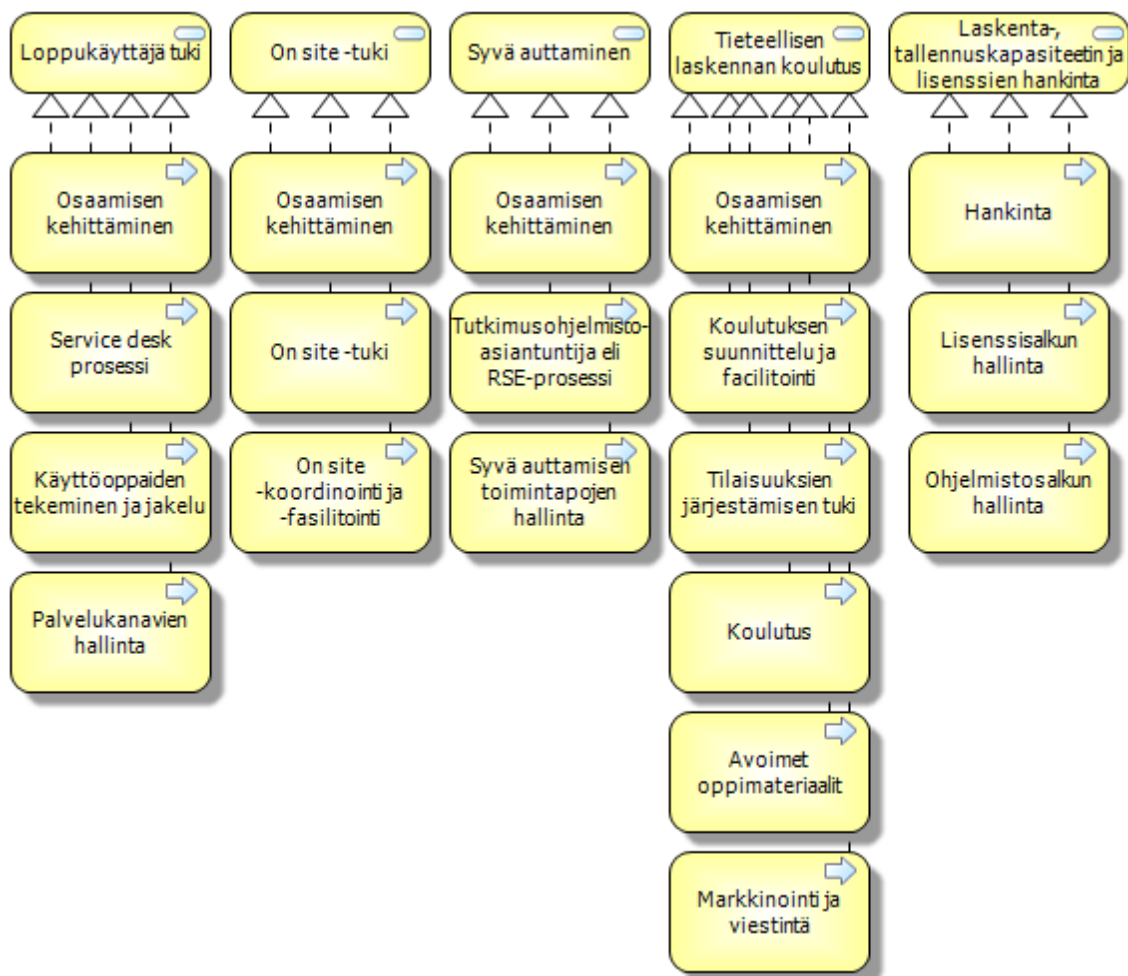
Käyttäjänhallinnossa tukeudutaan pääasiassa identiteetin hallinnan federaatioihin kuten Hakaan ja Virtuun ja näiden hallinnolliseen ja teknisempään ylläpitoon. Lisäksi mm. yrityskäyttäjille, kv-käyttäjille sekä muille em. federaatioiden ulkopuolisille käyttäjille pitää olla tuettuna helpokäyttöiset käyttäjänhallinnon prosessit. Federoitujen identiteettien käyttöönoton tuki ja aiheeseen liittyviä konsultaatio on keskeistä ko. palveluiden käytön leviämiseksi.

Laskenta- ja dataresurssien hallinnassa keskeiset prosessit ovat sekä kansalliset että toimijakohtaiset resurssien haun ja jakamisen prosessit. Näiden taustalla tarvitaan resurssien hinnoittelu sekä resurssien käytön seuranta eri käyttäjäryhmille ja mm. organisaatioittain. Resurssienjaon palvelut jaettiin kahtia varsinaiseen tieteellisten laskennan resurssien jakoon sekä pienimuotoisempaan resurssienjakoon esim. opiskelijoille ja pilottikäyttöön. Tutkimusprojektien ja -ryhmien hallinnan prosessit tukevat resurssienjaon palveluita suoraviivaisesti.

Yhteentoimivuutta tuetaan sekä hallinnollisilla prosesseilla (esimerkiksi termistö- ja koodistotehtävät) että teknisillä järjestelmillä (esimerkiksi Yhteentoimivuusalusta). Auktorisoinnin ja luvituksen palveluissa sekä tarjotaan ja ylläpidetään että kehitetään järjestelmiä ja toimintoja data-aineistojen luvitukseen ja erilaisten käyttäjäpalveluiden auktorisointiin. Kaikissa näissä palveluissa kansainvälinen yhteistyö ja sen mukana tulevat standardit ja hyvät käytännöt ovat keskeisessä roolissa.

Tutkimusprosessin ja tutkijan polun tueksi on ideoitu useita erilaisia tukipalveluita. Näitä voisivat olla mm. organisaatiokohtaiset ja kansalliset helpdesk-palvelut, yhteiset jaetut tietopankit tieteellisen laskennan hyivistä käytännöistä sekä erilaisten tieteenalakohtaisten ja yleisempienkin osaamisverkostojen fasilitointi. Kaikissa näissä yhteistä on se, että kerätään ja ylläpidetään tietoa käyttäjistä ja asiakkaista, ja panostetaan laadukkaaseen tieteellisen laskennan asiantuntijaosaamiseen ja sen hyödyntämiseen.

### 4.6.3 Palvelualue 3 – Koulutus, menetelmät, tiedealat ja käyttäjätuki



Diagrammi 37. Palvelualueen 3 palvelut ja prosessit

Uusien laskentajärjestelmien ja GPU-laskennan yhä laajeneva käyttö sekä suurten datamassojen prosessointi ja tallennus vaativat uusien menetelmien ja toimintatapojen oppimista tutkijoilta ja tutkimusryhmiltä. Tämän vuoksi tieteellisen laskennan asiantuntijoiden saatavuus, sekä heidän osaamisensa kehittäminen korkeakouluissa ja tutkimuslaitoksissa on erittäin tärkeää maksimaalisen hyödyn saamiseksi tieteellisen laskennan infrastruktuurihankinnoista.

#### Loppukäyttäjän tuki

Loppukäyttäjän tuki sisältää käytännön tuen loppukäyttäjälle service desk -asiakaspalvelusta lähtien erityisesti etänä. Tukea tarjoavat kaikki tieteellisen laskennan palveluja tuottavat osapuolet. Se kattaa myös käytön oppaiden tekemisen ja jakelun eri kanavien kautta.

#### On site -tuki

On site -tukea antava asiantuntija on osa-aikaisesti sijoittunut asiakasorganisaation työtiloihin ja pystyy näin auttamaan tutkimusryhmiä päivittäisessä työssä perehtymällä paremmin ryhmän työtapoihin ja tarpeisiin. Tällainen tuki voi olla menetelmä- tai tiedealakohtaista.

#### Syväauttaminen

Pienillä tutkimusryhmillä ei aina ole omassa ryhmässään monipuolista HPC- tai datan käsittelyn asiantuntemusta. Silloin pitkäkestoisempi projektiluonteinen, pääasiassa etänä annettu syväauttaminen helpottaa joko menetelmien, itse laskennan tai datankäsittelyn toteutusta. Tällainen asiantuntija on esimerkiksi ammattimainen tutkimusohjelmistoasiantuntija (Research Software Engineer, RSE) tai datatieteilijä (Data Scientist), joka on mukana tutkimusryhmän toiminnassa sovittun ajan. Korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten oman tieteellisen laskennan osaamisen parantaminen olisi tärkeää esimerkiksi näitä tehtäviä avaamalla korkean tason tutkimuksen tueksi ja tieteellisen laskennan käyttäjäkunnan laajentamiseksi. CSC voisi toimia verkoston koordinoijana.

#### Tieteellisen laskennan koulutus

Tieteellisen laskennan koulutus on edellytys laskennallisen tutkimuksen tekemiseen. Sitä antavat sekä korkeakoulut että laskentapalveluja muuten tuottavat, myös kansainväliset, osapuolet. Koulutus liittyy tieteellisen laskennan eri osiin: itse laskentaan, ohjelmistoihin, ohjelmointiin, menetelmiin, tieteenaloihin, datan ja työvoiden hallintaan. Sen

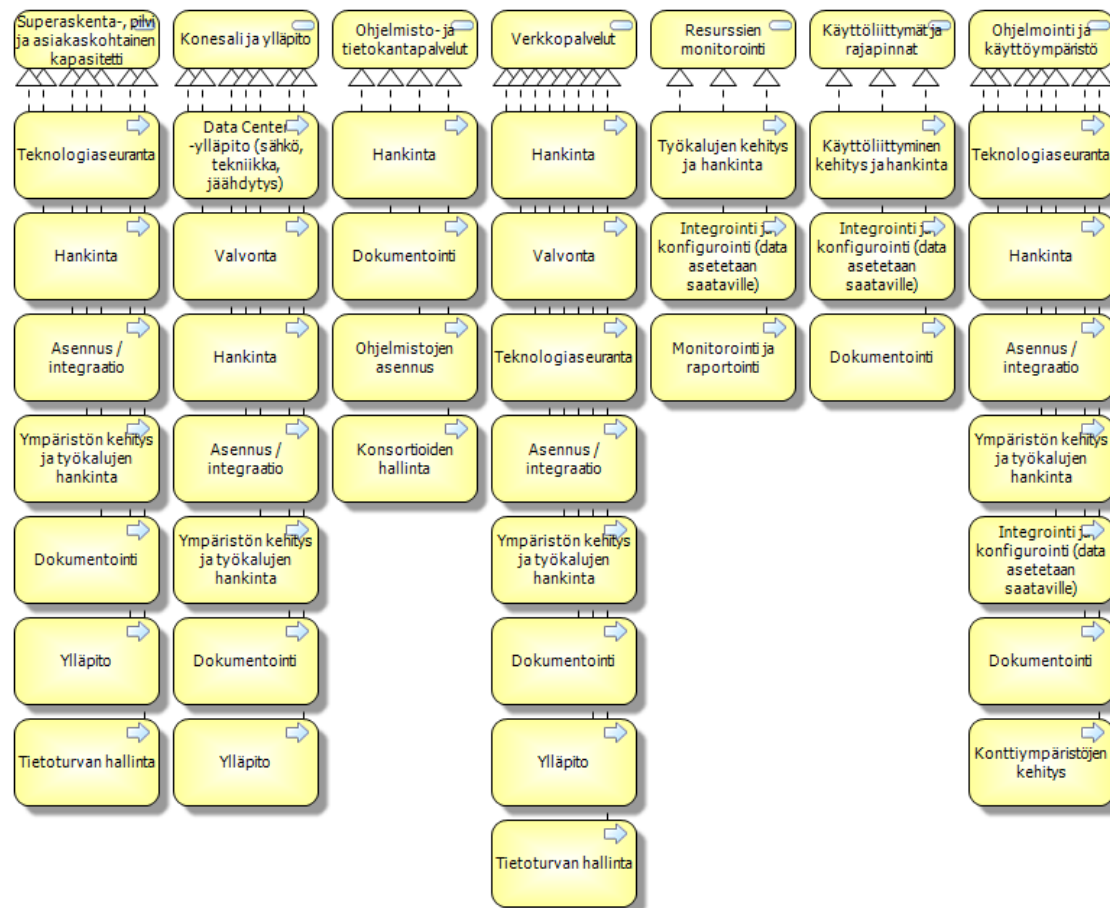
järjestäminen edellyttää suunnittelua, fasilitointia ja viestintää. Koulutus voidaan järjestää joko lähi- tai verkkokoulutuksena. Verkkokoulutukseen voi osallistua myös itsenäisesti oman aikataulunsa mukaan, esimerkkinä MOOCit (Massive Open Online Course) eli kaikille avoimet verkkokurssit.

### Laskenta- ja tallennuskapasiteetin sekä lisenssien hankinta

Laskenta- ja tallennuskapasiteetin sekä lisenssien hankinta on keskitetty palvelu, joka tarjoaa hankintaan liittyvää ohjausta, konsultaatiota ja tukea organisaatioille. Useilla, erityisesti kaupallisesti tuotetuilla ohjelmistoilla, on erilaiset ehdot akateemiseen ja teolliseen käyttöön, mikä pitää ottaa huomioon. Palvelun tuottaminen edellyttää lisenssinhallinta- ja hankintaosaamista.

### 4.6.4 Palvelualue 4 – Laskenta ja hostaus

Vaikka laskentainfrastruktuurin fyysinen keskittäminen on jatkossakin monilta osin hyvin järkevää, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten pitää pystyä tarjoamaan paikallisesti hallintoitua laskenta- ja tallennuskapasiteettia erityisesti ohjelmistokehitykseen ja suuria datamääriä tuottavien mittalaitteiden datan paikalliseen prosessointiin.



Diagrammi 38. Palvelualueen 4 palvelut ja prosessit

### Suurteholaskenta-, pilvi- ja asiakaskohtainen kapasiteetti

Palvelu ja siihen liittyvät prosessit kattavat perinteisen suurteholaskennan superkone/klusterikapasiteetin lisäksi pilvilaskentakapasiteetin tuottamisen ja ylläpidon. Vaikka käyttö- ja hallintajärjestelmät ovat erilaisia, käytännöt ja prosessit ovat pitkälti samoja. Asiakaskohtainen kapasiteetti eroaa edellä mainituista vain rajatun käyttäjäkunnan osalta.

### Konesali ja ylläpito

Suurteholaskenta-, pilvi- ja asiakaskohtainen kapasiteetti palvelu ja verkkopalvelut rakentuvat tämän palvelun päälle. Tässä yhteydessä ylläpito tarkoittaa konesali-infrastruktuurin (sähkönsyöttö, jäähdytys jne.) järjestelmien ylläpitoa.

### Ohjelmisto- ja tietokantapalvelut

Palvelu tarjoaa ohjelmistojen hankinnan, asennukset, lisenssit ja dokumentoinnin. Palvelu kattaa myös ohjelmistojen hankinnan konsortioiden kautta.

### Verkkopalvelut



Palvelu tuottaa käytön vaatiman verkkoinfrastruktuurin; tehokkaat yhteydet koneiden ja käyttäjien välillä.

## Resurssien monitorointi

Palvelun avulla käyttäjät ja ylläpitäjät saavat tietoa laskentaresurssien kuormituksesta. Palveluiden omistajalle tuotetaan yksityiskohtaisempaa tietoa käyttäjistä, käyttötavoista jne. esim. vaikuttavuuden osoittamista ja investointien kohdistamista varten.

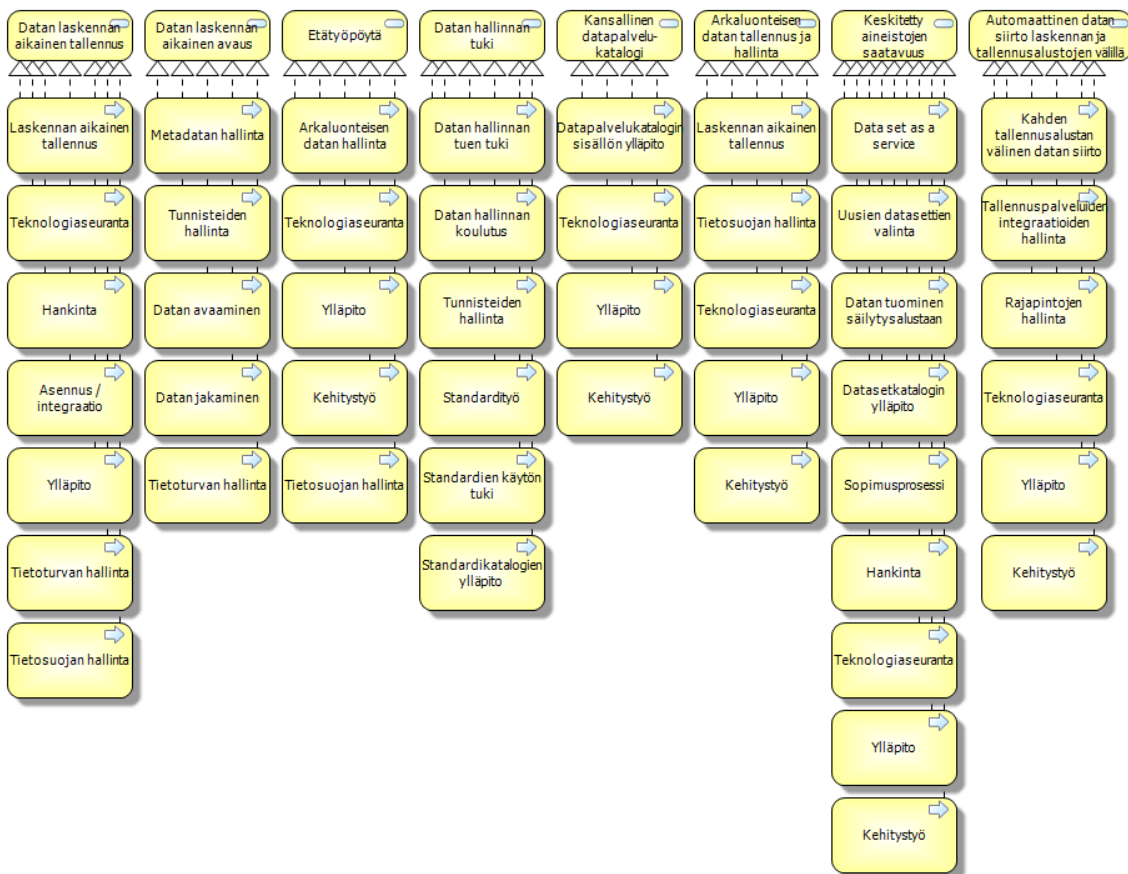
## Käyttöliittymät ja rajapinnat

Palvelu tarjoaa pääsyn laskenta- ja tallennuskapasiteettiin ja kattaa terminaaliyhteydet (SSH), selainpohjaiset käyttöliittymät, etätyöpöydät jne. Tavoitteena on helppokäyttöisyys ja mahdollisimman laaja yhteensopivuus.

## Ohjelmointi- ja käyttöympäristö

Palvelu kattaa kääntäjät, kirjastot, vianetsintä- ja suorituskykyökalut jne. tehokkaiden ja mahdollisesti rinnakaistettujen tieteellisen laskennan ohjelmien kehittämiseen sekä ympäristön kontitettujen sovellusten rakentamista ja ajamista varten.

### 4.6.5 Palvelualue 5 – Tallennus ja datan hallinta



Diagrammi 39. Palvelualueen 5 palvelut ja prosessit

**Datan laskennan aikainen tallennuspalvelu** Kehittämisen ja ylläpidon prosessien lisäksi tärkeitä prosesseja ovat järjestelmien tietoturvan hallinta sekä datan hallintaan liittyvät tietosuojaprosessit.

**Datan laskennan aikainen avaus** Erityisesti tulee hallita metadatan kuvailu, tallentaminen ja käytön hallinta, samoin erilaisten tunnistusten hallinta (pysyvät tunnistet, Orchid jne.), datan avaaminen muille käyttäjille ja datan julkaiseminen ja siihen liittyvät erilaiset lisenssit

**Etätyöpöytäpalvelu** tarjotaan laskennan aikaiselle datan käsittelylle. Palvelu hyödyntää myös arkaluonteisen datan käsittelyn prosesseja kuten esim. tietosuojan hallintaa.

**Datan hallinnan tuki** Keskitetyn datanhallinnan tuen lisäksi on prosessit keskitetyille datan hallinnan koulutukselle, standardityön koordinaatiolle ja tuelle sekä erilaisten tunnisteiden kehitystyö, kansallinen ja kansainvälinen yhteistyö ja niiden käytön ohjeistus ja tuki.

**Kansallinen datapalvelukatalogi** koostuu katalogin sisällön ylläpidosta sekä itse palvelun teknisestä ylläpidosta ja kehittämistyöstä.

**Arkaluonteisen datan tallennus ja hallinta** Erityisesti huomioidaan tietosuojan hallinta niin päivittäisessä toiminnassa kuin palvelun kehittämistyössä.

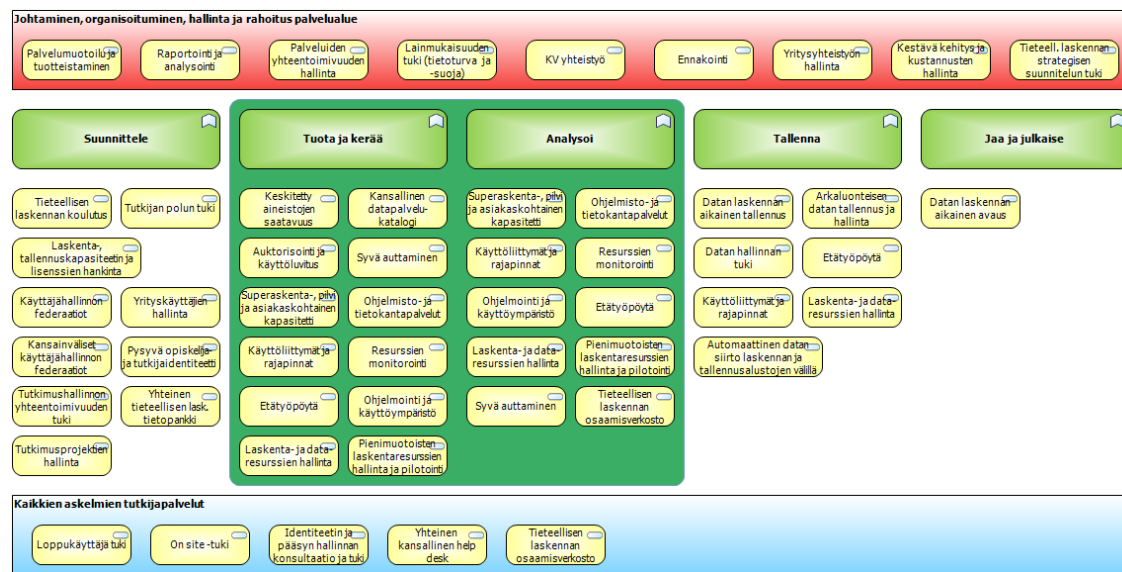
**Keskitetty aineistojen saatavuus** Palvelun kehittämisen ja ylläpidon lisäksi keskeisiä prosesseja ovat datasettien valinta, datasettien kerääminen alustalle, datasettien tarjonta/jakelu ja datasetti-katalogin ylläpito.

**Automaattinen datan siirto laskennan ja tallennusalueiden välillä** Palvelun keskeisiä prosesseja on datan siirron hallinnan lisäksi palveluiden yhteentoimivuus toiminnallisella tasolla ja tietojärjestelmien välisten rajapintojen kehittäminen.

## 4.7 Tutkijanpolun palvelut

Viitearkkitehtuurissa ei ole tuotettu erillistä tutkijanpolkua vaan on käytetty CSC:n vuonna 2017 julkaisemaa tutkijan polkua (ks. luku 3.2 Ajurit/megatrendit). Jos tutkijan polku päivittyy pitää palveluiden ripustuminen uuteen tutkijan polkuun tarkistaa.

Tutkijan polulla on viisi askelmaa (diagrammi 40), johon jokaiseen on liitetty keskeisimmät tutkijan tarvitsemat tieteellisen laskennan palvelut. Kuvassa on sinisellä taustavärillä ryhmitelty ne palvelut, jotka ovat käytössä kaikissa polun askeleissa. Punaisella pohjalla kuvan yläreunaan on merkitty johtamisen palvelualueen palvelut. Ne eivät suoraan liity tutkijan polun askelmiin, mutta mahdollistavat tieteellisen laskennan toiminnan kehittämisen ja ohjaamisen.



Diagrammi 40. Tutkijanpolun palvelut