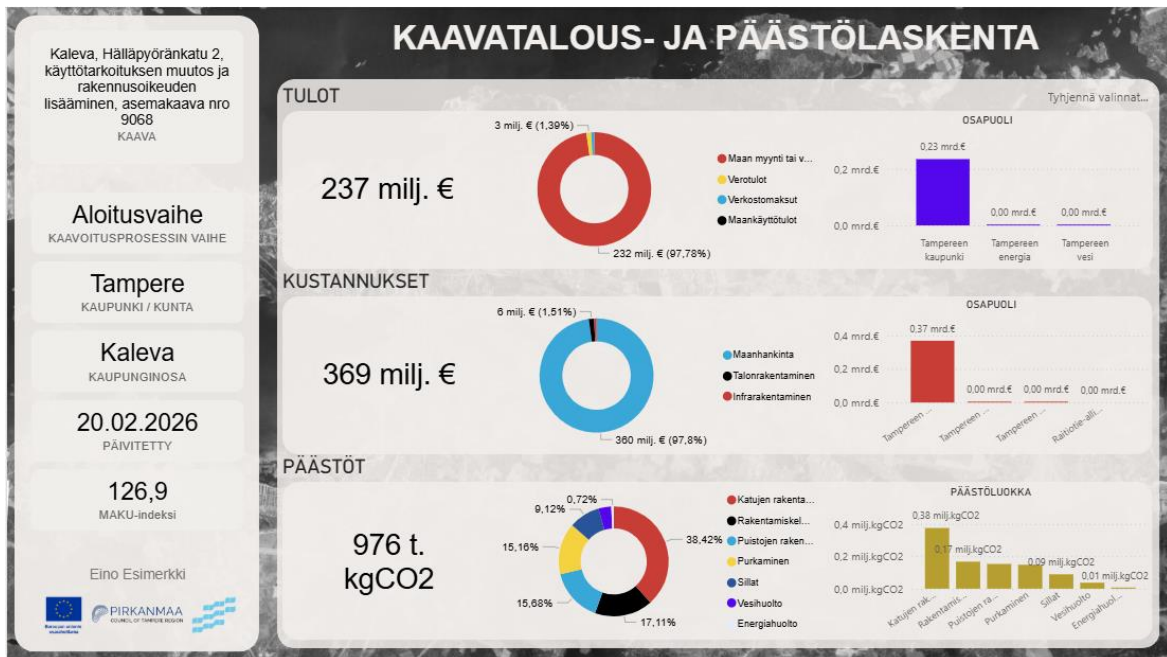


Vastaanottaja  
**Tampereen kaupunki**

Asiakirjatyyppi  
**Hankeraportti**

Päivämäärä  
**03/2026**

# Kaavatalouslaskennan digitalisointi ja älykäs vähähiilisyyys



# Kaavatalouslaskennan digitalisointi ja älykäs vähähiilisyys

Projekti	<b>Kaavatalouslaskennan digitalisointi ja älykäs vähähiilisyys</b>
Vastaanottaja	<b>Tampereen kaupunki</b>
Asiakirjatyyppi	<b>Hankeraportti</b>
Päivämäärä	<b>27.03.2026</b>
Laatija	<b>Työryhmä</b>
Hyväksyjä	<b>Ohjausryhmä</b>

1.	Johdanto	3
1.1	Työn tausta	3
1.2	Projektin tavoitteet ja rajaus	3
1.3	Projektin toteutus	4
2.	Kaavatalouslaskennan nykytila	5
2.1	Kaavatalouslaskennan prosessi nykytilanteessa	5
2.2	Lähtötietovertailut	6
2.2.1	Lähtötietoluokat	6
2.2.2	Lähtötiedonkeruu ja laskentalogiikka käytännössä	8
2.3	Digitalisaation tila kaavatalouslaskennassa ja tunnistetut tarpeet	10
2.3.1	Nykytilanteen tunnistetut hyödyt	11
2.3.2	Nykytilanteen kehittämisen tunnistetut tarpeet	11
3.	Laskentaprosessin digitalisaatio	13
3.1	Tiedonsiirto	13
3.2	Tiedonsäilytys	15
3.3	PoC (Proof of Concept)	15
3.3.1	Laskenta	16
3.3.2	Visualisaatio	19
3.4	Automaation hyödyntämismahdollisuudet	20
3.4.1	Edellytykset ohjelmointirajapintojen hyödyntämiselle	21
3.4.2	Rajapinnat – Ihku, Ryhti, Kansalliset tietovarannot	21
3.4.3	Tekoälyn rooli kaavatalouslaskennassa	24
3.5	Tietojohdaminen	25
3.5.1	Tietojohdamisen kytkentä laskentapohjaan ja raportointiin	25
4.	Yhteenveto ja jatkokehitys	27
4.1	Yhteenveto	27
4.2	Jatkokehitys	28
4.2.1	PoC:n jatkokehitys	28
4.3	PoC:n hyödyntäminen ja käyttöönotto muissa kunnissa	29

## Termit ja määritelmät

API-rajapinta	API (Application Programming Interface) tarkoittaa ohjelmointirajapintaa, joka määrittelee vakioidun tavan, jolla järjestelmät, sovellukset tai palvelut voivat kommunikoida keskenään ja siirtää tietoa.
Fore-laskentapalvelu	Infra- ja talonrakentamisen kustannuslaskentaohjelma
IHKU	Infrahankkeiden kustannuslaskentajärjestelmä ja -palveluallianssi
KITIA	Tampereen kaupungin Kiinteistöt, tilat ja asuntopolitiikka - palveluryhmä
PALM	Tampereen kaupungin maankäytön toteuttamisen ja investointien pitkän aikavälin suunnitelma
PoC	PoC (Proof of Concept) tarkoittaa menetelmän toteutuskelpoisuuden osoittamista, ja tässä tapauksessa se tarkoittaa yksinkertaista versiosta kaavatalouslaskennan työkalusta, jolla osoitetaan työkalun ja sen toiminnallisuuksien toteuttamisen onnistuminen käytännössä.
Ryhti	Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämä kansallinen rakennetun ympäristön tietojärjestelmä, jonne tallennetaan kaavoituksen ja rakentamisen tiedot rakenteellisessa ja yhteentoimivassa muodossa.
Tietomalli	Vakioitu tapa tuottaa/siirtää/säilöä tietoa. Tietomallien avulla tiedonsiirrossa voidaan hyödyntää mm. automatisoituja tiedonsiirtoratkaisuja.

# 1. Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Työ toteutettiin Tampereen kaupungin yleiskaavoituksen yksikölle. Projekti on osa Pirkanmaan liiton rahoittamaa hanketta ”Kaavatalouslaskennan digitalisointi ja älykäs vähähiilisyys”. Tässä projektissa toteutettiin hankkeen työpaketit 1 (Kaavatalouden tietojohdantamallin toteutus) ja 2 (Kaavataloustyökalun Proof of Concept -toteutus). Projektiin ei sisällynyt 3 (Kaavatalouden ja liikenneratkaisujen elinkaaritarkastelut tekoälyä hyödyntäen), vaan se toteutuu toisessa toimeksiannossa.

Projekti pohjautui diplomityöhön [Selvitys kaavatalouslaskennan toteuttamisesta Ihku-laskentapalvelussa](#) (Anne-Mari Koivisto, 27.9.2024) ja siinä tunnistettuihin kehitysjatatuksiin. Kaavatalouslaskenta tarvitsee runsaasti erilaisia lähtötietoja, jotka ovat saatavissa kunnissa eri tietojärjestelmistä. Diplomityöstä saatiin kattavaa tietoa suurten kuntien kaavatalouslaskennan käytännöistä, tarpeista ja kehitystarpeista, kuten tietomallien hyödynnettävyydestä kaavatalouslaskennan prosessissa.

Hankkeen periaatteiden mukaisesti projektin tulokset ovat toistettavissa Tampereen lisäksi myös muissa kunnissa. Projektin tulokset ovat julkisia ja ne on julkaistu [Tampereen kaupungin GitHub-sivulle](#).

## 1.2 Projektin tavoitteet ja rajaus

Projektin tavoitteena oli Tampereen kaupungin kaavatalouslaskennan kehittäminen ja kansallisen ehdotuksen luonti, joka on toistettavissa muissa kunnissa. Projektissa käytiin läpi Tampereen kaupungin kaavatalouslaskennan laskentalogiikka, kaavatalouslaskennassa käytettävät lähtötietovarannot ja niiden sisältämien tietojen laatu sekä automatisointimahdollisuudet. Kaavatalouslaskennan laskentalogiikan ja lähtötietojen perustellaan luotiin Proof of Concept -työkalu (PoC) kaavahankkeiden talous- ja CO<sub>2</sub>-päästövaikutusten tarkasteluun.

Projektissa käytiin läpi yhdeksän ennalta tunnistetun teeman (infrarakentaminen, talonrakentaminen, maanhankinta, maan myynti tai vuokraus, maankäyttötulot, verotulot, päästötiedot sekä käyttö- ja liittymämaksut) osalta Tampereen kaupungin kaavatalouslaskennassa hyödynnettävät tiedot ja näiden laskentalogiikat. Projektissa tarkasteltiin kaupungin sisäisten tietolähteiden lisäksi kansallisten tietolähteiden hyödyntämismahdollisuuksia ja laskennan automatisoinnin edellytyksiä.

Projektissa tunnistetut PoC:n ja prosessin jatkokehitysmahdollisuudet on kirjattu tähän raporttiin.

### 1.3 Projektin toteutus

Projekti toteutettiin ketterän työskentelytavan mallilla aikavälillä 1.11.2025-31.3.2026. Projektiryhmä tapasi viikoittain weekly-kokouksissa. Viikoittaisissa kokouksissa valvottiin työn etenemistä, käytiin läpi viikon aikana edistetyt tehtävät ja sovittiin jatkotoimenpiteistä. Kokoukset toimivat myös tiedonkeruu-, työstö- ja kommentointitilaisuuksina, joissa esimerkiksi PoC:ta kehitettiin iteratiivisesti kommentoinnin kautta.

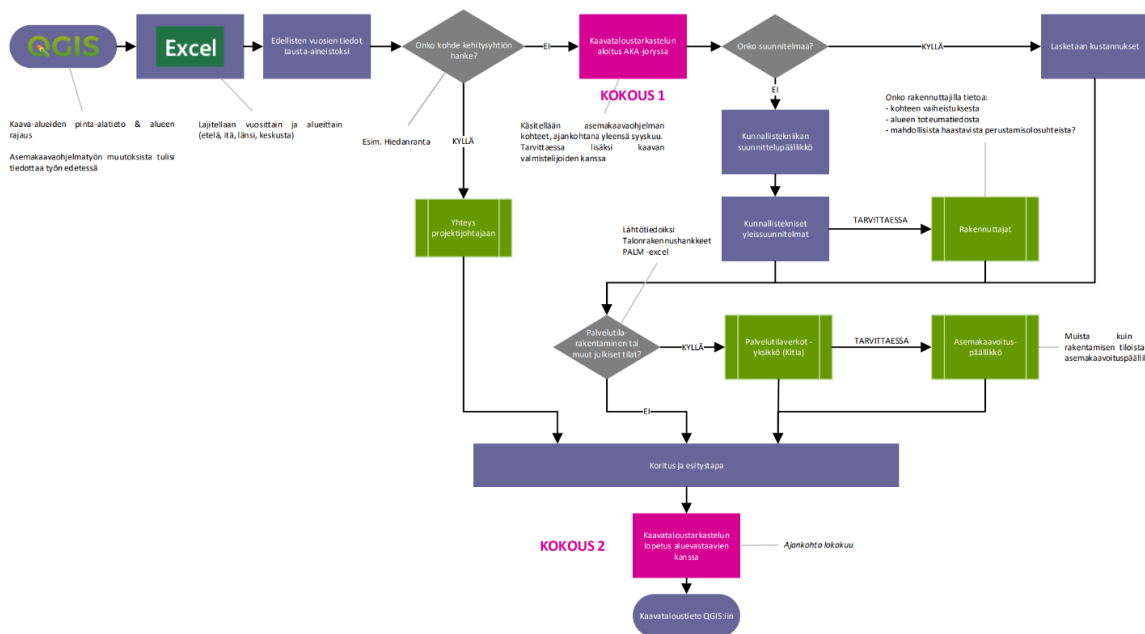
Projektista tuotettiin raportti ja POC-työkalu sekä ohjeistus työkalun käyttöönottoon. POC-työkalu toteutettiin Excelillä ja Power BI -ohjelmalla. POC-työkalua esiteltiin Kaavatalouslaskennan digitalisointi ja älykäs vähähiilisyys -hankkeen työpajassa 18.3.2026.

## 2. Kaavatalouslaskennan nykytila

Kaavatalouslaskennan nykytilaa tarkasteltiin selvittämällä käytettävissä olevat Tampereen kaupungin lähtötietovarannot ja niiden hyödyntäminen kaavatalouslaskennan prosessissa. Samalla tunnistettiin tulevaisuuden kehityskohteita prosessia, laskentaa ja hyödynnettäviä lähtötietoja sekä niiden automatisointia varten.

### 2.1 Kaavatalouslaskennan prosessi nykytilanteessa

Tampereen kaupungin kaavatalousohjeessa kuvataan kaavataloustiedon tuottamisen kokonaisuus asemakaavoituksessa, mukaan lukien asemakaavaohjelman kaavatalouslaskennan prosessikaavio (kuva 1), siihen liittyvät vastuut sekä eri vaiheiden keskeiset sisällöt. Tässä projektissa on keskitytty tarkemmin tiedon keruuseen ja laskentaan, eikä laajemmin prosessiin.



**Kuva 1 Tampereen kaupungin kaavatalousohjeesta prosessikaavion kaavataloustiedon tuottamisesta asemakaavaohjelmassa**

Tampereen kaupungilla on tällä hetkellä kaavatalouslaskennassa käytössä Excel-muotoinen laskentapohja kaavahankkeen tulojen, kustannusten ja päästöjen manuaaliseen koontiin. Laskentapohja sisältää infrakustannukset esirakentamisen, raitiotien rakentamisen, katujen rakentamisen, puistojen rakentamisen, vesihuollon, hulevesien hallinnan, energiahuollon ja taitorakenteiden osalta, pysäköinnin ja julkisten palvelutilojen rakentamisen kustannukset sekä tilaajatehtävien ja riskivarausten prosentit. Kustannukset on jaettu neljälle osapuolelle: Tampereen kaupungille, Tampereen Vedelle, Tampereen Energialle ja Raitiotiealliansille. Maankäytön tulot on arvioitu uuden asumisen kerrosalan, pysäköinnin ja uuden kaupallisen kerrosalan osalta.

Maankäytön tulot määräytyvät kerrosneliömetrien mukaan. Päästötiedot huomioidaan nykytilanteessa soveltuvilta osin yhdessä kaavataloudellisten tarkastelujen kanssa.

Nykytilanteessa infrarakentamisen kustannukset muodostavat suurimman osan kaavatalouslaskennassa huomioitavista tiedoista. Taloudellisen tarkastelun yhteydessä huomioidaan myös infrarakentamisen päästövaikutukset (kgCO<sub>2</sub> tai tCO<sub>2</sub>) kustannustekijöiden osalta.

Kaavatalouslaskennan prosessia tarkasteltiin tässä työssä laskennassa käytettyjen tietojen keruun ja hyödyntämisen osalta. Laskentapohjaan kerättävät tiedot, niiden lähteet ja tietojen käsittely on kerrottu seuraavassa luvussa.

## 2.2 Lähtötietoverailut

Projektissa selvitettiin kaavatalouslaskennassa käytettävien tietojen muoto ja sijainti. Tiedon muodolla tarkoitetaan tallennettavan tiedon rakennetta (esimerkiksi sanallinen tai taulukko) ja tallennusmuotoa (esimerkiksi pdf-tiedosto tai json-tiedosto). Tiedon sijainti tarkoittaa tiedon tallennussijaintia. Projektissa perehdyttiin siihen, kuinka tieto kerätään ja miten sitä hyödynnetään laskennassa ja taloudellisessa arvioinnissa. Nykytilanteessa hyödynnettävien tietojen lisäksi tarkasteltiin myös sellaisia tietoja, joita ei vielä sisällytetä kaavatalouslaskentaan, mutta joiden huomioiminen on asetettu osaksi tulevaisuuden tavoitetilaa.

### 2.2.1 Lähtötietoluokat

Lähtötietoja tarkasteltiin kahdeksan pääluokan kautta, jotka koostuvat useammista tarkennetuista lähtötietoluokista. Nämä lähtötietoluokat perustuvat työn pohjana käytettyyn diplomityöhön, ja ne tarkennettiin Tampereen kaavatalouslaskennassa tarvittavien tietojen avulla. Diplomityön pohjalta määriteltiin tietojohtamismallissa pääluokat, joita ovat talonrakentaminen, infrarakentaminen, maanhankinta, maan myynti tai vuokraus, maankäyttötulot, verotulot, verkostomaksut ja päästötiedot. Kustakin lähtötiedosta selvitettiin, mistä tieto käytännössä saadaan laskentaa varten, missä se on tallennettuna ja missä muodossa tieto on, sekä mistä kansallisesta tietovarannosta tieto olisi mahdollista jatkossa saada.

Taulukossa 1 on listattu kaikki lähtötietoluokat ja tarkennetut lähtötietoluokat. Kuvaan on värikoodattu, hyödynnetäänkö lähtötietoja nykytilanteessa Tampereen kaupungilla. Tummansinisellä korostetut luokat huomioidaan nykylaskennassa lähes aina. Keskisinisellä korostetut luokat huomioidaan vain osittain tai vain toisinaan. Vaaleansinisellä korostettuja luokkia ei huomioida lainkaan kaavatalouslaskennassa. Tarkennetut lähtötiedot vastaavat lähes täysin PoC-laskentatyökalun tarkennettuja lähtötietoluokkia.

**Taulukko 1 Kaavatalouslaskennan lähtötietoluokat ja niiden hyödyntäminen Tampereen kaupungin kaavatalouslaskennassa nykytilassa**

Lähtötietoluokka	Tarkennettu lähtötietoluokka
Talorakentaminen	Esirakentaminen
	Maaperän kunnostaminen
	Rakenteiden muutokset ja purut
	Talorakentaminen
	Palvelurakennusten rakentaminen
	Palvelurakennusten kunnossapito
Infrarakentaminen	Esirakentaminen
	Maaperän kunnostaminen
	Rakenteiden muutokset ja purut
	Melusuojat
	Ympäristösuojat
	Tie- ja katuverkon rakentaminen
	Kunnallistekniikan rakentaminen
	Vesihuolto
	Hulevesien hallinta
	Energiahuolto
	Puistojen ja yleisten alueiden rakentaminen
	Taitorakenteiden rakentaminen
	Raitioteiden rakentaminen
	Pysäköinti
	Tie- ja katuverkon kunnossapito
Kunnallistekniikan kunnossapito	
Puistojen ja yleisten alueiden kunnossapito	
Maan hankinta	Maan osto
	Maan lunastus
Maan myynti tai vuokraus	Maan myynti
	Maan vuokraus
Maankäyttötulot	Maankäyttömaksut
Verotulot	Kunnallisvero
	Kiinteistövero
	Osuus yhteisöverosta
Verkostomaksut	Kunnallistekniikan verkkojen käyttömaksut
	Kunnallistekniikan verkkojen liittymismaksut
Päästötiedot	Päästötiedot muiden luokkien osalta

Työssä on todettu tarve huomioida kaikki luetellut luokat ja varmistaa, että ne voidaan sisällyttää kaavatalouslaskentaan. Osa tarkasteltavista luokista (esimerkiksi verotulot) huomioidaan nykytilanteessa yhteiskuntataloudellisessa arvioinnissa tai ne jäävät kaavatalouslaskennan ulkopuolelle. Tässä projektissa on kuitenkin haluttu mahdollistaa laajemmin vaikutusten huomiointi jo kaavataloudellisessa arviossa. Kun kaikkien tunnistettujen lähtötietoluokkien huomiointi on sisällytetty työkalun PoC-toteutukseen, on PoC sujuvasti tarkennettavissa eri kaavahankkeiden ja kuntien tarpeisiin.

## 2.2.2 Lähtötiedonkeruu ja laskentalogiikka käytännössä

Nykytilanteessa Tampereen kaupungilla kaavatalouslaskenta perustuu kaupungin tietolähteisiin sekä muiden yksiköiden ja sidosorganisaatioiden (Raitiotieallianssi, Tampereen Vesi ja Tampereen Energia) toimittamiin lähtötietoihin. Tietojen hankinta on pääosin manuaalista, eikä eri yksiköiden hallinnoimia tietoja ole kaikilta osin avoimesti saatavilla kaupungin sisällä.

Projektissa tunnistettiin kansallisia tietolähteitä, joiden kautta kaavatalouslaskentaa olisi mahdollista tulevaisuudessa täydentää. Nykytilanteessa tietojen hyödyntämistä rajoittaa kuitenkin niiden esitysmuoto, sillä esimerkiksi karttapalveluiden karttatasoihin tallennettu tieto ei ole sellaisenaan automatisoidusti hyödynnettävissä kaavatalouslaskennan laskentapohjassa.

Tiedon keruu ja laskentalogiikka on avattu tarkemmin kohdittain alla.

### **Infrarakentamisen kustannukset**

Kaavatalouslaskennan asiantuntija laskee infrarakentamisen kustannukset pääsääntöisesti infrahankkeiden kustannuslaskentaohjelma Ihku-laskentapalvelun (tai harkinnan mukaan muiden markkinoilla saatavilla olevien laskentapalveluiden) avulla.

Laskennassa käytettävät määrätiedot perustuvat pitkälti suunnitteluun ja erilaisiin selvityksiin, kuten rakennettavuus- ja pohjarakentamisen toteutettavuusselvityksiin. Määrätietojen keruu toimii yhteistyössä muiden tekniikka-alueiden asiantuntijoiden kanssa. Raitiotien rakentamiseen liittyvät kustannustiedot saadaan Raitiotieallianssilta. Vesi- ja energiaverkoston määrätiedot laskentaan saadaan Tampereen Vedeltä ja Tampereen Energialta. Pysäköinti määräytyy asukasohjan, kaavamääräyksen ja alueen mukaan.

Kaavatalouden asiantuntija laskee kustannukset määrätietoihin perustuen soveltuvilta osin Ihku-laskentapalvelulla hankeosa- tai rakennusosatarkkuudella. Tietoja ei saada Ihkusta suoraan kaavatalouslaskennassa hyödynnettävässä muodossa, vaan Ihkun hanke- ja rakennusosia joudutaan manuaalisesti yhdistelemään kaavatalouslaskennan tarpeita varten. Esimerkiksi esirakentamisen kustannuksia laskiessaan kaavatalouslaskennan asiantuntija joutuu manuaalisesti laskemaan kustannukset eri hanke- ja rakennusosia käyttäen, yhdistämään eri laskentojen tulokset ja viemään summan käyttämäänsä laskenta-Exceeliin. Asiantuntija harkitsee tapauskohtaisesti, miltä osin kustannustiedot kohdistuvat tarkasteltavaan kaava-alueeseen. Kaavatalouden asiantuntija käyttää Fore-laskentapalvelua niiltä osin, mihin Ihku-laskentapalvelusta ei löydy toiminnallisuuksia. Tulevaisuuden tahtotila on laskentojen suorittaminen yhdellä ohjelmalla, jolloin tietojen yhdistäminen ohjelmistojen välillä poistuu.

Infrarakentamisen kustannusosien päästövaikutukset saadaan kustannustiedon ohella Ihku-laskentapalvelusta.

## Talonrakentamisen kustannukset

Talonrakentamisen kustannustiedot selvitetään yhteistyössä Kiinteistöt, tilat ja asuntopolitiikka -palveluryhmän (KITIA) kanssa. KITIA ylläpitää omia taulukoitaan talonrakentamisen hinnastoista, joihin kustannukset hankekohtaisesti arvioiden perustuvat. Yhteistyö KITIA:n kanssa on vakiintunutta, eikä projektissa ole nähty tarvetta kohdistaa kehittämistyötä siihen.

Maankäytön toteuttamisen ja investointien pitkän aikavälin suunnitelmaa (PALM) hyödynnetään talonrakentamisen eri tietojen (esimerkiksi esirakentaminen ja palvelurakennusten rakentaminen) kustannusten määrittelyyn. Kaavatalouslaskennan asiantuntija käy keskustelua näistä tiedoista KITIA-yhteyshenkilön kanssa, ja kerää kustannustiedot kaavatalouslaskennan laskentapohjaan.

## Maanhankinnan kustannukset

Maanhankintaa ei tällä hetkellä ole huomioitu kaavatalouslaskennassa. Projektin aikana selvitettiin, kuinka maanhankinnan kustannukset määräytyvät ja kuinka ne voitaisiin sisällyttää tarkasteluun.

Kaavataloudellinen asiantuntija voi selvittää maanhankinnan kustannukset kaupungin maanhankintapäällikköä konsultoimalla. Maankäyttöpäälliköllä on ajantasainen käsitys eri alueiden raakamaan hinnastosta, minkä lisäksi alueista käydään toisinaan kohdekohtaista hinnoittelukeskustelua.

Maanmittauslaitos ylläpitää kansallista kauppahintatilastoa, jota voidaan hyödyntää maanhankinnan kustannusten määrittelyssä. Tällä hetkellä kauppahintatilasto on käytössä vain osalla Tampereen kaupungin yksiköitä. Jos kauppahintatilasto olisi saatavilla myös kaavatalouslaskennan asiantuntijalla, voisi hän hyödyntää sitä tarvittaessa suoraan työssään.

## Maan myynnin tai vuokrauksen tulot

Kaavatalouslaskennan asiantuntija tiedustelee maan myynnin ja vuokrauksen tulot KITIA:lta. KITIA ylläpitää vyöhykehinnastoja eri tonttien myyntiin ja vuokraukseen. Tampereen kaupungin painopiste on maiden vuokrauksessa. Maan myynnin hinnoitteluperusteena käytetään rakennuspaikan kerroneliömetrihinnoitteluun perustuvaa rakennusoikeutta, ja maan vuokrauksen hinnoittelu perustuu arvioon tulevan arvonnousun ja käyttötarkoituksen muodostamasta tuotto-oletuksesta.

Vyöhyketaulukot maan myynnistä ja vuokrauksesta ovat vain osin laadittu kaupungin sisäiseen käyttöön, mikä voi rajoittaa niiden automatisoitua hyödyntämistä tulevaisuudesta.

## Maankäyttötulot

Maankäyttökorvaus määritellään hankekohtaisesti KITIA:n tuottaman asiantuntija-arvion perusteella.

Maankäyttökorvaus perustuu kaavoituksen ja infrastruktuurin rakentamisen aiheuttamaan arvonnousuun. Korvaukset on määritelty Tampereen kaupungin asunto- ja maapolitiikan linjauksissa. Laskennallisen korvauksen tulee kattaa aina vähintään infrarakentamisen välittömät investointikustannukset, jotka aiheutuvat kaupungille asemakaava-alueen toteuttamisesta. Normaalia poikkeavat erityisratkaisut korottavat maankäyttökorvausta. Lähtökohtaisesti kaupunki perii asemakaavan muutoksen tuomasta arvonnoususta vähintään 40 prosenttia.

### Verotulot

Nykytilanteessa verotulot arvioidaan osana yhteiskuntataloudellista arviointia, mutta niiden arviointi ei ole kuulunut vakiintuneeseen kaavatalouden tarkastelukäytäntöön. Tunnistettuja mahdollisia huomioitavia veroja ovat kiinteistövero ja kunnallisvero, jotka molemmat kuntalainen maksaa kunnalle. Kiinteistövero on ainoa suoraan kaavasta määräytyvä vero. Kiinteistövero linkittyy maan myyntiin ja vuokraukseen: kun kunta vuokraa maata, vuokralainen ei maksa kiinteistöveroa.

Verotuloihin liittyvä tarkasteltu on sisällytetty tähän projektiin tulevaisuuden kehitystä ja datankeruuta varten.

### Verkostomaksut

Tampereen Vesi vastaa vesihuollon kustannuksista ja tuloista, ja Tampereen Energia energihuollon vastaavista. Kaavatalouden asiantuntija tiedustelee yhtiöiltä tarvittavat tiedot ja sisällyttää ne kaavataloudelliseen tarkasteluun.

Kansallisesti vesihuollon kustannukset ja tulot voidaan selvittää vesilaitosyhdistyksen julkaisemien tilastotietojen avulla. Vesihuollon liittymismaksut ovat kertaluontoisia. Liittymismaksu määräytyy rakennusoikeuden mukaan. Käyttömaksut peritään käytetyn veden mukaan. Energihuollon käyttö- ja liittymismaksut määräytyvät kerrosalan ja rakennustyyppin mukaan. Tampereen energia ylläpitää toteutuneita kustannustietoja. Lisäksi sekä Tampereen Vesi että Tampereen Energia ylläpitävät elinkaaritietoa kustannuksista ja tuloista.

## 2.3 Digitalisaation tila kaavatalouslaskennassa ja tunnistetut tarpeet

Nykyisessä kaavatalouslaskennassa digitalisaatioaste on matala. Kaavatalouslaskentaan tarvittavat tiedot on tallennettu eri sijainteihin, ja suuri osa tiedoista on ei-koneluettavassa muodossa eli esimerkiksi pdf-suunnitelmina. Tietojen hajanaisuus ja ei-koneluettava muoto aiheuttavat haasteita tiedon digitalisoinnille ja automatisoinnille. Jotta kaavatalouslaskennan lähtötietojen keruu ja laskenta voitaisiin automatisoida, tulisi tietojen tallennusmuotoa ja -sijaintia vakioida.

Taulukossa 1 on tunnistettu Tampereen kaupungin kaavatalouslaskennassa nykytilanteessa huomioitavat lähtötiedot. Kaavatalouslaskennan jatkokehityksessä kunnossapidon kustannusten,

elinkaarivaiheen päästöjen ja maankäytön tulojen nykyistä laajempi huomioiminen nähdään keskeisenä kehityssuuntana. Verotulot huomioidaan nykytilanteessa yhteiskuntataloudellisissa arvioinneissa, mutta ne haluttiin sisällyttää myös kaavatalouden tietojohtamismalliin tukemaan tarvittaessa laajempaa taloudellista kokonaisarviointia.

### 2.3.1 Nykytilanteen tunnistetut hyödyt

Tampereen kaupungilla on kaavatalouslaskennan tukena kaavatalouslaskennan ohje ja prosessikaaviot, jotka ohjaavat vakinaistettuun prosessiin. Ohje ja prosessikaavio toimivat pohjana automatisoinnille ja laskennan vakioinnille. Sujuva yhteistyö talonrakentamisen tietojen osalta osoittaa, että nykyinen tiedonkeruu yhteistyössä muiden asiantuntijoiden kanssa voi olla hyvin tehokasta. Talonrakentamisen tietojen kannalta tapahtuvaa tehokasta yhteistyötä voidaan käyttää esimerkkinä yhteistyön tehostamiseen muiden tietojen osalta.

Tampereen kaupunki ylläpitää kunnossapidon tietoja. Kun kaavatalouslaskentaan tulevaisuudessa sisällytetään kunnossapidon kustannustiedot, on talouspalveluilta saatavilla Tampereen Infran sopimushinnastoon perustuvia, kuluerittäin ja alueittain luokiteltuja tietoja esimerkiksi liikenneväylien ja puistojen erillistöistä. Samoin verotulot huomioidaan nykytilanteessa yhteiskuntataloudellisissa arvioinneissa, joten menetelmät ja data niiden huomioimiseen on jo määritelty Tampereen kaupungilla.

### 2.3.2 Nykytilanteen kehittämisen tunnistetut tarpeet

- Kaavatalouslaskennassa huomioitavan tiedon laajentaminen: Kunnossapidon kustannusten, elinkaaripäästöjen ja laajemmin maankäytön tulojen (ml. verotiedot) integrointi kaavatalouslaskentaan.
- Tiedon keruun rakenteistaminen ja harmonisointi: Yhteiset tietovarannot ja taulukot, joista data on haettavissa suoraan, ilman manuaalista kopiointia.
- Avoimet ja integroidut tietolähteet:
  - Vyöhykehinnastojen, maanvuokra- ja -myyntitietojen vapaa saatavuus kaupungin sisällä automatisoinnin mahdollistamiseksi.
  - Kansallisten aineistojen (esimerkiksi Maanmittauslaitoksen kauppahintatilasto, Vesilaitosyhdistyksen ja Energiateollisuuden maksutilastot) liittäminen rakenteisesti laskentaan.
  - Ihku-rajapintojen kehittäminen ja laajempi hyödyntäminen niin, että hanke- ja rakennusosatietoja olisi mahdollista kategorisoida kaavatalouslaskennassa käytettävien tietojen mukaisesti.
- Laskentalogiikan ja riskienhallinnan kehittäminen: Vakiinnutetaan laskentalogiikassa erilaisten varausten ja painokertoimien käyttö ilmentämään esimerkiksi huonoista pohjaolosuhteista johtuvaa epävarmuutta.

- Hankkeiden vaiheistamisen ja ajoittamisen huomiointi: Hankkeiden vaiheistamisen huomiointi kaavan kustannuksiin, tuloihin ja päästöihin sekä kustannusten ja tulojen kertymävuosien tarkastelu.
- Ihku-laskentapalvelun täydentäminen: Ihku-kuntana Tampereen kaupunki käyttää Ihku-laskentapalvelua ja osallistuu sen kehittämiseen. Olisi syytä tarkastella, miten Ihku-laskentapalvelua voisi tulevaisuudessa kehittää siihen suuntaan, että se palvelisi nykyistä sujuvammin myös kaavatalouslaskennan tarpeita.

### 3. Laskentaprosessin digitalisaatio

Työn lähtökohtana oli nostaa kaavatalouslaskennan digitalisaatioastetta kohdentamalla kehitys perusasioihin: tiedon vakiointiin, rakenteiseen tiedonsiirtoon, tiedonsäilytykseen sekä visualisointiin. Nykytilassa laskentaprosessi nojaa vahvasti manuaaliseen työhön ja ei-koneluettaviin tiedonsiirto- ja tiedonsäilytysmuotoihin, kuten pdf-tiedostoihin ja sähköposteihin, millä on mahdollisuus hidastaa laskentaa ja altistaa virheille.

Koska prosessi on vielä suhteellisen vakioimattomassa muodossa toimintatapojen ja tiedonsiirtoformaattien kannalta, automaation toteuttaminen esimerkiksi ohjelmointirajapintoja hyödyntäen ei ole vielä järkevää toteuttaa. Jotta päästäisiin tilanteeseen, jossa on mahdollista automatisoida tiedonkeräysvaihetta, on tehtävä laajempaa selvitystyötä laskentaprosessin vakioimiseksi. Tämän selvitystyön tulisi määrittää ainakin tiedon tekninen sijainti (eli esimerkiksi minkä rajapinnan kautta tai miltä organisaation yksiköltä tietoa saadaan) sekä tiedonsiirtoformaatin jokaiselle kaavatalouslaskennan lähtötiedolle. Tässä työssä tehty lähtötietoselvitys tarjoaa vahvan pohjan edellä mainitun kaltaista jatkoselvitystä varten.

#### 3.1 Tiedonsiirto

Kaavatalouslaskennan digitalisoinnin näkökulmasta keskeistä on siirtyminen kohti toimintamallia, jossa laskentaa suorittava taho pääsee suoraan käsiksi laskennassa käytettävään tietoon, kuten kaupungin omissa tietojärjestelmissä ja tietokannoissa sijaitseviin lähtötietoihin. Tällä hetkellä näiden tietojen hankkiminen perustuu pitkälti sähköposteihin, tai muuhun viestintään organisaation sisällä. Kaikki tietolähteet eivät ole avoimia kunnan sisällä, vaan kaavatalouslaskija joutuu manuaalisesti pyytämään tietoa muilta asiantuntijoilta. Mikäli kuitenkin kaavatalouslaskijalla olisi suoraan pääsy näihin tietoihin, vähentäisi se erillisen viestinnän tarvetta, nopeuttaisi vasteaikoja ja parantaisi tiedon luotettavuutta. Kehityksen alkuvaiheessa tämä voi tarkoittaa esimerkiksi yksinkertaisesti pääsyoikeutta yksikön tietovarantoihin, joissa ajantasainen tieto säilytetään.

On kuitenkin huomioitava, että tällainen toimintamalli edellyttää selkeästi määriteltyjä vastuita: tiedon tuottajien tulee huolehtia tietojen ajantasaisuudesta, rakenteisesta esitystavasta ja tallentamisesta sovittuihin järjestelmiin. Kaavatalouslaskennan digitalisaation nykytilassa tiedonsiirron rakenteistus ja tiedon saatavuuden parantaminen ovat ensimmäisiä ja parhaita konkreettisia askelia kohti prosessin tehostamista. Tässä voitaisiin esimerkiksi hyödyntää kansallista kehitystyötä tietomallipohjaisten kaavojen ja Ryhti-tietojärjestelmän kannalta. Tietomallimuotoisissa kaavoissa kaavamerkinnot ja kerrosalat ovat rakenteellisessa muodossa. Näiden tietojen avulla olisi periaatteessa mahdollista tehdä suoraan kaavan taloudellisten vaikutusten karkeaa arviointia tai vertailua samankaltaisiin kaavoihin. Jos tyyppitellyistä kerrosalojen (esim. kerrostaloasuminen ja julkinen palvelutilarakentaminen) aiheuttamista kaavatalouskustannuksista saataisiin kerrytettyä tilastotietoja Ryhti-järjestelmään, niin tällöin kaavan taloudellisten vaikutusten karkea arviointi olisi käytännössäkin mahdollista.

## Tietomallipohjainen tiedonsiirto

Tietomallipohjainen tiedonsiirto tarkoittaa sitä, että tieto siirretään manuaalisen muodon (kuten sähköpostikeskustelut ja pdf-suunnitelmat) sijaan digitaalisessa muodossa. Nykyisessä kaavatalouslaskennan prosessissa tietomallipohjainen tiedonsiirto ei ole vielä käytännössä toteutettavissa, sillä tarvittavat yhtenäiset formaatit ja standardoidut tietorakenteet puuttuvat. Pitkän aikavälin kehittämistavoitteiden kannalta on kuitenkin tärkeää hahmottaa, millaisia etuja tietomallilähtöinen toimintatapa voisi tuoda mukanaan.

Kun kaavatalouslaskennan tieto olisi koneluettavassa ja yhdenmukaisessa muodossa, avautuisi mahdollisuus prosessien osittaiseen tai jopa laajempaan automatisointiin. Rakenteisen lähtötiedon (esimerkiksi rakennettavan infran määristä, kaavoitettavan alueen käyttötarkoituksesta ja oletetusta väestönkasvusta) saaminen suoraan tietomalleista mahdollistaisivat laskennan suorittamisen tehokkaammin, tasalaatuisemmin ja paremmin todennettavalla tavalla. Tämä kuitenkin vaatii sen, että edellä mainittujen sekä muiden lähtötietojen käyttö vakiintuu. Samalla kaavatalouslaskenta integroituisikin luontevasti osaksi kaavoituksen ja hankesuunnittelun muuta digitaalista kokonaisuutta. Tässä hankkeessa tehty työ lähtötietojen kartoittamiseksi muodostaa vankan pohjan tällaiselle jatkokehitykselle.

Tietomalli on tapa jäsentää dataa vakioidussa ja rakenteisessa muodossa. Sen keskeisiä etuja ovat esimerkiksi:

- **Koneluettavuus:** Tieto on semanttisesti selkeää, yhteen toimivaa ja muodoltaan johdonmukaista, mikä helpottaisi esimerkiksi kaavatalousdatan vertailua ajallisesti.
- **Ohjelmistoriippumattomuus:** Avoimiin formaatteihin perustuva mallitieto siirtyy eri järjestelmien välillä ilman, että sen käytettävyys kärsii pitkällä aikavälillä.
- **Laajennetut tiedonsiirtomahdollisuudet:** Vakioitu rakenne mahdollistaa tiedon automatisoidun siirron sidosryhmien välillä, mikä ratkaisisi aiemmin kuvattuja tiedonsiirron haasteita.
- **Automaatio:** Tiedon tuottamista, siirtämistä ja hyödyntämistä voidaan tehostaa esimerkiksi API (Application Programming Interface) -rajapintojen kautta, mikä vähentää käsityötä ja pienentää virheiden todennäköisyyttä.

Vaikka tietomallipohjaisen tiedonsiirron käyttöönotto sijoittuukin pidemmälle aikavälille, on jo nyt tärkeää arvioida, millaisia etuja tietomallilähtöinen toimintatapa voisi tuoda kaavatalouslaskentaan. Kun laskennan tieto saadaan lopulta koneluettavassa ja yhdenmukaisessa muodossa kaavatietomalleista tai muista lähteistä, avautuu mahdollisuus prosessien osittaiseen tai jopa laajempaan automatisointiin. Tietomalleista suoraan tulevat lähtötiedot mahdollistavat laskennan toteuttamisen tehokkaammin, tasalaatuisemmin ja paremmin todennettavalla tavalla ja samalla

kaavatalouslaskenta kytkeytyy luontevasti osaksi kaavoituksen ja hankesuunnittelun muuta digitaalista kokonaisuutta.

## 3.2 Tiedonsäilytys

Tällä hetkellä rakenteisessa muodossa oleva tiedonsäilytys toimii vaillinaisesti kaavatalouslaskennan prosessissa. Koska tähän mennessä ei ole ollut vakioitua tapaa tehdä laskentaa, ei ole myöskään mahdollista, että laskennassa syntyvä tieto säilyisi hankkeen päätyttyä rakenteisessa muodossa organisaation sisällä. Tavoitetilassa kaavatalouslaskennassa syntyvä tieto tulisi säilyttää rakenteisessa ja hallitussa tietovarastossa, joka on kaikkien asianomaisten toimijoiden käytettävissä. Keskitetty tiedonhallinta parantaisi tiedon löydettävyyttä, ajantasaisuutta ja vertailtavuutta sekä tukisi prosessien kehittämistä.

Projektin yhtenä lopputuotteena toimitettiin vakioitu laskentapohja, joka perustuu lähtötietoverailun tuloksena saatuun listaan Tampereen kaupungin kaavatalouslaskennassa käytetyistä lähtötiedoista. Digitalisaatioprosessin alkuvaiheessa vakioitu laskentapohja toimii luontevasti myös tiedon väliaikaisena säilytysformaattina siihen saakka, kunnes kehittyneemmät ratkaisut ovat valmiita käyttöönotettaviksi. Laskentapohja on toteutettu niin, että käyttäjää rohkaistaan toteuttamaan laskenta vakioimuotoisena yli hankkeiden ja hankevaiheiden. Näin laskennan toteuttaessa, tallentuu tieto myös arkistoihin vakioidussa muodossa. Tällöin tiedonsäilytyksen vakioimuotoisuus ottaisi askeleen oikeaan suuntaan kohti vakioituja tietoformaatteja. Rakenteisemmassa muodossa tehty tiedonsäilytys luo edellytykset myös kaavatalouslaskennan syvemälle analyysille ja hankkeiden väliselle tarkastelulle, mikä tukee laajempaa tiedolla johtamista.

## 3.3 PoC (Proof of Concept)

Työssä tuotettiin Proof of Concept, joka koski kaavahankkeen talouslaskennan ja rakentamisen päästölaskennan visualisointia ja raportointia. PoC-toteutuksella lähdettiin edistämään kaavatalouslaskennan digitalisaatiota viemällä prosessia kohti vakioidumpia toimintatapoja sekä automatisoimalla kaavatalouslaskennan raportointia. Toteutus sisälsi kaksi yhdessä toimivaa, mutta silti erillistä kokonaisuutta: vakioitu laskentapohja, joka toteutettiin Excel-taulukkolaskentana sekä Power BI -raporttina toteutettu visualisointipohja.

PoC:n tavoitteet:

- yhdenmukaistaa laskennan sisältö ja käsitteet yli hankkeiden
- parantaa tiedon säilyvyyttä rakenteisessa muodossa
- mahdollistaa dynaaminen, hankekohtainen raportointi suoraan laskentadataan kytkeytyen
- tukea päätöksentekoa tarjoamalla vertailtavat tunnusluvut (kustannusrakenne, kustannusten jakautuminen, tuloerät, erot hankkeiden välillä)
- luoda perusta myöhemmälle automaatiolle ja tietomallipohjaiselle yhteen toimivuudelle.

### 3.3.1 Laskenta

Laskennan kehittämisessä keskityttiin kahteen pääosa-alueeseen: laskentaprosessin vakioimiseen ja siinä syntyvän tiedon rakenteistamiseen. Tavoitteena oli luoda yhtenäinen ja toistettava toimintatapa, jolla talous- ja päästölaskenta voidaan toteuttaa vertailukelpoisesti eri hankkeiden ja kaavavaiheiden välillä.

Tavoitteen saavuttamiseksi kehitettiin standardoitu Excel-perustainen laskentapohja, joka ohjaa kaavatalouslaskentaa järjestelmällisesti ja yhdenmukaisesti. Sen avulla yksittäisten hankkeiden laskenta helpottuu, ja samalla varmistetaan, että eri hankkeissa tuotettu talous- ja päästötieto noudattaa samaa rakennetta. Tämä yhdenmukaisuus on keskeistä tiedon myöhemmälle analysoinnille, vertailulle ja visualisoinnille.

#### Talouselaskenta

Laskentapohjan rakenne perustuu hankkeessa tehtyyn lähtötietojen vertailuun sekä kaavatalouden tietojohdantamalliin. Näiden pohjalta koottiin lista kaavatalouslaskennassa tyypillisesti käytettävistä lähtötiedoista. Nämä tiedot jaoteltiin talouselaskennan osalta edelleen tuloihin ja kustannuksiin, koska selkeyden vuoksi koettiin järkeväksi erotella ne omiin taulukkoihinsa.

Molemmissa taulukoissa tiedot jäsenellään YLÄKATEGORIA → KATEGORIA → OSATEKIJÄ - hierarkiaan, joista kahden ylimmän hierarkiatason rakenteet on kuvattu taulukossa [Taulukko 2](#). Ylä- ja alakategorioiden avulla pyritään jakamaan kustannuslajit riittävän tarkasti, jotta tulojen ja kustannusten jakautuminen on selkeästi hahmotettavissa, mutta samalla säilyttämään kokonaisuus helposti ymmärrettävänä ja muokattavissa eri käyttötarpeisiin. Rakenteen alimman tason, osatekijän, avulla yksittäistä kustannusta voidaan rajata tarkemmin. Tämä mahdollistaa esimerkiksi sen, että purkukustannus voidaan kohdistaa täsmällisesti tiettyyn kaava-alueen rakennukseen. Näin laskentapohja tarjoaa tarvittavan tarkkuuden ilman, että kokonaisrakenne muuttuu raskaaksi tai vaikeasti ylläpidettäväksi.

Laskentapohjan riveillä käytetään vakioituja kenttiä, kuten MÄÄRÄ, YKSIKKÖHINTA, VARAUKSET, KOKONAISKUSTANNUS, OSAPUOLI, KERTYMÄN VUODET, PÄÄOMA- VAI KÄYTTÖTALOUS ja OHJEET ARVON NOUTOON. Tällainen rakenne ([Taulukko 3](#) ja [Taulukko 4](#)) mahdollistaa laskemisen automatisoinnin esimerkiksi kustannusten kohdalla. Käyttäjän tarvitsee syöttää riville vain MÄÄRÄ ja YKSIKKÖHINTA, jolloin automaattisesti muodostetaan KOKONAISKUSTANNUS varausten perusteella.

Taulukko 2: Kustannukset ja tulot - Rakenne

KUSTANNUKSET		TULOT	
YLÄKATEGORIA	ALAKATEGORIA	YLÄKATEGORIA	ALAKATEGORIA
Infrarakentaminen	Energiahuolto	Maan myynti tai vuokraus	Maan myynti
Infrarakentaminen	Esirakentaminen	Maan myynti tai vuokraus	Maan vuokraus
Infrarakentaminen	Kunnallistekniikan kunnossapito	Maankäyttötulot	Maankäyttömaksut
Infrarakentaminen	Kunnallistekniikan rakentaminen	Maankäyttötulot	Maankäyttömaksut
Infrarakentaminen	Maaperän kunnostaminen	Verkostomaksut	Käyttömaksut, vesi
Infrarakentaminen	Melusuojat	Verkostomaksut	Käyttömaksut, energia
Infrarakentaminen	Puistojen ja yleisten alueiden kunnossapito	Verkostomaksut	Liittymismaksut, vesi
Infrarakentaminen	Puistojen ja yleisten alueiden rakentaminen	Verkostomaksut	Liittymismaksut, energia
Infrarakentaminen	Pysäköinti	Verotulot	Kunnallisvero
Infrarakentaminen	Raitiotie	Verotulot	Kiinteistövero
Infrarakentaminen	Rakenteiden muutokset ja purut		
Infrarakentaminen	Taitorakenteet		
Infrarakentaminen	Tie- ja katuverkon kunnossapito		
Infrarakentaminen	Tie- ja katuverkon rakentaminen		
Infrarakentaminen	Vesihuolto		
Infrarakentaminen	Ympäristösuojat		
Infrarakentaminen	Hulevesien hallinta		
Maanhankinta	Maan osto		
Maanhankinta	Maan lunastus		
Talonrakentaminen	Talonrakentaminen		
Talonrakentaminen	Esirakentaminen		
Talonrakentaminen	Maaperän kunnostaminen		
Talonrakentaminen	Palvelutilarakennusten kunnossapito		
Talonrakentaminen	Palvelutilarakennusten rakentaminen		
Talonrakentaminen	Rakenteiden muutokset ja purut		
Talonrakentaminen	Talonrakentaminen		

**Taulukko 3: Laskentapohja – Kustannukset (rivit esimerkinomaisia)****KUSTANNUKSET: 13 162 934,60 €**

YLÄKATEGORIA	KATEGORIA	OSATEKIJÄ	MÄÄRÄ	YKSIKÖHINTA	VARAUKSET	KOKONAISKUSTANNUS	OSAPUOLI	KERTIMÄN VUODET	PÄÄOMA-VAI KÄYTTÖTALOUS	OHJEET ARVONNOITTOON
Talonrakentaminen	Esirakentaminen		1,00	20,00 €	23,00 %	24,60 €	Tampereen kaupunki	Pääomatalous		Tieto selvitetään KITIA:ita
Talonrakentaminen	Maaperän kunnostaminen		1,00	0,00 €	0,00 %	0,00 €	Tampereen kaupunki	Pääomatalous		Tieto selvitetään KITIA:ita
Talonrakentaminen	Rakenteiden muutokset ja purut		1,00	0,00 €	0,00 %	0,00 €	Tampereen kaupunki	Pääomatalous		Tieto selvitetään KITIA:ita
Talonrakentaminen	Talonrakentaminen	Kaavaillut rakennukset	1,00	2 300 000,00 €	34,00 %	3 082 000,00 €	Tampereen kaupunki	Pääomatalous		Tieto selvitetään KITIA:ita
Talonrakentaminen	Palvelutilarakennusten rakentaminen	Uusi palvelutilarakennus	1,00	1 000 000,00 €	0,00 %	1 000 000,00 €	Tampereen kaupunki	Pääomatalous		Tieto selvitetään KITIA:ita
Talonrakentaminen	Palvelutilarakennusten kunnossapito		1,00	1 200 000,00 €	0,00 %	1 200 000,00 €	Tampereen kaupunki	10	Käyttötalous	Tieto selvitetään KITIA:ita
Infrarakentaminen	Esirakentaminen	Massanvaihto	1,00	270 000,00 €	0,00 %	270 000,00 €	Tampereen kaupunki	Pääomatalous		Kustannus lasketaan Ihku-laskentapalvelussa
Infrarakentaminen	Maaperän kunnostaminen	Pilaantuneen maan poisto	1,00	400 000,00 €	0,00 %	400 000,00 €	Tampereen kaupunki	Pääomatalous		Kustannus lasketaan Ihku-laskentapalvelussa
Infrarakentaminen	Rakenteiden muutokset ja purut	Putken purku	1,00	7 000,00 €	0,00 %	7 000,00 €	Tampereen kaupunki	Pääomatalous		Kustannus lasketaan Ihku-laskentapalvelussa

**Taulukko 4: Laskentapohja - Tulot (rivit esimerkinomaisia)****TULOT: 9 084 900,00 €**

YLÄKATEGORIA	KATEGORIA	OSATEKIJÄ	MÄÄRÄ	YKSIKÖHINTA	VARAUKSET	KOKONAISTULOT	OSAPUOLI	KERTIMÄN VUODET	PÄÄOMA-VAI KÄYTTÖTALOUS	OHJEET ARVONNOITTOON
Maan myynti tai vuokraus	Maan myynti		1,00	2 300 000,00 €	0,00 %	2 300 000,00 €	Tampereen kaupunki		Pääomatalous	Tieto selvitetään KITIA:ita. Tieto perustuu vyöhykehinnastoihin.
Maan myynti tai vuokraus	Maan vuokraus		1,00	1 500 000,00 €	20,00 %	1 800 000,00 €	Tampereen kaupunki	50	Käyttötalous	Tieto selvitetään KITIA:ita. Tieto perustuu arvioon tulevasta arvonnoususta ja maan käyttötarkeuteen.
Maankäyttötulot	Maankäyttömaksut		1,00	0,00 €	0,00 %	0,00 €	Tampereen kaupunki		Pääomatalous	Tieto selvitetään KITIA:ita. Maankäyttömaksujen tulee kattaa vähintään välittömät infran investointikustannukset.
Verotulot	Kunnallisvero		1,00	2 280 000,00 €	0,00 %	2 280 000,00 €	Tampereen kaupunki	25	Käyttötalous	
Verotulot	Kiinteistövero		1,00	720 975,00 €	0,00 %	720 975,00 €	Tampereen kaupunki	25	Käyttötalous	
Verkostomaksut	Käyttömaksut, vesi		1,00	795 000,00 €	0,00 %	795 000,00 €	Tampereen vesi	25	Käyttötalous	Tampereen vedeltä saadaan tulot hinnastoon perustuen.
Verkostomaksut	Käyttömaksut, energia		1,00	850 000,00 €	0,00 %	850 000,00 €	Tampereen energia	25	Käyttötalous	Tampereen energialta saadaan tulot hinnastoon perustuen.

**Päästölaskenta**

Laskentapohja sisältää myös kaavahankkeiden päästötarkastelun. Päästölaskenta on toteutettu erillisessä taulukossa, jonka rakenne vastaa talouslaskennan luokittelua. Hierarkia etenee PÄÄSTÖLUOKKA → YLÄKATEGORIA → ALAKATEGORIA → OSATEKIJÄ, ja rivitasolla hyödynnetään vakioituja kenttiä kuten PÄÄSTÖT, PROSENTTI KOKONAISPÄÄSTÖISTÄ, PÄÄSTÖJEN SAANTI ja TEKNINEN SIJAINTI. Yhtenäinen rakenne mahdollistaa sen, että päästöjen ylä- ja alakategoriat voidaan linkittää suoraan talouslaskelman vastaaviin kategorioihin, jolloin samoihin rakentamistoimenpiteisiin liittyviä kustannuksia ja päästöjä voidaan tarkastella rinnakkain yhtenäisessä viitekehyksessä.

Päästölaskennassa käytetään eri järjestelmistä ja tietokannoista saatavia päästökertoimia, ja kaikki tietolähteet sekä niihin liittyvät tekniset viittaukset on merkitty laskentapohjaan, jotta laskennan perusteet ovat läpinäkyviä ja helposti päivitettävissä. Rakenteinen tiedon esitystapa mahdollistaa

päästöjen automaattisen kokoamisen eri tasoille sekä esittämisen kokonaismäärinä ja suhteellisina osuuksina hankkeen kokonaispäästöistä. Päästölaskennan taulukko ja sen luokittelurakenne on esitetty taulukossa [Taulukko 5](#).

**Taulukko 5: Laskentapohja - Päästöt (rivit esimerkinomaisia)**

**PÄÄSTÖT: 956 000 kgCO2**

	PÄÄSTÖLUOKKA	YLÄKATEORIA	ALAKATEORIA	OSATEORIA	Päästöt	Prosentti kokonaispäästöistä	Päästöjen saanti	Tekninen sijahti
Rakentamiskelpoiseksi saattaminen	Infrarakentaminen	Esirakentaminen	Esirakentamisen kaivannot		138 000 kgCO2	14,44 %	Ihkusta (infra)	
Rakentamiskelpoiseksi saattaminen	Infrarakentaminen	Maaperän kunnostaminen	Maaperän kunnostaminen		10 000 kgCO2	1,05 %	Ihkusta (infra)	KITIA?
Rakentamiskelpoiseksi saattaminen	Infrarakentaminen	Rakenteiden muutokset ja purut	Johtojen purku		2 000 kgCO2	0,21 %	Ihkusta (infra)	
Rakentamiskelpoiseksi saattaminen	Infrarakentaminen	Kunnallistekniikan rakentaminen	Johtosiirrot		kgCO2	0,00 %		KITIA?
Katujen rakentaminen	Infrarakentaminen	Melusuojat	Melusuoja		138 000 kgCO2	14,44 %	Ihkusta	
Katujen rakentaminen	Infrarakentaminen	Ympäristösuojat	Ympäristösuoja		kgCO2	0,00 %	Ihkusta	KITIA?
Katujen rakentaminen	Infrarakentaminen	Tie- ja katuverkon rakentaminen	Kokoojakatu		237 000 kgCO2	24,79 %	Ihkusta	
Puistojen rakentaminen	Infrarakentaminen	Puistojen ja yleisten alueiden rakentaminen	Puistobaukio		115 000 kgCO2	12,03 %	Ihkusta	
Puistojen rakentaminen	Infrarakentaminen	Puistojen ja yleisten alueiden rakentaminen	Aluevalaistus		38 000 kgCO2	3,97 %		
Vesihuolto	Infrarakentaminen	Vesihuolto	Vedenjakelujärjestelmä		37 000 kgCO2	3,87 %	Ihkusta	
Energiahuolto	Infrarakentaminen	Energiahuolto	Kaukolämpöjärjestelmä		7 000 kgCO2	0,73 %	Ihkusta	

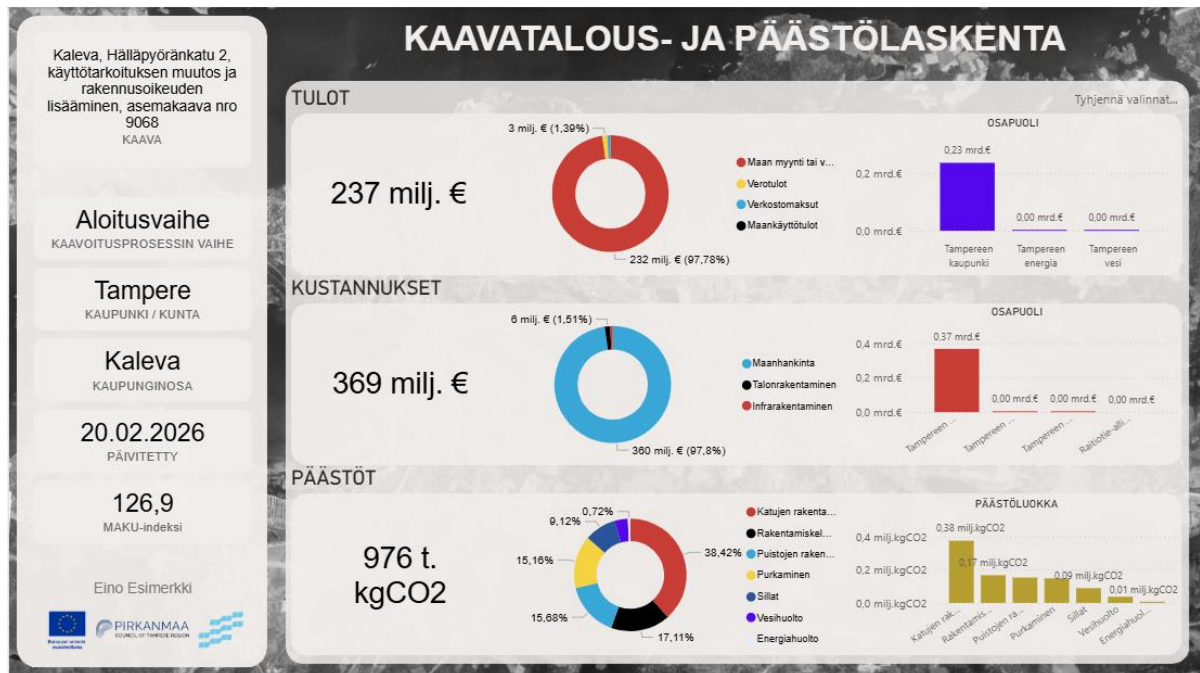
### 3.3.2 Visualisaatio

Kaavatalouslaskennan Excel-pohja toimii perustana Power BI -visualisointimallille, jonka avulla laskennan tulokset voidaan esittää dynaamisesti ja automatisoidusti ([Kuva 2](#)). Automatisointi päätettiin toteuttaa raportoinnin ja visualisoinnin tasolla, sillä kaavatalouslaskennan prosessit sekä käytettävä nimikkeistö vaativat vielä laajempaa vakiointia, eikä tiedonsiirto tapahdu kaikilta osin koneluettavassa muodossa. Näin ollen automatisoinnin toteuttaminen suoraan tiedonkeruu- tai laskentavaiheessa edellyttää jatkokehitystä prosessien yhtenäistämässä ja nimikkeistöjen määrittämisessä.

Power BI -malli rakentuu tiiviisti laskentapohjan rakenteen ympärille. Mallin Power Query -toteutus mahdollistaa sen, että käyttäjä voi valita datalähteeksi joko paikallisen tiedostopolun tai organisaation SharePointissa sijaitsevan laskentapohjan. Kun lähdetiedosto on valittu, malli lukee laskentapohjan vakiomuotoiset sarakkeet ja luokittelurakenteet ilman lisäkonfiguraatiota. Uuden hankkeen visualisointi saadaan siten käyttöön pelkästään korvaamalla datalähde, eikä raporttipohjaa ei tarvitse muokata erikseen hankkeiden välillä.

Visualisointimallin hyödyntäessä laskentapohjan vakioitua rakennetta, kustannus-, tulo- ja päästötiedot voidaan esittää samoilla luokittelutasoilla kuin Excel-pohjassa. Yhteinen luokittelu mahdollistaa talous- ja päästötietojen rinnakkaisen tarkastelun sekä dynaamisten analyysien tekemisen suodattimien ja näkymien avulla ilman manuaalista tiedon muokkausta. Tällöin Power BI -raportit ovat myös vertailukelpoisia hankkeiden ja jopa hankevaiheiden välillä, ja päivittyvät automaattisesti, kun uusi laskentapohja liitetään Power BI -malliin. Visualisointipohja toimii siten linkkinä laskentapohjassa sijaitsevan yksityiskohtaisen datan ja organisaation tietojohtamisen tarpeiden välillä.

PoC-vaiheen tulokset osoittavat, että rakenteistettu tieto ja yhtenäinen luokittelu parantavat merkittävästi laskentadatan ymmärrettävyyttä, vertailtavuutta ja hyödynnettävyyttä. PoC muodostaa keskeisen osan kaavatalouslaskennan digitalisaatiota ja luo perustan laajemmalle automatisoinnille, kuten keskitetyille tietomallille ja automatisoiduille laskentaprosesseille, edellyttäen että tiedonsiirron ja tietorakenteiden vakiointi etenee jatkokehityksen myötä.



Kuva 2: Raportin yhteenvetönäkymä

### 3.4 Automaation hyödyntämismahdollisuudet

Nykytilanteessa, jossa kaavatalouslaskennan digitalisaatioaste on vielä matala, ovat automaation hyödyntämismahdollisuudet vielä rajalliset. Kaavatalouslaskenta on prosessina kohtalaisen vakioitu, mutta tietojen hankinta sekä se, mitkä kustannukset kaavan yhteydessä raportoidaan, voivat vaihdella tapauskohtaisesti. Nämä muuttujat tekevät automaation implementoinnista nykytilanteessa haastavaa etenkin tiedonkeruuvaiheessa.

Automaation edistäminen edellyttää, että prosessi on vakioitu ja että tiedonsiirto tapahtuu pääasiassa rakenteisia formaatteja hyödyntäen. Koska tiedonsiirto perustuu tällä hetkellä pääosin ei-koneluettaviin formaatteihin ja prosessissa on vaihtelua, tulee ensin kehittää laskentaa sellaiseen muotoon, jossa rajapintoja voidaan aidosti hyödyntää. Voidaan kuitenkin tarkastella mitä muutoksia prosessissa pitäisi näkyä, jotta automaatioastetta voitaisiin parantaa tunnettujen rajapintojen osalta.

### 3.4.1 Edellytykset ohjelmointirajapintojen hyödyntämiselle

Rajapintojen hyödyntäminen kaavatalouslaskennassa edellyttää, että siirrettävä tieto on rakenteista, yhdenmukaista ja teknisesti siirrettävissä. Pelkkä rajapinnan olemassaolo ei vielä mahdollista sujuvaa integraatiota, vaan rinnalle tarvitaan selkeästi määritellyt prosessit, tietorakenteet ja käytännöt, jotka ohjaavat tiedon tuottamista ja käyttöä.

Ensimmäinen edellytys on laskentaprosessin ja tietovirtojen vakiointi. Kaavatalouslaskennassa käytettävien tietojen muoto, yksiköt ja luokittelu on oltava ennalta määriteltyjä ja toistettavia kaikissa hankkeissa. Hankkeessa tehty lähtötietojen kartoitus ja sen perusteella muodostettu laskentapohja tarjoavat yhtenäisen rakenteen, johon automatisointi voidaan kohdistaa. Kun tiedot esitetään samalla tavalla hankkeesta riippumatta, voidaan niiden keruuta automatisoida luotettavasti ohjelmointirajapintojen avulla.

Toinen edellytys on tiedonsiirtoformaattien määrittely ja rajapintojen selvitys. Rajapintojen on tarjottava tiedot koneluettavassa muodossa (kuten JSON, XML tai CSV), ja rajapinnan kenttien, yksiköiden ja arvojen on noudatettava yhteistä, ennalta määriteltyä sanastoa. Kun rajapinnan tarjoama tietosisältö ja tekninen toteutus on kuvattu, voidaan automaatio rakentaa sen mukaiseksi. Tällöin tietoja voidaan hakea toistettavasti ja luotettavasti riippumatta siitä, mistä hankkeesta on kyse. Esimerkiksi Ihku-laskentapalvelun REST-rajapintaa voidaan hyödyntää kustannus- ja päästötietojen keruussa, mikäli hankkeet on linkitettävissä kaavahankkeisiin yksiselitteisillä tunnisteilla.

Kolmas edellytys on selkeät toimintamallit ja vastuunjako. Rajapintojen hyödyntäminen edellyttää, että tiedon tuottajat – kuten kaupungin eri yksiköt tai ulkoiset toimijat – sitoutuvat tuottamaan ja ylläpitämään tietoa sovitussa muodossa. Lisäksi on määriteltävä, kuka vastaa rajapintojen ylläpidosta, tietojen ajantasaisuudesta sekä mahdollisista muutoksista tietorakenteisiin.

Rajapintojen hyödyntäminen ei ole kertaluonteinen toimenpide, vaan jatkuvaa ylläpitoa ja kehittämistä edellyttävä kokonaisuus. Järjestelmien, tietolähteiden ja teknologioiden kehittyessä myös rajapintojen määrittelyjä ja käyttötapoja on päivitettävä. Siksi on suositeltavaa tiivistää kaupungin tietojohdamisen ja tietohallinnon yhteistyötä sekä varmistaa, että kaavatalouslaskennan tarpeet huomioidaan osana laajempaa tiedonhallinnan kehittämistä.

### 3.4.2 Rajapinnat – Ihku, Ryhti, Kansalliset tietovarannot

#### **Ihku**

Ihku-rajapinnasta on jo tälläkin hetkellä mahdollista hakea hankkeiden rivitietoa, jota voidaan hyödyntää kaavatalouslaskennassa. Ihku tarjoaa käyttäjilleen REST-rajapinnan, jota voidaan hyödyntää organisaatiossa kuten mitä tahansa muuta saman arkkitehtuurin (REST) rajapintaa.

Ratkaistavana ongelmana esiintyy kuitenkin esimerkiksi kaavojen linkittäminen Ihkusta löytyviin hankkeisiin. Ihkussa oleviin hankkeisiin ei ole tällä hetkellä vakioitavaa tapaa liittää kaavojen metatietoa, mikä tarkoittaa, että hankkeen linkittäminen tiettyyn kaavaan jää helposti epäselväksi. Tällä hetkellä on siis kaavatalouslaskentaa suorittavan tahon vastuulla olla tietoinen mitkä Ihkussa esiintyvistä hankkeista on minkäkin kaavan alla. Mikäli hanke-kaava-yhteys olisi olemassa Ihkussa, saataisiin Ihkun tarjoamaa ohjelmointirajapintaa hyödyntämällä haettua kaikki kaavatalouslaskennassa käytettävä kustannustieto automaattisesti Ihkun tietovarannosta.

Kaavatalouden tietojohdantamismallissa käytettävät nimikkeistöt eivät tällä hetkellä vastaa suoraan Ihku-laskennan nimikkeistöjä. Tämä aiheuttaa tulkinnanvaraisuutta erityisesti silloin, kun kaavatalouslaskennassa käytettyjä kategorioita ei ole määritelty täsmällisesti. Esimerkiksi kategoria ”esirakentaminen” ei rajaa yksiselitteisesti, mitkä hankeosat siihen sisältyvät. Tämän seurauksena Ihkusta haettavaan esirakentamisen kustannustietoon voi kulloinkin sisältyä eri hankeosia riippuen siitä, miten ne on kaavahankkeissa mallinnettu ja luokiteltu. Yhdenmukaisen tiedonkeruun ja automatisoidun tiedonsiirron kannalta tämä tekee kustannustiedon kohdistamisesta epävarmaa ja heikentää vertailtavuutta hankkeiden välillä.

Tämä johtaa siihen, että mikäli tietojen automatisoitu keräys päätettäisiin toteuttaa nykyhetkessä ohjelmointirajapinnan kautta, käyttäjän pitäisi silti valita esirakentaminen-alakategoriaan kuuluvat hankeosat manuaalisesti jokaisen hankkeen kohdalla. Tällöin rajapinnan hyödyntäminen ei poistaisi nykyisiä työvaiheita tai muutenkaan tehostaisi laskentaa, vaan samat prosessin vaiheet jouduttaisiin edelleen käymään läpi samalla tavalla kuin tälläkin hetkellä Ihku-palvelusta tietoja haettaessa. Käytännössä ohjelmointirajapinnan käyttöönotto ei siis tässä vaiheessa tehostaisi prosessia, vaan ainoastaan siirtäisi manuaalisen työn toiseen paikkaan.

Tiivistykseenä: Jotta rajapinnasta olisi todellista hyötyä, tulisi ensin tehdä määritys- ja vakiointityötä lähtötietokategorioiden osalta. Ihkuun perustettuun hankkeeseen tulisi myös saada lisättyä attribuutti, jossa kerrottaisiin minkä kaavan piiriin kyseinen hanke kuuluu ja mahdollisesti muuta kaavan metatietoa. Tällöin Ihkun ohjelmointirajapinnan kautta olisi mahdollista saada kaikki tiettyyn kaavaan liittyvä rivitieto haettua automatisoidusti.

## Ryhti

Kaikki voimaan tulevat kaavat tallennetaan rakennetun ympäristön tietojärjestelmä Ryhtiin 1.1.2029 alkaen. Tietojärjestelmään tallennettavat kaavat tallennetaan kansallisesti määritellyssä rakenteellisessa muodossa, eli kaavatietomallin mukaisesti.

Yhdenmukaisesti mallinnettu maankäyttöaineisto luo edellytykset tiedon automaattiselle hyödyntämiselle ja yhdistämiselle. Tästä potentiaalista on mahdollista saada täysi hyöty irti, mikäli Tampereen kaupungin kaava-aineisto kootaan keskitettyyn tietokantaan ja siihen liitetään myös muut maankäytön suunnitteluun liittyvät tiedot – esimerkiksi kaavojen kustannustiedot. Tällöin kaavan ominaisuustietoja, kuten kerroslukuja tai kaavamääräyksiä, voitaisiin käyttää suoraan

kustannuslaskennan lähtötietoina, ja aiempien kaavojen tai aikaisempien suunnitteluvaiheiden kustannustietoja olisi mahdollista hyödyntää vertailuissa ja ennusteissa. Ryhti-järjestelmän kaavatietomalli ei kuitenkaan tue kunnolla tilannetta asemakaavoitusohjelman valmisteluvaiheessa, jolloin kaavataloustarkasteluille on jo tarvetta, mutta kaavahankkeista ei ole juurikaan Ryhti-kaavatietomallin mukaisia tietoja. Tiedot ovat tällöin esimerkiksi hankkeen ajoituksen arviointitietoja ja purkamisen kerrosala-arvioita, jotka voivat kaavoitusohjelman valmistelussa vaihdella paljon, samoin kuin jopa ohjelmaan tulevat kaavahankkeet.

Kaavatalouslaskennan kehityksessä on esitetty tavoitteeksi, että kaavahankkeen alkuvaiheessa kyettäisiin tuottamaan alustavat kustannus- ja tuloarviot karkeilla lähtötiedoilla. Koska kaavatietomalli tarjoaa suoraan esimerkiksi kaavan kaavamääräykset, kerrosalan ja tehokkuusluvun sekä kaikki kaavakartan geometriat ominaisuustietoineen, kyseiset tiedot voitaisiin noutaa Ryhti-tietovarannosta automaattisesti. Kun näille tiedoille määritellään sopivat kustannus- ja tulokertoimet, on mahdollista muodostaa kevyt, mutta informatiivinen ennuste, joka tukee varhaisen vaiheen päätöksentekoa. Jotta kansallinen kaavatietomalli tukisi kaavatalouslaskentaa kunnolla, tulisi siihen lisätä kaavatalouslaskentaan tarvittavia attribuutteja ja mahdollisesti luokkiakin. Näin kansallinen kaavatietomalli auttaisi kaavatalouslaskennan standardisoinnissa tehokkaasti.

Kuten ohjelmointirajapintojen hyödyntäminen laajemmin, edellyttää Ryhti-tietojärjestelmän tietojen hyödyntäminen kaavatalouslaskennan tietojen vakiointia, kuten yhteentoimivuuden pohdintaa laajemminkin. Hyödyntäminen avaa kuitenkin mahdollisuuksia kaavatiedon rikastamiselle ja laskentaprosessin jalostamiselle.

## **Kansalliset tietovarannot**

Projektissa tunnistettiin mahdollisia kansallisia tietovarantoja kaavatalouslaskennan tiedoille. Monet tekijät vaikuttavat kaavan taloudellisiin vaikutuksiin. Tunnistetut kansalliset aineistot yllä ja luvussa [2. Kaavatalouslaskennan nykytila](#) mainittujen Ryhdin, Maanmittauslaitoksen kiinteistökauppahinnaston ja Vesilaitosyhdistyksen tilastojen lisäksi keskittyvätkin kaavan kustannusten taustalla vaikuttaviin tekijöihin erityisesti rakentamisen kustannuksien osalta. Tunnistetut kansalliset aineistot ovat

- Geologisen tutkimuskeskuksen ylläpitämä rakennettavuuskartta,
- Maanmittauslaitoksen ylläpitämä tieto nykyisestä rakennuskannasta ja rakennelmista,
- Väyläviraston ylläpitämä Digiroad,
- Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämänä:
  - Maaperän tilan tietojärjestelmä MATTI ja
  - tiedot pohjavesialueista, tulvavaaravyöhykkeistä, ympäristömelualueista, maanpeitteestä ja jätehuollosta.

Näiden tietokannoissa ylläpidettävien aineistojen on todettu tarjoavan arvokasta tukea varhaisessa kustannusarvion laadinnan vaiheessa, erityisesti silloin kun suunnitteluratkaisuja tarkastellaan esimerkiksi maaperän kunnan tai muiden lähtötietojen näkökulmasta. Karttapalveluihin pohjautuva tieto toimii hyvänä tausta-aineistona substanssiasiantuntijoille, mutta sitä ei nykyisessä muodossaan voida liittää suoraan kaavatalouslaskennan Excel-pohjaiseen laskentapohjaan.

### 3.4.3 Tekoälyn rooli kaavatalouslaskennassa

Digitalisaatiota on tarkasteltu tässä hankkeessa pääasiassa lineaarisena kehityskulkuna kohti perinteisesti automatisoituja toimintaympäristöjä, joissa tekniikka perustuu rakenteiseen tietoon ja ohjelmointirajapintojen hyödyntämiseen. Nykytilanteessa erityisesti tekoälyn ja laajemman digitaalisen murroksen kehityssuuntaa on kuitenkin poikkeuksellisen vaikea ennustaa edes 2-5 vuoden aikajänteellä. On todennäköistä, että tulevaisuuden työkalut, alustat ja toimintamallit poikkeavat merkittävästi tämänhetkisistä oletuksista.

Tämä epävarmuus on pysyvä osa toimintaympäristöä, mikä korostaa tarvetta jatkuvalla oppimisella ja tilanteen seurannalla. Kaavatalouslaskennan ja tiedonhallinnan kehittäminen ei ole pelkästään yksittäisten teknisten ratkaisujen tekemistä, vaan vaatii jatkuvaa reagoitua muutoksiin teknologiassa, sääntelyssä ja toimintatavoissa. Ratkaisujen toimivuutta on arvioitava säännöllisesti, ja linjauksia on pystyttävä tarkistamaan nopeasti, jotta kehitystyö säilyy tarkoituksenmukaisena muuttuvissa olosuhteissa.

On mahdollista, että jo alle viiden vuoden kuluttua tekoäly kykenee tuottamaan luotettavia taloudellisia arvioita hyvin vähäisestä ja rakenteettomasta tiedosta, yhdistellen reaaliaikaisesti kansallisia tietovarantoja, toteumatietoa ja kuntakohtaista dataa. Toisaalta yhtä realistinen on kehityssuunta, jossa sääntely, tietosuoja ja julkisen hallinnon standardointivaatimukset johtavat yhä tiukemmin määriteltyihin tietomalleihin ja kontrolloituihin ympäristöihin. Tämä johtuu siitä, että AI-sääntely on EU:ssa parhaillaan laajenemassa ja monilta osin vielä täsmentymässä, mikä tarkoittaa, että sen vaikutuksia organisaatioiden toimintaan on vielä vaikea ennustaa. Koska molemmat tulevaisuuden skenaariot ovat mahdollisia, kehitystä ei tule sitoa yhteen oletukseen, vaan suunnitella ratkaisut niin, että ne voivat joustavasti mukautua muuttuviin olosuhteisiin.

Kaavatalouslaskennan ja organisaation muun kehittämistyön osalta on keskeistä varmistaa, että

- tieto ei lukkiudu yksittäiseen työkaluun, vaan ratkaisut perustuvat avoimiin toimintaperiaatteisiin
- tietorakenteet dokumentoidaan selkeästi ylläpidon helpottamiseksi
- organisaatiolla on kyvykkyys arvioida ja ottaa käyttöön uusia teknologioita hallitusti ja vaiheittain.

Digitalisaatiota ei tule suunnitella vain nykyisten tarpeiden näkökulmasta, vaan tunnistaen, että teknologinen kehitys voi muuttaa toimintaympäristöä merkittävästi nopeallakin aikataululla.

Järjestelmien ja prosessien tulee kestää epävarmuutta ja tukea useita vaihtoehtoisia kehityspolkuja. Näin rakennetaan perusta, joka mahdollistaa aidosti pitkäjänteisen ja teknologiamurrokseen sopeutuvan kehittämisen.

## 3.5 Tietojohtaminen

Kaavatalouslaskennan digitalisaatio edellyttää selkeää ja yhtenäistä tietojohtamisen kokonaisuutta. Tietojohtaminen määrittää, miten kaavatalouslaskennan tarvitsema tieto tuotetaan, tallennetaan, välitetään ja hyödynnetään kaupungin prosesseissa. Sen avulla varmistetaan, että laskenta perustuu vertailukelpoiseen, ajantasaiseen ja rakenteiseen tietoon.

Kaavatalouden tietojohtamismalli toimii hankkeessa perustana tiedon rakenteiden, luokittelujen ja tiedonsäilönnän suunnittelulle. Hankkeessa toteutetut ratkaisut, erityisesti laskentapohjan luokittelurakenne sekä BI-raportoinnin vakioidut näkymät, on rakennettu yhteensopiviksi kaupungin tietojohtamisen periaatteiden kanssa. Tämä mahdollistaa hankkeessa tuotettujen ratkaisujen hyödyntämisen kaavatalouden muussa kehitystyössä ilman erillisiä sovituksia.

### 3.5.1 Tietojohtamisen kytkentä laskentapohjaan ja raportointiin

#### Laskentapohja

Hankkeessa toteutettu laskentapohja toimii käytännön esimerkkinä kaavatalouden tietojohtamismallista. Sen hierarkkinen rakenne (yläkatgoria → katgoria → osatekijä) ja vakioidut sarakkeet mahdollistavat sen, että kaavatalouslaskennan tiedot voidaan tuottaa samalla tavalla kaikissa hankkeissa. Vaikka tämä toimintatapa edustaa vielä varhaista kypsyyssastetta, se luo vahvan pohjan jatkokehitykselle, jossa tietojen rakennetta ja nimikkeistöä yhtenäistetään tarkemmin.

Tietojohtamisen näkökulmasta malli tuo seuraavat hyödyt:

- tiedon sisältö, muoto ja luokittelu ovat ennakoitavia (laskentapohja),
- tietoa voidaan siirtää automaattisesti järjestelmien välillä (Excel → Power BI),
- laskentaa ei tarvitse räätälöidä hankekohtaisesti,
- tietojen myöhempi tarkastelu ja vertailu onnistuu ilman lisätyötä.

#### Raportointi / visualisointi

Power BI -visualisointipohja hyödyntää samaa tietorakennetta kuin laskentapohja. Tämä mahdollistaa sen, että laskentapohjan data voidaan ladata raporttipohjaan ilman manuaalisia muokkauksia tai hankekohtaisia asetuksia.

Tietojohtamismalliin perustuvaa laskentapohjaa käytettäessä Power BI -malli kykenee lukemaan luokittelurakenteet automaattisesti, jolloin raportit ovat vertailukelpoisia hankkeiden välillä. Tällöin

kaupunki voi tarkastella kustannuksia, tuloja ja päästöjä yhtenäisessä raportissa ja raportointi voidaan ottaa käyttöön uusissa hankkeissa pelkän tietolähteen vaihdolla. Visualisointikerros toimii siten tukena tietojohdantiselle tehostaen laskennan läpinäkyvyyttä ja saatavuutta.

## 4. Yhteenveto ja jatkokehitys

Hankkeessa nostettiin kaavatalouslaskennan digitalisaatioastetta keskittymällä perusasioihin: tiedon ja laskentaprosessin vakiointiin sekä automatisoituun visualisointiin ja raportointiin. Hankkeen aikana käsiteltiin myös kaavatalouslaskennan digitalisaatiota yleisesti, ja tunnistettiin siinä esiintyviä puutteita, ja annettiin tässä raportissa näihin puutteisiin kehitysideoita.

### 4.1 Yhteenveto

Konkreettisina tuloksina toimitettiin lähtötietovertilu sekä sen mukaan tehdyt vakioitu Excel-laskentapohja ja Power BI -visualisointimalli. Nämä muodostavat yhdessä toimintatavan, jolla talous- ja päästötiedot tuotetaan yhtenäisessä rakenteessa ja esitetään vertailukelpoisesti kaavahankkeiden ja -hankevaiheiden välillä. PoC-vaiheen toteutus osoitti, että jo luokittelun ja tietorakenteen yhdenmukaistaminen parantaa läpinäkyvyyttä, vähentää käsityötä ja mahdollistaa raportoinnin käyttöönoton hankkeesta toiseen ilman manuaalista työtä tai visualisointimallin räätälöintiä.

Nykytilassa kaavatalouslaskennan pullonkaulat kohdistuvat pääasiassa manuaaliseen tiedonkeruuseen ja lähtötietojen saatavuuteen. Tietoja pyydetään edelleen esimerkiksi sähköpostiviesteillä useilta tuottajilta, eikä keskitettyä ja rakenteista tiedonsiirtoa ole mahdollista tehdä kaikkien lähtötietojen osalta. Esimerkiksi vyöhykehinnastojen rajattu saatavuus rajoittaa automaatiota maan myynnin ja vuokrauksen kohdalla.

Rajapintojen hyödyntäminen on periaatteessa mahdollista esimerkiksi Ihku-laskentapalvelun tarjoaman REST-rajapinnan kohdalla, mutta käytännössä sitä rajoittavat kaavahankkeiden ja Ihkussa olevien hankkeiden välisen linkityksen puuttuminen ja nimikkeistöjen epätarkka määrittely, mikä estää esimerkiksi Ihkusta tehtävän kustannusrivien automaattisen ja yksiselitteisen haun. Tietomallipohjainen tiedonsiirto ei täten ole vielä tässä vaiheessa toteuttamiskelpoinen, mutta se on luonteva pitkän aikavälin tavoite, sillä se mahdollistaa ohjelmistoriippumattomuuden, laajemman automaation ja luotettavamman tiedon vertailun.

PoC:n toteutus tukee hanketta siten, että laskennan vakioitu hierarkia (yläkatgoria – katgoria - osatekijä) ja rivitason kentät (kuten määrä, yksikköhinta, varaukset sekä kertymän vuodet) ohjaavat tiedon tuotantoa ja edistävät laskentaprosessin vakioimista. Power BI -malli lukee saman rakenteen suoraan ilman välivaiheita, jolloin raportit päivittyvät pelkällä datalähteen vaihdolla ja talous- sekä päästötietoja voidaan tarkastella rinnakkain. Täten PoC edistää sekä kaavatalouden tietojohdantamallin käytäntöönpanoa että laajemmin koko laskentaprosessin digitalisaatiota.

## 4.2 Jatkokehitys

Ennen kuin automatisointia voidaan hyödyntää merkittävässä mittakaavassa, on välttämätöntä määritellä yhteiset käsitteet, tietosisällöt, tietojen esitystavat sekä vastuut tiedon tuottamisesta ja ylläpidosta. Tässä projektissa tehdyt kaavatalouslaskennan lähtötietojen selvitys sekä vakioitu laskentapohja ja sen avulla tapahtuva visualisointi toimivat pohjana tulevaisuuden määrittä- ja vakiointityölle.

Tampereen kaupungin edistettävissä olevat toimenpiteet:

- Laskentaprosessi tulee vakioida selkeään ja yhtenäiseen muotoon siten, että on yksiselitteisesti määritelty, mitä lasketaan, mistä lähtötiedot saadaan ja miten laskennan tuloksena syntyvä tieto tallennetaan. Vakioinnille on tehty jo vahva pohja tämän hankkeen PoC-toteutuksessa.
- Kaikki kaavatalouslaskennassa käytettävät tiedot määritellään ja vakioidaan projektissa toteutetun lähtötietoselvityksen pohjalta.
- Tietojen avoimuus kaupungin sisällä mahdollistaa laskennan automatisoinnin. Esimerkiksi maan myynnin ja vuokrauksen tietojen suora saatavuus laskentatyökaluun tehostaisi näihin tuloihin liittyvää laskentaa.
- Tiedonsiirtoa kehitetään vähentämällä vaiheittain ei-koneluettavien muotojen, kuten sähköpostin, käyttöä ja siirtymällä malliin, jossa kaavatalouslaskentaa tekevä taho voi hakea tarvitsemansa tiedot itsenäisesti.
- Kaavatalouslaskennan ja tiedonhallinnan tarpeet huomioidaan Tampereen kaupungin sisäisissä selvitys- ja kehityshankkeissa, kuten uusien tietokantojen käyttöönotossa (esimerkiksi maankäytön suunnittelun yhteinen tietokanta) ja kansallisen kaavatietomallin käyttöönottoprojekteissa.

### 4.2.1 PoC:n jatkokehitys

PoC:n tunnistettuja jatkokehitysmahdollisuuksia ovat lähtötietojen automatisointi esimerkiksi rajapintojen kautta, elinkaaren tarkempi huomiointi kustannusten, tulojen ja päästöjen kertymässä, paikatiedon hyödyntäminen ja alustavan taloudellisen arvion teko hyvin karkeilla tiedoilla, kuten kaavamääräyksen perusteella. PoC-työkalun ollessa avoimen lähdekoodin toteutus, on jatkokehitys sitä hyödyntävälle taholle joustavaa ja kustannustehokasta, ja mahdollistaa työkalun laajemmankin kehityksen organisaation omiin tarpeisiin.

Jatkokehitysehdotuksia PoC:n laajentamiseen ja muokkaamiseen eri kuntien ja kaavahankkeiden tarpeisiin:

- Laajemman elinkaaritarkastelun sisällyttäminen laskennan ohkeen esimerkiksi vuosittainen kertymä huomioiden.
- Laskentalogiikan tehostaminen aputaulukoita hyödyntäen (esimerkiksi verotuksen osalta).
- Rajapintaratkaisujen kehittäminen ja hyödyntäminen lähtötietojen noudossa
- Ihku-laskentapalvelun tehokkaampi hyödyntäminen kehittämällä rajapintaa ja ohjelmaa mahdollistamaan hankeosien lajittelun kustannuskategorioiden mukaan
- Maankäytön kustannusten ja tulojen arviointi karkeilla lähtötiedoilla. Nykytilanteessa maankäytön tulot arvioidaan kerrosalan mukaan. Työkalu on kehitettävissä karkeampien lähtötietojen huomiointiin nykytilan mukaisesti.
- Nykyinen työkalu on tehty kaavatalouslaskennan asiantuntijan tarpeisiin. Laskentapohjaa ja Power BI -raporttia on mahdollista jatkokehittää niin, että näkymät ja toiminnallisuudet soveltuvat paremmin esimerkiksi päätöksentekoon.

### 4.3 PoC:n hyödyntäminen ja käyttöönotto muissa kunnissa

PoC toteutettiin siten, että se on helposti hyödynnettävissä myös muiden organisaatioiden toimesta. Toteutus perustuu avoimen lähdekoodin periaatteeseen, jonka mukaan kuka vain PoC-työkalun käyttäjä voi vapaasti muokata sitä omiin tarpeisiinsa sopivaksi. Tulokset on tallennettu [Tampereen kaupungin GitHub-sivulle](#). Excel-laskentapohja on itsessään jo hyvin joustava eri nimikkeistöjen tai tietojohdantamallien käyttöön, sillä kaikki kategorisointi (yläkategoria, alakategoria, osatekijä) ja luokittelu (osapuolen tai pääoma- ja käyttötalouden mukaan) on mukautettavissa kunkin käyttäjäkunnan tarpeisiin.

Koska PoC on toteutettu Microsoft Office -työkaluilla (Excel ja Power BI), sen käyttöönotto vaatii vain MS Office -lisenssin. Projektissa valittiin tämä toteutus sen vuoksi, että se on sujuvasti toistettavissa ja käyttöönotettavissa myös muissa kunnissa kuin Tampereella.

Laskentapohjan kustannus-, tulo- ja päästökategoriat ja osapuolet on määritelty Tampereen kaupungin kaavatalouslaskennan tarpeiden mukaisesti. Laskentapohja on muokattavissa näiden sekä muidenkin sarakkeiden osalta kunkin kunnan omiin tarpeisiin nojaten. Käyttäjä voi sujuvasti esimerkiksi poistaa tai lisätä kustannuskategorioita oman kuntansa tarpeiden mukaisesti. Liitteenä olevassa ohjeessa on neuvottu, miten käyttäjä voi muokata laskentapohjan sarakkeita ja tietoja.

Power BI -visualisointipohja on toteutettu nykyisen laskentapohjan tietojen perusteella. Liitteenä olevassa ohjeessa on selitetty, mitä tulee huomioida visualisoinnin kannalta, kun sarakkeita muokataan tai poistetaan.

Laadittu laskentapohja muodostaa joustavan lähtökohdan, jota voidaan sujuvasti tarkentaa kunkin kunnan kaavatalouslaskennan sisällön mukaisesti. Avoimen lähdekoodin periaate, muokattavat sarakkeet ja laajennettavissa oleva Power BI-visualisointi edesauttavat, että ratkaisu skaalautuu erilaisiin tietojohdantamalleihin ja paikallisiin budjettirakenteisiin. Näin työkalu toimii peruspohjana

kunnille, jotka haluavat tehostaa kaavatalouteen liittyvää kustannus-, tulo- ja päästötiedon hallintaa ja analysointia.

## Liitteet

---

Liite 1

Ohjeet Power BI -raportin luontiin ja kaavatalouslaskennan PoC:n muokkaamiseen  
(ohjeet\_visualisointipohjan\_käyttöön\_2026.pdf)

---

Liite 2

Laskentapohja (kaavatalouden\_laskentapohja\_2026.xlsx)

---

Liite 3

Kaavatalouden visualisointipohja (kaavatalouden\_visualisointipohja\_2026.pbit)

---