

# Signify toteuttaa Tampereen älykaupunkihanketta



Tampereelle asennettu Signifyn BrightSites-ratkaisu osoittaa, miten yksityisillä mesh-verkoilla voidaan luoda parempia älykaupunkiratkaisuja, jotka parantavat asukaskokemusta, kestäväää kaupunkikehitystä, turvallisuutta ja luovat uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Kirjoittajat: Tampereen kaupunki

Avustavat kirjoittajat: Signify BrightSites, Edzcom Oy, Wapice Oy

## Tiivistelmä

Osana Tampereen kasvua älykaupungiksi kaupunkiin asennettiin end-to-end-ratkaisu (E2E), joka sisältää Signifyn BrightSites-ratkaisun langattomalla mesh-verkolla. Ratkaisu käyttää Edzcomin 5G-verkkoa ja Wapicen tekoälyavusteista videovalvontaa.

Kaupunki voi parantaa älyteknologioilla kaupungin turvallisuutta, kaupunkisuunnittelua ja ylläpitoa sekä saavuttaa kestäväen kehityksen tavoitteet. E2E-ratkaisun ja Signifyn BrightSites-infrastruktuurin edut korostuivat Tampereella järjestetyissä vuoden 2022 jääkiekon maailmanmestaruuskisoissa, jossa voitiin hyödyntää dataa päätöksenteossa reaaliaikaisen liikenteen ja ihmisten liikkumisdatan avulla.

## Sisältö

1. Johdanto
2. Datansiirto langattomassa mesh-verkossa
3. End-to-end-ratkaisun edut
4. Langaton verkko kaupungissa
5. Verkon rakentaminen Tampereella
6. Case-tutkimus ihmisvirtojen seurannasta

# 1. Johdanto

Nykyisin yli neljä miljardia ihmistä, 55 % maailman väestöstä, asuu kaupungeissa, ja luvun odotetaan kasvavan kuuteen miljardiin vuoteen 2045 mennessä. Kiihtyvän kaupungistumisen myötä älykaupunkien suosio kasvaa – kaupunkien perinteisistä verkoista ja palveluista tehdään tehokkaampia digitaalisilla ratkaisuilla, jotka hyödyttävät asukkaita ja yrityksiä. Kasvava väkiluku rasittaa myös ympäristöä, mikä osaltaan kiihdyttää älyteknologioiden käyttöönottoa tiiviisti asutetuilla alueilla. C40-ryhmän asettamat älykkäiden kaupunkien tavoitteet todistavat tätä kehitystä käytännön tasolla. Ryhmä on globaali kaupunkiverkosto, joka on ryhtynyt kiireellisiin toimiin ilmastokriisin hyväksi.

Tampere on älykaupunkien edelläkävijä. Viimeisen reilun 10 vuoden aikana Tampere on työskennellyt ahkerasti älykaupunkien ekosysteemien luomisen parissa, kuten avoimien alustojen ja datan, jotka tukevat kestävästä kehitystä teknologian avulla. Tampere voi näyttää esimerkkiä kotimaassa ja kansainvälisesti urauurtavansa työn ansiosta.

Tampereen kehitys älykaupungiksi toteutettiin strategisella Smart Tampere -kehitysohjelmalla vuosina 2017–2021. Ohjelma koostui kolmesta pääelementistä:

- Ekosysteemiohjelman tavoitteena oli edistää yritysten liiketoiminnan kasvua kaupungissa. Tavoitteena oli luoda mahdollisimman hyvä perusta yritysten verkostoitumiseen ja uusia ratkaisuja kaupungille ja asukkaille.

## 2. Datansiirto langattomassa mesh-verkossa

Tampere aikoo saavuttaa älykaupungin tavoitteet datan avulla. Smart Tampere -ohjelman pohjalta on luotu uusi projekti vuosille 2022–2025, joka on strategian seuraava askel: ”Data-driven City for Citizens” (Älykaupunki kaupunkilaisille).

Suuren datamassan käyttäminen, siirtäminen ja jakaminen vaatii laadukkaita infrastruktuuriratkaisuja. Verkkojen tulee olla nopeita, suojattuja ja mukautua monenlaisiin tarpeisiin. Valokuitu on paras ratkaisu tällaisen datan siirtoon sen luotettavuuden, lyhyen vasteajan ja lähes rajattoman kaistanleveyden vuoksi. Tästä syystä Tampereelle on jo asennettu valokuitua kaikkialle kaupunkiin.

- Digiohjelman tavoitteena oli sähköistää kaupungin palvelut vuoteen 2025 mennessä. Tampere tähtäsi sujuvoittamaan asukkaiden arkea ja tarjoamaan palveluita, joita voitaisiin käyttää ajasta ja paikasta riippumatta.
- Kestävä Tampere 2030 tavoitteli asumisesta, liikkumisesta ja energian kulutuksesta syntyvien hiilidioksidipäästöjen ja muiden päästöjen vähentämistä. Tampereen tavoitteena on saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2030 mennessä. Kaupungin ilmastotoimet on koottu Hiilineutraali Tampere 2030 -tiekarttaan, joka sisältää 236 toimea kuudessa eri kategoriassa: kaupunkisuunnittelu, liikkuminen, rakentaminen, energia, kulutus ja luonto.

Smart Tampere -ohjelman ansiosta Tampere hyödyntää älyteknologiaa kestävästä kehityksen tavoitteiden saavuttamisessa muiden maailman kaupunkien tavoin. Esimerkiksi Oslo ja Zürich keskittyvät ohjauksjärjestelmien rakentamiseen, jotka optimoivat lämmityksen, sähkön ja ilmastoinnin, kun taas Berliinissä tarkastellaan tekoälyä, lohkoketjuja, IoT:ta ja kvanttilaskentaa datan keruun parantamiseksi. Vancouver puolestaan hyödyntää videokuvaa ruuhkaisten risteysten liikenteen säätelyyn. Kaupunkialueilla on kovat paineet vähentää hiilidioksidipäästöjä, jotta ne saavuttasivat kansalliset ja kansainväliset ilmastotavoitteet. Tämän vuoksi monet kaupungit ovat kääntyneet älykkäiden järjestelmien puoleen parantaakseen palveluiden tehokkuutta ja antaen dataan perustuvalle päätöksenteolle mahdollisuuden.



Vaikka valokuitua on saatavilla merkittävimmissä sijainneissa, sitä ei ole usein saatavilla juuri siellä, missä sitä tarvitaan.

Joustava ja langaton mesh-verkko on täydellinen ratkaisu valokuituverkon kantaman laajentamiseen, ja se tarjoaa kaupungeille uusia mahdollisuuksia strategisten tavoitteiden saavuttamiseksi.

Tampere on ottanut käyttöön kolmiosaisen end-to-end-ratkaisun: Signifyn BrightSites-tietoliikenneverkko, joka muuttaa minkä tahansa ulkovalaisimen potentiaalisesti virta- ja datalähteeksi; Edzcomin yksityisen 5G-verkon, joka liitetään BrightSites-verkkoon ja luo yhteyden jokaiseen mobiililaitteeseen kaupungissa ja Wapice-ohjelmiston, joka lähettää videokuvaa kameroista AI-työkaluille kuvatiedon edelleen jalostamiseen. Tällä tavoin voidaan kerätä merkityksellistä dataa kaupungin palveluiden optimointia varten.

Projekti on jo osoittanut, että langaton mesh-teknologia ja olemassa oleva katuvalaisininfrastruktuuri tekevät verkon käyttöönotosta nopeaa ja ketterää.

Valaistusinfrastruktuuri on globaalisti tunnustettu älykaupunkisovellusten perusta. Se tarjoaa

jo olemassa olevan fyysisen infrastruktuurin verkkoteknologioille, johon voidaan liittää älykaupungin ratkaisuihin tarvittavia sensoreita. Valaisimiin integroitu langaton mesh-verkko tarjoaa älykaupungille joustavat sensoriyhteydet.

Signify on yhteistyökumppaneineen onnistunut rakentamaan ja ottamaan verkon käyttöön Tampereella vain muutamassa kuukaudessa. Teknologian hyödyt näkyvät nyt kaupungin asukkaille monissa eri tilanteissa. Järjestelmää testattiin esimerkiksi ihmisten seurantaan jääkiekon maailmanmestaruuskisoissa huhti-toukokuussa 2022, ja sittemmin järjestelmää on laajennettu kaupungin pääkaduille ja raitiovaunulinjan ympärille. Tampereella on otettu käyttöön muita uusia käyttötapoja, mikä osoittaa, että kaupunki voi hyötyä eri tavoin vahvoista verkkoyhteyksistä.

## 3. End-to-end-ratkaisun edut

### Turvallisuuden parantaminen

Tutkimusten mukaan turvallisuusteknologioiden laaja käyttö voi vähentää rikollisuutta 30–40 % ja kuolemia, liikenneuhkia ja hätäpalveluiden käyttöä 8–10 %.

Tampereen tapauksessa älykäs turvallisuuskehitys on linjassa kaupungin strategian kanssa, jossa ympäristödataa käytetään asukkaiden eduksi. Tulokset ovat lupaavia sekä teknologisten innovaatioiden että sosioekonomisen hyvinvoinnin kannalta. Smart Urban Security and Event Resilience (SURE) tähtää parantamaan valmiuttaan Tampereella kaikilla sektoreilla julkisten tilojen ja muita kaupungin turvallisuusuhkia vastaan. Kyseinen paikallinen innovaatio on ollut jo sosiaalisesti kannattava (Social Return on Investment, SROI) ja tuonut Tampereelle kaksinkertaiset hyödyt tehtyyn

investointiin verrattuna (2:1) vaikuttamalla pääasiassa julkisiin säästöihin ja kaupunkilaisten turvallisuuden tunteeseen.

### Kaupungin mobiilipalvelut yksityisestä 5G-verkosta

Kaupungin omat langattomat yhteydet voidaan nyt ja tulevaisuudessa tarjota yksityisillä verkoilla. Niiden ansiosta data on suojattua, koska kaikki verkkolaitteet on yhdistetty kaupungin omaan sisäiseen verkkoon. Edzcomin yksityinen verkko suunnitellaan yhdessä kaupungin kanssa riittävän kapasiteetin varmistamiseksi. Lisäksi tulevaisuuden sovellukset, jotka tarvitsevat lyhyen vasteajan, kuten autonomiset ajoneuvot tai AR- ja VR-sovellukset ovat helposti yhdistettävissä verkkoon.

### Yksityiset verkot: Täydellinen valinta älykaupungin kehittämiseen



#### Ennustettavuus

Toiminnan ennustettavuus ja lyhyt vasteaika



#### Tietosuoja & turvallisuus

Infrastruktuuria ei jaeta muiden julkisten käyttäjien kanssa



#### Säästää verkon kaistanleveyttä

Paikallinen datan käsittely ja pienemmät datan siirtokulut



#### Autonominen

Riippumaton julkisista verkoista ja luotettavampi yhteys katvealueilla

## Näin tuemme kaupungin kehitystä: Nopeiden yhteyksien pääedut



### Paremmat sensorit

Asukkaiden terveyden edistämiseen & ympäristön havainnointiin



### Paremmat kamerat

Valvontaan ja seurantaan



### Liikenteenohjaus

Turvallisempaan liikkumiseen



### Lisää liiketoiminta- mahdollisuuksia

Palveluita yrityksille ja kuluttajille



### Tehosta kriittistä viestintää

Nopeampi reagointi  
hätätilanteissa



### Luo ihmisille uusia kokemuksia

Autonomiset bussit, AR-  
ja VR-turismi

## Mobiiliyhteydet julkisessa 5G-verkossa

5G-yhteyksien tarve kasvattaa verkon kapasiteetin kysyntää kaupungeissa.

5G:n taloudelliset hyödyt kaupungeille, joissa on kattavat verkkoyhteydet, ovat valtavat, sillä teknologian odotetaan kasvattavan globaalia bruttokansantuotetta 330 miljardilla Yhdysvaltain dollarilla (310 000 miljardilla eurolla). Signifyn BrightSites-ratkaisun ansiosta 5G on käytössä koko valaisinverkossa.

## Julkinen Wi-Fi

Turistit ja opiskelijat arvioivat kaupungin houkuttelevuutta julkisen Wi-Fi-yhteyden perusteella. Parempi Wi-Fi-yhteys voi lisätä

turismia vähintään 1 %:n, mikä tarkoittaa bruttokansantuotteen 0,31 %:n kasvua. Julkisen Wi-Fi:n kautta tarjotut palvelut voivat pienentää työvoimakustannuksia 20–30 %, ja 65 % ravintoloista on kertonut Wi-Fi-yhteyden lisäävän myyntiä. Julkisen Wi-Fi-verkon laajentaminen Signifyn Gigabit-valaisimella on erittäin kustannustehokasta, ja sen käyttöönotto on helppoa suuressa mittakaavassa.

## Etäterveyspalvelut

Digiteknologiat edistävät etäterveyspalveluiden käyttöä. Tämä mahdollistaa sellaisten välttämättömien terveyspalveluiden toimittamisen digitaalisesti, jotka ovat aiemmin vaatineet fyysistä sairaalakäyntiä tai leikkausta. Monet näistä palveluista, kuten terveydenhoidon

etävalvontajärjestelmät tai ensihoitajan apu videovälityksellä, vaativat kuitenkin vahvan julkisen kaistanleveyden, jonka Signifyn BrightSites-verkko tarjoaa.

## Joustavat älykaupungin sensorit

Älykaupungissa kamera on kustannustehokas sensori, ja peruskamera voi havaita useita asioita yhdellä sensorilla, vaikka yleensä vastaavaan vaadittaisiin useampi sensori. Signifyn BrightSites-verkossa valaisimien yhdistettävyyden mahdollistaa kameroiden sijoittelun joustavasti, ja 60 GHz:n mesh-verkko tarjoaa riittävän kapasiteetin kameran signaalien turvalliseen siirtoon kaupungin valokuituverkossa älypylvään Gateway-yhteyden kautta.

## Liikenteen suunnittelu datan avulla

Kaupungin liikkumisen ja liikenneuhkien hallinta ovat tehokkaita keinoja pienentää kaupungin hiilijalanjälkeä, sillä liikkuminen kattaa jopa 30 % kaupungin hiilidioksidipäästöistä. Jotta hiilijalanjälki pienenesi, autojen määrän rajoittaminen teillä sekä julkisen liikenteen tai ympäristöystävällisten kuljetusmuotojen käyttäminen ovat perustavanlaatuisia keinoja onnistumisen kannalta. Näin ollen käytössä tulee olla oikeanlaista teknologiaa, jotta liikenteen hiilidioksidipäästöjä voidaan valvoa ja arvioida, saavutetaanko kyseiset ilmastotavoitteet.

Kaupungin liikennesuunnittelijoiden haasteena on datan puute, jotta suunnittelua voitaisiin tehdä tehokkaasti. Vaikka olemassa olevat järjestelmät tarjoavat jonkin verran dataa avoimien rajapintojen kautta, näitä mittauspisteitä voidaan laajentaa kamerasensoreilla ja tekoälyyn perustuvalla konenäöllä.

Kaupungin IoT-ratkaisujen ja niihin liittyvien käyttöliittymien tiedot voidaan yhdistää yhteen sovellukseen. Tämä mahdollistaa, että liikennesuunnittelijat

voivat pienentää kaupungin liikkumisen hiilijalanjälkeä, parantaa liikenneturvallisuutta ja tehdä dataan perustuvaa liikennesuunnittelua. Liikennedatan digitaalista kaksosta voidaan käyttää enemmän loppukäyttäjäsovelluksissa visualisoimaan kaupungin liikennekehitystä asukkaille ja rohkaista ympäristöystävällisten kuljetusmuotojen käyttöön kaupungissa.

Lisäksi liikennedata voi tukea kaupungin datavetoista suunnittelua ja dynaamista valaistuksen ohjausta data-analytiikan ja tekoälyn avulla.

## Optimoi väkijoukkojen ohjaus tapahtumissa datavetoisella kaupunkisuunnittelulla

Data-analytiikalla, tekoälyllä ja dataan perustuvalla liikennesuunnittelulla voidaan analysoida ihmisten liikehdintää eri tapahtumapaikoilla, kuten Nokia Arenalla tai Ratinan stadionilla Tampereella.

Perinteisen liikennesuunnittelun lisäksi analyysillä voidaan optimoida julkisen liikenteen ja liikennevalojen ajoitukset, ja ihmiset voivat siten liikkua tehokkaammin tapahtumasta toiseen. Tämä voidaan toteuttaa

dynaamisesti reaaliajassa datan ja tekoälyn algoritmien avulla. Paranneltu väkijoukkojen ohjaus johtaa parempaan vierailija-kokemukseen ja pienempään hiilijalanjälkeen.

## Kaupunkiympäristön ylläpito

Kamerat ja konenäkö voivat tarjota tietoa kaupunkien puistojen ja ulkourheilualueiden käyttöasteesta.

Kaupunkiympäristön suunnittelua ja ylläpitoa voidaan parannella datalla, jolloin ylläpito suunnataan sinne, missä sitä tarvitaan eniten ja kaupunkialueiden investoinnit tehdään datavetoisesti. Tämä johtaa parempaan asukaskokemukseen, sillä kaupunkiympäristöt ovat houkuttelevimpia ja turvallisempia, sekä tehokkaampaan veronmaksajien rahojen käyttöön ja pienempiin hiilidioksidipäästöihin.

Lisäksi kameroiden konenäkösovellukset voivat tuottaa hyödyllistä tietoa teiden kunnosta tarkastelemalla tien pintaa ja ajoneuvojen nopeutta ja käyttäytymistä. Tämän tiedon ansiosta kaupunkisuunnittelijat voivat keskittää ylläpitoa toimia sinne, missä niitä tarvitaan eniten.



## 4. Langaton verkko kaupungissa

Tiheästi asutetuissa kaupungeissa verkot ruuhkautuvat usein huippuajoina ja ruuhkaisilla alueilla, kuten metroasemilla tai kävelykaduilla. Korkean kysynnän alueilla mobiiliverkko-operaattoreiden tulee usein ottaa käyttöön piensoluteknologiaa (small cell) verkon ruuhkaisuuden lievittämiseksi ja mobiiliverkon kapasiteetin lisäämiseksi.

Kaupunkiympäristöissä mobiiliverkko-operaattoreiden haasteena ovat myös korkeat rakennukset sekä muut paikalliset tekijät, jotka estävät makrosolusignaalit (macro cell), jolloin verkon kattavuutta tulee paikata.

Niinpä optimaalisin valinta tiheästi asutetuissa ja korkean kysynnän kaupungeissa on asentaa piensoluteknologiaa katuvalaistukseen, jolloin valaisimen tukiasemasta on suora näköyhteys katutason mobiililaitteisiin, eivätkä rakennukset häiritse verkkoyhteyttä.

## 5. Verkon rakentaminen Tampereella

Signifyn verkkoratkaisu, jota täydentää Edzcomin 5G-teknologia, on helposti skaalautuva, ja käyttöönotto on helppoa. Valaisininfrastruktuuria on päivitetty uusilla Gigabit-valaisimilla, jotka muodostavat langattoman verkon. BrightSites-ratkaisu ottaa yhteyden kaupungin valokuidun liittymispisteestä ja välittää sitä eteenpäin Gigabit-valaisimien välillä. Integraatiossa hyödynnetään valaisimen virtaa. Valaisin on sekä sopivassa paikassa että oikealla korkeudella ja luo siten suoran näköyhteyden, jota autot tai muu infrastruktuuri eivät häiritse.

Valaisimen korvaaminen Gigabit-valaisimella kestää vain 10 minuuttia, joten verkon kapasiteettia voidaan kasvattaa huomattavasti kaupungin kasvavien tarpeiden mukaan.

Koska valaistusinfrastruktuuri on yhtenäinen ja tavallisen ulkovalaisimen päivittäminen mmWave-teknologiaa käyttävään laajakaistavalaisimeen on helppoa, verkkoa voidaan laajentaa rajattomasti kysynnän mukaan. Kun teknologia integroidaan Signifyn valaisimiin, kaupunkimaisema pysyy ennallaan ja asukkaat pääsevät hyödyntämään häiriöttömiä verkkoyhteyksiä koko kaupungissa.

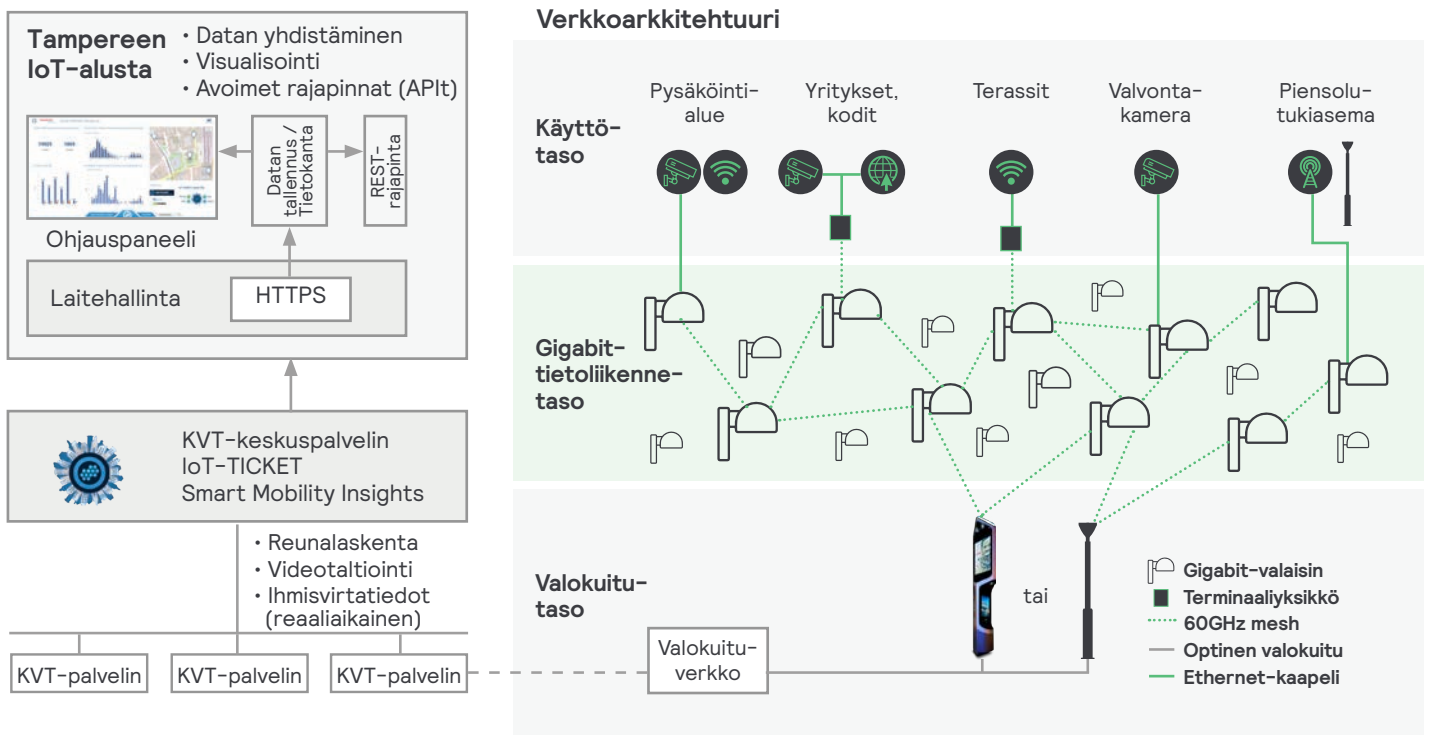
# 6. Case-tutkimus ihmisvirtojen seurannasta

Nokia Arenan BrightSites-verkon ja Wapice-järjestelmän avulla voitiin analysoida, mitä reittejä ihmiset käyttävät kohteessa ja miten liikennesuunnittelulla voidaan vaikuttaa niihin.

Kaupunkialueita voidaan valvoa kustannustehokkaasti kameroilla, minkä vuoksi ihmisvirtojen mittaamiseen valittiin kamerasensorit. Alueella oli jo ennestään joitakin kameroita, mutta osassa aluetta ei ollut

ollenkaan kameroita eikä valokuituyhteyttä. Tällaisilla alueilla mittauspisteen kattavuutta voitiin laajentaa yhdistämällä kamerat langattomaan verkkoon valaisimen PoE-liittimen kautta. Ihmisvirtoja seuraavaan sovellukseen yhdistettiin yhteensä kolme kameraa. Kameroiden videosyötteet reititettiin älykkään pylvään kautta kaupungin KTV-verkkoon ja reunalaskennan prosessoriin (edge processing unit). Alla yhteyskaavio.

## Yhteyskaavio



## Datan siirto ja käsittely

### Reunalaskennan taso

Kamerayhteys  
Koneoppiminen  
Datan käsittely



### Pilvitaso

Datan tallennus  
Sovellustyökalut  
Laitteiden ja omaisuuden hallinta



### Sovellustaso

Ohjauspaneelit  
Hälytykset & tapahtumat  
Data API:t





### Yleiskuva

Reaaliaikainen tilannekuva tapahtuma-alueesta.



### Mittausnäköymä

Yksittäinen mittauspistenäköymä, joka visualisoi datan valitulta alueelta.



### Karttanäköymä

Karttanäköymä mittauspistematalla valitusta alueesta.



### Reunalaskenta

Täysin kustomoitava vähäkoodinen/kooditon konenäköalusta, joka havaitsee ja seuraa reittejä reunoilla reaaliaikaisesti. Noudattaa GDPR-lainsäädäntöä: IoT-alustalle lähetetään ainoastaan anonymisoitua tilastodataa.

## Kokemuksia verkosta

Ruuhkaisten jääkiekon maailmanmestaruusotteluiden aikana verkon toiminta oli vakaata. Kolmea langattomaan mesh-

verkkoon yhdistettyä kameraa voitiin käyttää samalla tavoin kuin kaupungin valokuituverkkoon yhdistettyjä olemassa olevia kameroita. Reunalaskennan tai konfiguraation näkökulmasta

suorituskyvyssä ei havaittu huomattavia eroavaisuuksia. Näin ollen mesh-verkko vaikuttaa tarjoavan varteenotettavan vaihtoehdon älykaupungin toimintojen joustavaan seurantaan.

## 7. Loppupäätelmät

Tampereen projektin suosio on osoittanut, että verkko on turvallinen, luotettava, nopea ja hyvin skaalautuva. Verkon vahva yhteys ja luvattu nopeus ovat vakaita datan korkeina kysyntäaikoina. Lisäksi se osoittaa valaisinpohjaisen mesh-verkon hyödyt reaaliaikaisesti kaupunkiympäristössä. Kuten tässä Case-tutkimuksessa on todettu, Signifyn BrightSitesille ja Edzcomin yksityisverkoille on monia muita käyttötapoja, jotka mahdollistavat Tampereen (ja muiden kaupunkien) älykaupunkivision toteutuksen parantamisen turvallisuutta, tehokkuutta, vihreyttä ja lisäten taloudellisia aktiviteetteja asukkaille, kaupunkisuunnittelijoille ja kaupungin viranomaisille.