



## SISÄTILAPAUKANNUS – TEKNIIKAT JA TUOTTEET



Centria. Raportteja ja selvityksiä, 26

Ville Peltola & Leena Toivanen

## **SISÄTILAPAIKANNUS – TEKNIIKAT JA TUOTTEET**

Centria-ammattikorkeakoulu 2017

**JULKAISIJA:**

Centria-ammattikorkeakoulu  
Talonpojankatu 2, 67100 Kokkola

**JAKELU:**

Centria kirjasto- ja tietopalvelu  
kirjasto.kokkola@centria.fi, p. 040 808 5102

Taitto: Centria-ammattikorkeakoulun markkinointi- ja viestintäpalvelut  
Kannen kuva: Adobe Stock -kuvapalvelu

Centria. Raportteja ja selvityksiä, 26  
ISBN 978-952-7173-27-5 (PDF)  
ISSN 2342-933X

# SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	4
2. SISÄTILAPIKANNUS .....	5
3. GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM (GNSS) .....	6
3.1 Mikä on GPS ja miten se toimii .....	6
3.2 GPS-paikannuksen heikkoudet .....	6
4. SISÄTILAPIKANNUSTEKNIIKAT .....	8
4.1 Bluetooth Low Energy -Beaconin toiminta .....	8
4.2 Paikantaminen WiFi-signaalin perusteella .....	10
4.3 Geomagneettinen paikannus .....	11
4.4 Visible Light Communication -paikannus .....	12
4.5 Ultra-Wideband -Beacon -paikannus .....	13
5. TUTKITTAVAT SISÄTILAPIKANNUSTUOTTEET .....	14
5.1 Philips Yellowdot .....	14
5.2 MapsIndoors .....	14
5.3 BlooLoc yooBee .....	15
5.4 Enkom Active .....	16
5.5 GloPos Mobile Positioning .....	17
5.6 Yepzon Freedom / One / Coco .....	17
5.7 Sensewhere .....	20
5.8 Infsoft .....	20
5.9 Estimote .....	21
5.10 IndoorSpirit .....	21
5.11 Connexient .....	22
5.12 IndoorAtlas .....	22
5.13 Proximi.io .....	22
5.14 Senion StepInside .....	23
5.15 Spreo .....	24
5.16 Situm Indoor Positioning .....	24
5.17 Advanced Positioning by HERE .....	25
6. HANKKEESSA TESTATUT PAIKANNUSRATKAISUT .....	26
6.1 Yepzon Freedom .....	26
6.2 Infsoft .....	27
6.3 Proximi.io .....	30
7. DEWI-HANKE CENTRIASSA.....	35
7.1 Electronically Steerable Passive Array Radiator (ESPAR) .....	35
8. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	37
8.1 Suosituksia sisätilapaikannusohjelmiston valintaan .....	38

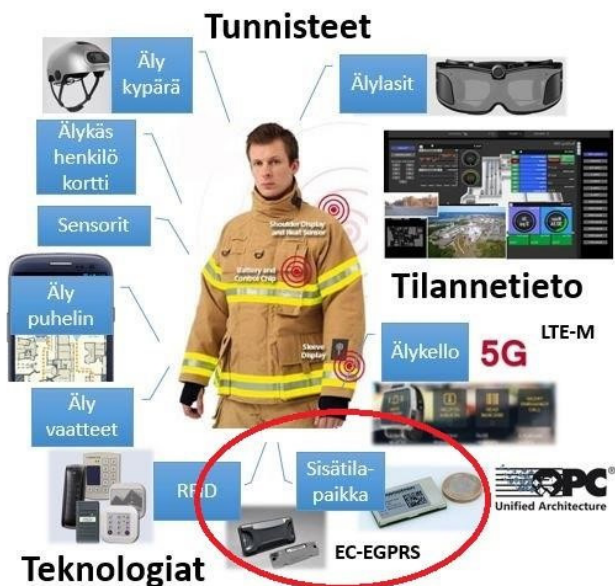
## LÄHTEET

## KUVALÄHTEET

# 1. JOHDANTO

Tässä teknologiakartoituksessa luodaan katsaus erilaisiin sisätilapaikannusjärjestelmiin ja perehdytään niiden toimintaan. Tavoitteena on kartoittaa tällä hetkellä olemassa olevia eri valmistajien sisätilapaikannusjärjestelmiä, selvittää näistä kolme toimivinta vaihtoehtoa sisätilapaikannukseen, ja testata niiden toimintaa.

Biline-hankkeessa luodaan turvallisuuden kokonaiskuva, jossa suuressa roolissa on tieto siitä, missä laitteet ja ihmiset sijaitsevat. Paikkatiedon perusteella voidaan antaa turvallisuusohjeita keskitetysti niille henkilöille, jotka tarvitsevat kyseistä tietoa. Kun henkilö saapuu alueelle, hän saa älylaitteeseensa hälytyksen tarvittavista turvavarusteista tai -toimista. Samoin onnettomuuden sattuessa, toimintaohjeet toimitetaan suoraan niitä tarvitseville paikkatiedon perusteella. Pelastustoimien tukena paikannus antaa tiedon siitä, missä apua tarvitaan, ja voidaan olla varmoja, että onnettomuusalue on tyhjenetty. Tämän selvityksen tarkoitus on kartoittaa parhaat tavat toteuttaa sisätilapaikannus teollisuusympäristössä.



Kuva 1. Sisätilapaikannus on osa Biline tutkimuskenttää. (Biline, Centria AMK, 2017)

Sisätilapaikannusjärjestelmän avulla seurataan alueen henkilömääriä. Samalla rakennuksessa liikkuva yksilö saa tietoa ja apua liikkumiseen alueella. Reittiohjeet ja kartat ovat sisätilapaikannusratkaisujen perustoimintoja. Navigaatio sisätiloissa helpottaa ja nopeuttaa työskentelyä. Vierailijoille navigaatio on erittäin hyödyllinen ja esimerkiksi asiakastytyytyväisyyttä parantava palvelu.

Kokkolan sataman tehdasalueella on lukuisia yrityksiä ja alueella liikkuu päivittäin suuri määrä tulevia ja meneviä työntekijöitä, vierailijoita ja muuta henkilöstöä. Vaaratilanteen tai onnettomuuden tapahtuessa on ensiarvoisen tärkeää tietää millä alueilla on ihmisiä, ja kuinka paljon. Samoin sisätiloissa täytyy tietää missä henkilöt sijaitsevat, jotta vaaratilanteet voidaan hoitaa tehokkaasti. Kun tiedetään, kuinka monta henkilöä esimerkiksi kerroksessa on, voidaan olla varmoja, että kaikki vaarassa olevat henkilöt pelastetaan. Paikannuksessa ei kiinnitetä huomiota yksittäisen henkilön toimiin, vaan kerätään yleiskuva siitä, missä ihmisiä on.

## 2. SISÄTILAPAUKANNUS

Paikannus ulkotiloissa on jo erittäin yleistä käyttäen GPS-tekniikkaa, joka löytyy jokaisesta älypuhelimesta. Navigaattorit ja karttapalvelut ovat arkipäivää kaikille. GPS-paikannus on kuitenkin tehokas tapa ainoastaan ulkotiloissa, ja kun siirrytään sisälle, täytyy käyttöön ottaa muita ratkaisuja. Sisätilapaikannus on haastavaa, koska rakennuksissa on yleensä paljon esteitä, eivätkä perinteiset GPS-signaalit läpäise rakennuksen kattoa ja seiniä. Sisätilapaikannukseen on kehitetty erilaisia tekniikoita, joiden avulla navigoinnin pitäisi olla yhtä helppoa kuin ulkonakin. Paikannukseen käytetään WiFi- tai bluetooth-signaalia, tai erityisesti paikannukseen kehitettyä ultra-wideband -taajuutta. Uusimpina paikannuskeinoina hyödynnetään LED-valojen värähtelyä tai maapallon geomagneettista säteilyä. Haasteena näissäkin tavoissa ovat isätilojen esteet, sekä tarvittava paikannustarkkuus.

Onnistuneen sisätilapaikannuksen tulee täyttää seuraavat ehdot:

- **Tarkkuus.** Sisätilapaikannuksen täytyy olla huomattavasti tarkempaa perinteiseen ulkopaikannukseen verrattuna. Noin 1-5 metrin tarkkuus on välttämätöntä, jotta paikannuksesta sisätiloissa on hyötyä. Sisätiloissa on useita esteitä, kuten seiniä ja käytäviä, joiden seassa paikannuksen tulee toimia. Tämän vaatimuksen täyttämiseksi voidaan käyttää esimerkiksi useita BLE-tageja tarkan tuloksen saamiseksi.
- **Jatkuva päivitys.** Erityisesti navigointiin käytettävissä ratkaisuisissa paikannustietoa tulee kerätä reaaliajassa, jotta paikannuskuva ja todellisuus vastaavat toisiaan, ja käyttö on sujuvaa.
- **Kestävyys.** Paikannuksen pitää toimia luotettavasti vielä vuosienkin päästä asennuksen jälkeen. Toimiva päivitysjärjestelmä helpottaa käyttökokemusta nyt ja tulevaisuudessa.
- **Yhteensopivuus.** Paikannusjärjestelmä toimii minkä tahansa älylaitteen kanssa.
- **Rajoittamaton käyttö.** Mahdollisuus laajentaa paikannettavaa aluetta ja alueella paikannettavien laitteiden määrää. (Senion, a)

Tulevaisuuden toimivat paikannusratkaisut yhdistävät sisä- ja ulkopaikannuksen, tavalla jossa käyttäjä voi liikkua sujuvasti sisältä ulos, ja paikannussovellus seuraa luontevasti mukana. Tällainen ratkaisu on toteutettu esimerkiksi Tampereen yliopiston CityTrack-projektissa, jossa erityisesti pyrittiin kehittämään asiakaskokemusta paikannuksen avulla. Projektissa kehitetty sovellus liittyy sisä- ja ulkopaikannuksen saumattomasti yhteen Tampereen keskustassa. Kyseisessä projektissa sovellukseen kerätään avointa tietoa eri lähteistä: ruuhkatiedot, julkisen liikenteen aikataulut ja vapaat parkkipaikat. (DataBusiness) Vastaava sovellus olisi hyödyllinen teollisuuskäytössäkin. Teollisuudessa kerätään tietokantoja, joita voitaisiin hyödyntää paikkatiedon perusteella entistä laajemmin.

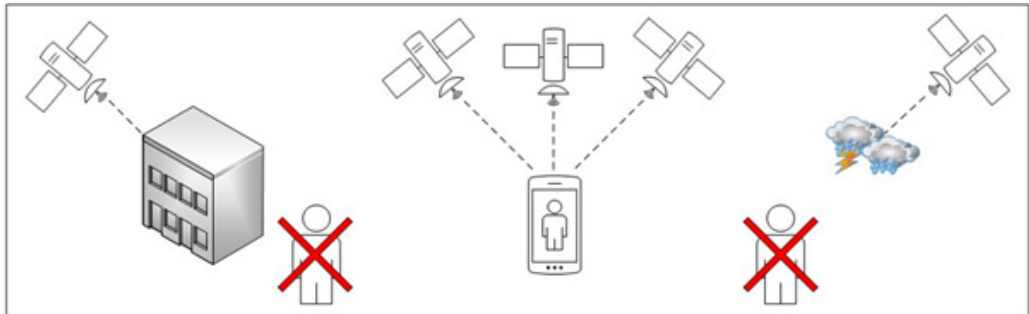
### 3. GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM (GNSS)

Global Navigation Satellite System eli GNSS on yhteinen termi satelliitteja hyväksi käyttävillä paikannusjärjestelmillä. Yleisimpiä GNSS-järjestelmiä ovat mm. GPS, GLONASS, Galileo ja Beidou. GNSS on maapalloa kiertävien satelliittien muodostama verkko noin kahdenkymmenen tuhannen kilometrin korkeudessa. Tässä kappaleessa keskitytään parhaiten tunnettuun, Yhdysvaltojen hallituksen omalle armeijalle kehittämään, Global Positioning System- eli GPS-paikannustekniikkaan. Nykyään GPS on jokaisen vapaasti käytettävissä oleva satelliittipaikannusmenetelmä. (Himanka, M.)

#### 3.1 Mikä on GPS ja miten se toimii

Satelliitit muodostavat tasaisin väliajoin tiedon omasta sijainnista ja nykyisestä ajanhetkestä, ja tämän jälkeen lähettävät tiedon valonnopeudella maapalloa kohti. GPS-laite vastaanottaa satelliitin lähettämän signaalin, ja laskee etäisyyden kyseiseen satelliittiin saamiensa tietojen perusteella. Vastaanotin tarvitsee vähintään kolmen eri satelliitin lähettämät tiedot, minkä jälkeen vastaanotin voi paikantaa käyttäjän käyttämällä kolmilateraatiota, eli kolmiomittausta. (Physics) Paikannuksen jälkeen vastaanotin voi laskea useita muita lisätietoja sijainnin muutoksen perusteella. Näihin tietoihin kuuluvat muun muassa nopeus, suunta, kuljettu matka ja jäljellä oleva matka valittuun kohteeseen. (Garmin)

Paikannuksen tarkkuus vaihtelee riippuen siitä, kuinka monta satelliittia käytetty vastaanotin, esimerkiksi älypuhelin, "näkee" kyseisellä hetkellä, ja onko lähellä esteitä, kuten taloja. GPS-paikannus on yleisesti tarkkaa: henkilö voidaan paikantaa parhaimmillaan viiden metrin tarkkuudella. Tarkkuus kärsii, jos satelliitin signaalin ja paikantimen välissä on esteitä, kuten taloja, puita tai siltoja. Sisätiloissa tai maanalaisissa tiloissa GPS-paikannuksen tarkkuus heikkenee todella paljon. (Gps.gov)



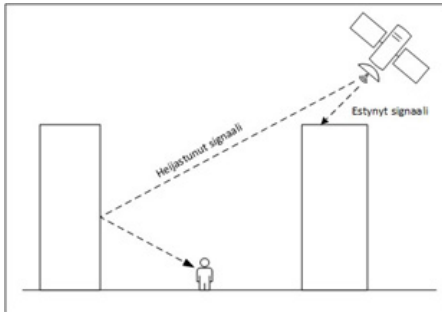
**Kuva 2.** Esteiden vaikutus satelliitti paikannuksessa (Ville Peltola, Centria AMK, 2017)

#### 3.2 GPS-paikannuksen heikkoudet

GPS-signaalit toimivat korkealla taajuudella, (UHF, ultra-high frequency) jonka esteen läpäisyteho on huono. Sisätiloissa signaali heikkenee vahvasti, tai vääristyy sen heijastuessa rakennuksen sisällä kulkiessa, minkä seurauksena paikannuksen tarkkuus heikkenee vahvasti.

Rakennusten rakentamisessa käytetyllä materiaalilla on iso vaikutus GPS-paikannuksen toimintaan. Vastaanottimen ollessa ikkunan lähellä satelliittipaikannus toimii paremmin, sillä satelliitin korkean taajuuden signaali läpäisee lasin paljon helpommin kuin kiinteän materiaalin. (Tech In Our Everyday Life)

GPS-signaalin heijastuminen on suurin syy epätarkkuuteen. Heijastuminen tapahtuu, jos vastaanotin vastaanottaa GPS-signaalin, joka ei ole tullut suoraan satelliitilta vaan sen sijaan heijastunut toisen pinnan kautta. Signaalin saapumisessa on heijastumisen takia kulunut pidempi aika verrattuna siihen, että signaali tulee suoraan vastaanottimeen. Vastaanottimen laskema etäisyys lähettävään satelliittiin vääristyy aiheuttaen paikannuksen tarkkuuden heikentymisen. (Inside GNSS)



**Kuva 3.** Satelliitin signaalin heijastuminen (Ville Peltola, Centria AMK, 2017)

Vastaanottimen tarkkuus vaikuttaa myös paikannuksen tarkkuuteen, sillä vastaanottimen kello ei yleensä ole yhtä tarkka kuin satelliittien käyttämä atomikello. Satelliittien ilmoittama oma sijainti ei ole myöskään aina tarkka, sijainnissa voi esiintyä pientä heittoa. Erilaiset sääilmiöt voivat hidastaa satelliitin signaalin nopeutta, jonka seurauksena signaalin kulkumatka pitenee. GPS:ssä on sisäänrakennettuja virheenkorjausmenetelmiä, joiden avulla pyritään minimoimaan säästä johtuva virheet. (Garmin)



## 4. SISÄTILAPAIKANNUSTEKNIIKAT

Sisätilapaikannukseen on kehitetty muutamia ratkaisuja, jotka hyödyntävät erilaisia signaaleja ja tekniikoita. Tässä kappaleessa esitellään selvityksessä tutkittujen ratkaisuiden käyttämiä tekniikoita. Yleisimmin käytössä ovat WiFi- ja BLE-paikannukset, mutta markkinoilta löytyy myös muita ratkaisuja.

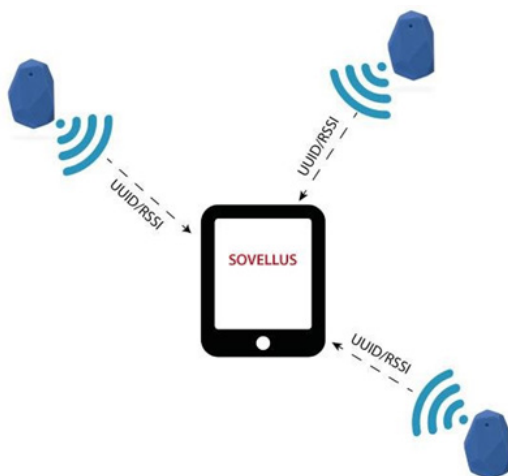
Yleinen ominaisuus lähes kaikissa paikannustekniikoissa on niin sanottu ”geofencing”. Geofence tarkoittaa aluetta, joka määritellään paikannusohjelmistossa, ja johon saapuminen tai poistuminen laukaisee määritellyn tapahtuman, yleensä push-ilmoituksen. Tätä käytetään yleisesti esimerkiksi henkilön saapuessa kaupan läheisyyteen, jolloin hänelle lähetetään push-ilmoituksena tarjouskuponki. Vastaava tekniikka sopii teollisuuskäytössä esimerkiksi turvallisuusohjeiden lähettämiseen saavuttaessa alueelle. Samoin henkilömääriä voidaan seurata eri geofence-alueiden välillä. Erityisesti WiFi- ja BLE-paikannusjärjestelmissä geofence-ominaisuudet ovat yleisiä.

### 4.1 Bluetooth Low Energy -Beaconin toiminta

Bluetooth low energy (BLE) eli matalavirtainen bluetooth-yhteys on beacon-laitteissa käytetty yhteys, joka mahdollistaa pitkän akun keston paikannuslaitteelle. Beacon-laitteet ovat hinnaltaan edullisia. Beacon lähettää BLE-signaalia ympärilleen, johon alueella olevat älylaitteet reagoivat määritellyllä tavalla. Kun älylaite tulee beacon-tagin signaalin kattamalle alueelle, saadaan signaalin voimakkuuden perusteella laskettua paikannustieto kyseisestä laitteesta. Älylaite, jossa on bluetooth-yhteys, tunnistaa beaconin lähettämän signaalin ja sen voimakkuuden. Beaconin paikannustarkkuus on melko tarkka, 1-3 metriä, mutta BLE-signaalin kantama on vain 30 metriä, mikä vaatii useiden beaconeiden käyttöä alueella. Paikannustiedon perusteella voidaan myös lähettää tietoa suoraan älylaitteeseen, esimerkiksi turvallisuusohjeita kyseiselle alueelle saavuttaessa. Beaconin väitetään olevan perinteistä GPS-paikannusta tarkempi, ja sen akun kesto on huomattavasti kilpailijoitaan parempi. Beacon toimii ulkona ja sisällä. (Kontakt.io)

Beacon-laitteita on kahdenlaisia, joista toiset ainoastaan tunnistavat beaconin kantamaan tulevat laitteet, ja tietävät kun laite on kantaman sisällä. Toiset beaconit tunnistavat kantaman sisällä myös, kuinka voimakas signaali on, ja sen avulla voidaan arvioida tarkempi sijainti beaconiin nähden. Tämäkin paikannustapa on kuitenkin melko epätarkka, ja voi kertoa vain onko paikannettava kohde ”lähellä” vai ”kaukana” beaconia, vai täysin kantaman ulkopuolella.

Signaalin voimakkuuden perusteella sijainnin arviointi on haastavaa, koska signaalin heikkous ei välttämättä johdu pidemmästä välimatkasta, sillä signaali heikentyy, jos kohteen ja beaconin välissä on esimerkiksi pilari tai toinen ihminen. (Electronic Design, a)



**Kuva 4.** Älylaite mittaa beaconeiden signaalien voimakkuuksia, ja laskee sijainnin. (Leena Toivanen, Centria AMK, 2017.)

Beacon-laitteiden haasteena on niiden herkkyys ympäristön aiheuttamille häiriöille. BLE-yhteys ei läpäise helposti seiniä, henkilöitä tai muita esteitä. Onnistuneen paikannuksen varmistamiseksi laitteen ja beaconin välin tulee olla esteetön. Esteeksi muodostuu, jos henkilö kääntyy pois beaconista, sillä signaali ei läpäise ihmistä. Samoin elektromagneettiset säteilyt, esimerkiksi generaattorin aiheuttama säteily, häiritsevät BLE-signaalin lähetystä. Tietenkin älylaitteiden bluetooth-signaalin voimakkuus vaihtelee laitekohtaisesti, mikä voi aiheuttaa ongelmia, jos paikannettavan älylaitteen signaalin voimakkuutta ei ole tarkistettu. Useimmissa rakennuksissa on alueita, joihin BLE-beaconeita ei saa sijoitettua parhaimman paikannustuloksen saavuttamiseksi. Kuitenkin beaconin vahvuus on sen helppo siirtäminen tarvittavaan paikkaan. Beacon-verkosta voidaan helposti muokata; sen ensiasennus ei ole lopullinen ratkaisu. Järjestelmän tueksi kehitetyn ohjelmiston kannattaa lukea muita saatavilla olevia tietoja, esimerkiksi WiFi-signaalin sormenjälkeä, kompassin suuntaa ja kiihtyvyyttä täydentääkseen beaconin paikannustarkkuuden tarvittavalle tasolle. (Connexient, a)

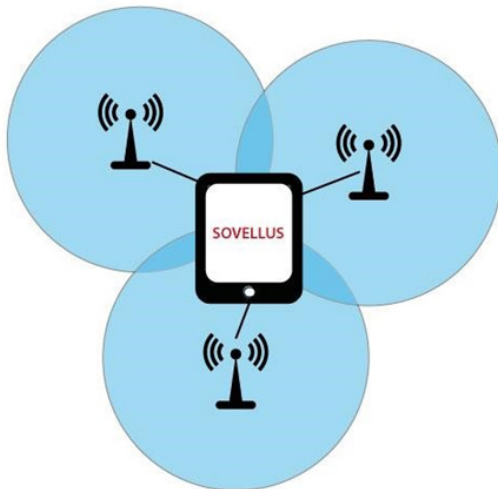
Beaconeilla voidaan paikannuksen lisäksi luoda kattava navigaatio-ohjelmisto, joka toimii perinteisten navigaattoreiden tapaan, mutta sisätiloissa. Rakennukseen asetetaan beacon-verkosto. Lisäksi järjestelmään luodaan ohjelmisto, jossa voidaan katsella koko rakennuksen pohjakarttaa älylaitteen näytöllä. Henkilön liikkua beaconit seuraavat reittiä, ja antavat kulkuohjeet haluttuun paikkaan. Jos henkilö eksyy, ohjelmisto antaa korjaavat ohjeet sijainnin perusteella. (Kontakt.io)

BLE-beaconeiden asennuksessa tulee huomioida rakennuksen esteet, ja asettaa beaconit niin lähelle toisiaan, että laitteiden signaalit kulkevat päällekkäin, mahdollistaen kolmiomittauksen. Asetteluun vaikuttavat huomattavasti rakennuksen muoto, seinät ja muut esteet. Laitteiden lyhyt lähetysintervalli lyhentää paikannuksen viivettä. Sisätilapaikannusratkaisujen tarjoajia ja yritysten omia beacon-laitteita on hurja määrä, mutta tunnetuimmat beaconit ovat Applen kehittämä iBeacon ja Googlen Eddystone. Beaconit toimivatkin iOS- ja Android-järjestelmissä, toisin kuin esimerkiksi WiFi-paikannus, joka on mahdollista ainoastaan Android-laitteilla.

#### 4.2 Paikantaminen WiFi-signaalin perusteella

Paikantaminen WiFi-signaalin perusteella on toimiva menetelmä alueilla, joilla on käytössä WiFi-tukiasemia. Useimmat julkiset rakennukset käyttävät WiFi-verkkoa, samoin esimerkiksi kaupan kassajärjestelmät ja älylaitteet toimivat WiFi-tukiasemina, joita voidaan hyödyntää paikantamisessa. Paikannus tapahtuu, kun älypuhelimien WiFi-yhteysominaisuus on päällä. Tämä paikannustapa toimii ainoastaan Android-laitteilla. iOS-laitteita ei voi paikantaa järjestelmän rajoitusten vuoksi. Kun WiFi on puhelimessa päällä, puhelin tunnistaa alueen WiFi-signaalit, ja niiden voimakkuuden, vaikka yhteyttä ei luotaisi. Laitteeseen tulee olla asennettuna paikannukseen tarkoitettu sovellus. Tukiasema lähettää RSSI:n, eli signaalin voimakkuustiedon ja MAC-osoitteen (Media Access Control, yksilöllinen tunniste), joiden perusteella voidaan laskea paikannettavan älypuhelimien sijainti. Tätä kutsutaan sormenjälkeistämiseksi (fingerprinting).

Paikannuksen tarkkuus riippuu saatavilla olevien tukiasemien määrästä ja rakennuksen muodosta. Seinät, rakenteet ja käytävät vaikeuttavat paikantamista, sillä signaali ei läpäise esteitä hyvin. Tavallinen paikannustarkkuus on 5-15 metriä. Parhaassa tapauksessa signaali kattaa 150 metrin alueen, mutta WiFi-signaali on kehitetty ensisijaisesti tiedon siirtoon, joten tukiasemien asettelussa ei yleensä ole huomioitu paikannuksen tarpeita. Useimmiten WiFi-paikannuksen tukena käytetään muita puhelimen sensoreita. WiFi-tukiasemia käytetään kuitenkin jatkuvasti enemmän, mikä parantaa kyseisen paikannustavan toimintavarmuutta. (Infsoft, a)



**Kuva 5.** Paikantaminen WiFi-signaalien perusteella (Leena Toivanen, Centria AMK, 2017)

Samoin kuin beacon-paikannusta käytettäessä, paikantaminen signaalin voimakkuuden perusteella ei ole ongelmaton. Paikannus perustuu ajatukseen, että signaali heikkenee, kun välimatka tukiasemaan kasvaa. Signaali heikkenee kuitenkin myös, jos sen kulkureitillä on esteitä, kuten seiniä, pilareita tai muita rakenteita. Silloin laite paikantuu kauemmas tukiasemasta, vaikka todellisuudessa se on lähellä, mutta kohteen ja tukiaseman välissä on este. Tämän haasteen selvittämiseksi on kehitetty erilaisia tapoja laskea paikka signaalin kulkunopeuden (time of flight) ja saapumisajan (time of arrival) perusteella. Nämä ovat kuitenkin haastavia tapoja, joihin tarvitaan erikoislaitteita ja monimutkaista ohjelmointityötä. (Electronic Design, b)

WiFi-tukiasemien paikkatietoa kerätään Googlen toimesta vuodesta 2007 alkaen. Googlen WiFi-tietokantaan kerätään tukiasemien laite- ja paikkatietoja Android-laitteilla ja Street View-

autojen kierroksilla ympäri maailmaa. Kun laite havaitsee WiFi-verkon, laite lähettää Googlen tietokantaan tukiaseman BSSID/MAC –osoitteen, signaalin voimakkuuden ja GPSkoordinaatit. Näiden tietojen perusteella voidaan hakea kyseisen WiFi-tukiaseman sijainti katuosoitteen tarkkuudella. (The Huffington Post) Googlen tietokantaa voidaan käyttää sisätilapaikannuksessa hyödyksi, jolloin järjestelmä hakee paikkatiedon suoraan Googlen tietokannasta, eikä käyttäjän tarvitse itse konfiguroida järjestelmää käyttämään rakennuksen omia tukiasemia. Käyttöönotto on silloin erittäin nopeaa. Googlen tietokanta on erittäin laaja, mutta haasteeksi muodostuu tukiasemien siirtyminen ja käytöstä poistaminen, jolloin tietokannan tiedot eivät ole ajan tasalla. Tietokannasta ei välttämättä löydy kaikkia rakennuksen tukiasemia, mikä osaltaan heikentää paikannustulosta.

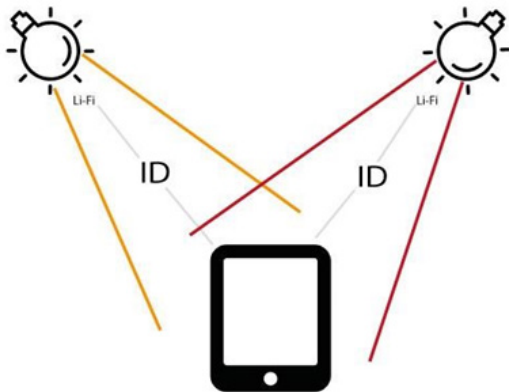
WiFi-paikannuksen vahvuus on sen kohtuullisen helppo käyttöönotto, sillä paikannukseen voidaan hyödyntää olemassa olevia tukiasemia. Kun käyttäjällä on paikannussovellus, WiFi-yhteyttä ei tarvitse erikseen luoda. Paikannustarkkuus on kuitenkin heikompi verrattuna BLE-beacon-paikannukseen. WiFi-paikannus ei toimi iOS-laitteilla, mikä voi olla ongelmallista, jos paikannettavien laitteiden järjestelmää ei tiedetä. (Infsoft, a)

### 4.3 Geomagneettinen paikannus

Geomagneettinen paikannus perustuu Maan muodostamaan geomagneettiseen säteilyyn, johon vaikuttavat erilaiset magneettiset kohteet, kuten teräs- ja metallirakenteet. Sisätilapaikannuksessa luodaan geomagneettinen karttakuva rakennuksesta. Geomagneettinen paikannus on tarkkaa verrattuna muihin paikannustapoihin, koska kaikki rakennuksen metallirakenteet ja –esineet tarkentavat paikannustulosta. Jopa sähköjohdot vaikuttavat paikannustulokseen. Tavallinen paikannustarkkuus on noin metri. Magneettinen säteily on erittäin vakaata verrattuna esimerkiksi WiFi-signaalin lähetystasoon. Järjestelmä paikantaa henkilön lähtö- ja päätepisteen sekä reitin, kun sovellus on käytössä.

Kun geomagneettinen paikannus otetaan käyttöön, kyseinen rakennus skannataan sovellusta käyttäen. Kun magneettikentän voimakkuudet on kerätty rakennuksesta, voidaan paikannus ottaa käyttöön. Paikannuksen apuna hyödynnetään puhelimen sensoreita ja kompassia. Tämä paikannustapa tukee Android- ja iOS-järjestelmiä. Samoin tämän paikannuksen rinnalla voidaan käyttää WiFi- ja GPS-paikannusta, jotka löytyvät myös älypuhelimesta valmiina. Jos rakennuksessa tapahtuu muutoksia, esimerkiksi remontti, skannaus pitää suorittaa uudestaan. (EE Times) Tämän vuoksi käyttö ei välttämättä sovi teollisuusympäristöihin, joissa siirretään suuria teräslaitteita ja käytetään isoja koneita, jotka voivat aiheuttaa häiriöitä ja muutoksia magneettikenttään.

#### 4.4 Visible Light Communication -paikannus



**Kuva 6.** Sovellus tunnistaa älyvalojen yksilöllisen värähtelyn. (Leena Toivanen, Centria AMK, 2017)

Visible light communication (VLC) on uudenlainen, markkinoille vasta saapunut paikannustapa, joka perustuu lamppujen värisevään valoon. Jokainen VLC-lamppu loistaa omalla tavallaan värähdellen eri nopeudella, jota ei ihmissilmällä havaitse. Älypuhelimien kamera tai erityisesti tähän käyttöön kehitetty tunnistin tunnistaa eri lamppujen värähtelyn ja valon tulokulman, jonka perusteella paikannus suoritetaan. Älylaitteeseen luodaan tähän tarkoitettu sovellus, joka sisältää rakennuksen karttakuvan, johon on merkitty lamppujen "identiteetti", eli valon värähtelytaajuus. Tämän tiedon perusteella voidaan kartoittaa laitteen sijainti. VLC:n paikannustarkkuus on alle metri ja kantama noin kahdeksan metriä.

Järjestelmä vaatii uusien, paikannukseen tarkoitettujen LED-lamppujen asennuksen, minkä vuoksi se voi olla kallis ottaa käyttöön, jos rakennuksen valaistus on jo olemassa. (Infsoft, b)

Kyseisten lamppujen käyttö kuitenkin vähentää sähkö- ja huoltokuluja. VLC-paikannus sopii ainoastaan sisätiloihin, sillä ulkopuoliset valonlähteet, kuten auringon valo tai perinteiset lamput aiheuttavat häiriöitä paikannuksessa. (Globe Newswire)

VLC-tekniikka on tutkituista paikannustavoista uusin. Samaa tekniikkaa ollaan kehitetty myös internet-yhteyden luomiseen. Se sopii hyvin sisäisen verkon käyttöön, sillä tiedonsiirto on erittäin nopeaa ja verkko on turvallinen. Valaistukseen integroitu paikannus on myös huomaamaton ja luonnollinen osa rakennusta, ja lamppujen asettelu paikannuksen tarpeisiin on helppoa, sillä yleensä kaikki alueet rakennuksessa ovat valaistuja. Signaali voidaan myös helposti rajata sammuttamalla lamppu. VLC ei kuluta paljon virtaa energiatehokkaiden LEDlamppujen vuoksi, eikä tarvitse erillistä virran lähdettä. Kuitenkin älypuhelimien kameran käyttö kuluttaa puhelimen akun nopeasti. (Infsoft, b)

Valon avulla paikantamisen haaste on tunnistimen toteuttaminen niin, että se saa jatkuvan valosignaalin. Älylaitteen kameran tai muun tunnistimen linssin täytyy olla koko ajan avoin valon lähteelle. Puhelinta ei siis voi laittaa taskuun, ja paikannus katkeaa, jos käyttäjä vahingossa peittää linssin esimerkiksi kädellään. Teollisuudessa tunnistimen voi asentaa esimerkiksi kypärään, jossa yhteys pysyy vapaana kohtuullisen hyvin.

#### 4.5 Ultra-Wideband -Beacon -paikannus

Ultra-wideband (UWB) –beacon –paikannus on kehitetty erityisesti teollisuuden paikannuksen tarpeisiin. Se eroaa yleisesti kuluttajakäytössä olevista WiFi- ja BLE- paikannuksista, sen käyttämän lyhyen kantaman radioaallon vuoksi. Tämän takia UWB-paikannus vaatii kilpailijoitaan suuremman käyttöönottoyon, ja erikoislaitteiston vuoksi, se on kilpailijoitaan kalliimpi. Kuitenkin itsenäisesti toimiva UWB-paikannus tarjoaa kilpailijoitaan tarkemman paikannustuloksen, 10-30 senttimetriä. Myös yhteyden viive on matalampi kuin WiFin ja BLEsignaalin. Matala taajuus läpäisee hyvin esteitä, kuten seiniä ja ihmisiä, ja on siksi luotettava tapa paikantaa.

UWB-paikannus käyttää todella leveää taajuuskaistaa, jonka kaistanleveys on vähintään 500 megahertsiä. Tällä kaistanleveydellä häiriöiden määrä on erittäin vähäinen ja kantavuus 10150 metriä. Paikannus lasketaan signaalin siirtymisajan perusteella lähettimeltä vastaanottimelle. Parhaimman paikannustarkkuuden saavuttaminen vaatii vähintään kolmen lähettimen signaalin suorittaakseen kolmiomittauksen. Paikannettavalla kohteella on paristolla toimiva tagi, joka lähettää tietonsa beacon-vastaanottimeen. Lähetettyihin tietoihin kuuluvat muun muassa oma tunnistus, signaalin kulkuaika ja nykyinen ajanhetki. Sijainti saadaan laskettua, kun tiedetään missä beacon sijaitsee, ja kuinka kauan signaalin kulku beaconilta tagille kestää. Yhdistämällä kolmen eri beaconin havaitsemat tiedot saavutetaan 10 – 30 senttimetrin tarkkuus. (Infsoft, c)

Järjestelmä toimii ainoastaan siihen tarkoitetuilla laitteilla: beacon-vastaanottimilla ja paikannettavilla tageilla. Tavallisten älypuhelinien paikannus ei ole tällä tekniikalla yleensä mahdollista, sillä UWB-piiriä ei löydy kaupallisesti hankittavista älypuhelimista. Piiri on mahdollista asentaa puhelimeen itse. Tämän vuoksi järjestelmä toimii vain alueilla, joissa paikannetaan määrättyjä henkilöitä, jotka kantavat tageja mukanaan. UWB-paikannus sopii hyvin esimerkiksi teollisuusympäristöön, jossa paikannetaan työntekijöitä, mutta yleisissä tiloissa, joissa on tarkoitus paikantaa asiakkaita, järjestelmä ei toimi. Käyttökohteiksi eivät siis sovellu esimerkiksi sairaalat tai kauppakeskukset.

## 5. TUTKITTAVAT SISÄTILAPAIKANNUSTUOTTEET

Tähän selvitykseen valittiin tutkittavaksi sisätilapaikannusratkaisuja, jotka ovat yleisesti markkinoilla, ja hyödyntävät erilaisia paikannustekniikoita. Tutkittavaksi valittiin niin markkinoilla pitkään toimineita, hyvin tunnettuja toimijoita, kuin uusia ja innovatiivisia markkinoille vasta saapuvia palveluntarjoajia. Tarkoitus on luoda yleiskatsaus sisätilapaikannustuotteista tällä hetkellä.

### 5.1 Philips Yellowdot

Philips Yellowdot on selvityksen ainoa VLC-tekniikkaan perustuva paikannusjärjestelmä. Kyseisen paikannusjärjestelmän luvattu tarkkuus on puoli metriä, joskin onnistunut paikannus vaatii jatkuvan yhteyden tunnistimen ja valon välillä. Tunnistimena käytetään esimerkiksi älypuhelimien kameraa. Kamera ottaa vastaan valon värähtelytietoa, ja puhelimeen asennettu sovellus tunnistaa värähtelyn perusteella, mistä lampusta valo tulee, ja sitä kautta paikantaa käyttäjän.

Järjestelmän vahvuus on sen huomaamaton ja luonteva asennus normaalivalaistuksen yhteyteen. Valaistus myös kattaa yleensä koko alueen automaattisesti. Järjestelmän käyttöönotto on kuitenkin haastavaa, sillä paikannukseen sopii ainoastaan Philipsin paikannukseen tarkoitettut lamput, joihin on integroitu paikannusajuri. Philips tarjoaa ajureita myös muille lamppuvalmistajille, jos heillä on Philipsin "Yellow Dot" –sertifikaatti. (Philips, a) Tämän vuoksi alkuasennus on työlästä ja hintavaakin. Uuteen rakennukseen järjestelmä on helpompi ottaa käyttöön, kun valaistus voidaan heti toteuttaa paikannuslampuilla.

Haasteen asettaa myös paikannuksen jatkuva onnistuminen, kun tunnistimen pitää olla jatkuvassa näköyhteydessä valon kanssa. Philips ehdottaa paikannuksen käyttökohteeksi esimerkiksi kauppaa, jossa asiakas käyttää sovellusta ostoskierroksen yhteydessä. Kyseisessä tapauksessa paikannussovellukseen on luotu interaktiivisia toimintoja, jotka esimerkiksi ohjaavat asiakkaan ostoslistansa tuotteiden luo, antavat tuotetietoja tai vastaavat asiakkaan kysymyksiin. (Philips, b) Näiden toimintojen kautta asiakas käyttää puhelinta jatkuvasti, jolloin paikannusyhteyskin pysyy auki. Tämä onkin VLC-paikannukselle sopiva käyttökohde. Kuitenkin, tekniikka vaikuttaa epävarmalta teollisuuskäytössä, jossa vaaditaan luotettavaa ja jatkuvaa paikannusta, ilman paikannettavan aktiivista osallistumista prosessiin. Älypuhelimien kamera peittyä helposti kädellä, eikä puhelinta voi laittaa taskuun ilman paikannusyhteyden menettämistä. Mahdollinen ratkaisu on asettaa valon tunnistin kypärään, joskin sekään ei ole täysin luotettava tapa.

### 5.2 MapsIndoors

MapsPeople on kehittänyt MapsIndoors-ratkaisun, jonka tarkoitus on tehdä navigoinnista sujuvaa sisä- ja ulkotilojen välillä. MapsIndoors on osa Googlea, joten se toimii vahvasti integroituna Googlen muiden sovellusten, kuten Google Mapsin kanssa. MapsPeople onkin Googlen läheinen yhteistyökumppani, ja tarjoaa Google Mapsin kehityspalveluita ja –lisenssejä. (MapsPeople, a) Sovellus on täysin ohjelmistopohjainen, ja toimii hyödyntäen WiFi-, Bluetooth LE – ja geomagneettista paikannusta. Paikannustarkkuus riippuu käytetyistä paikannustekniikoista. (MapsPeople, b)

MapsIndoors-palvelun kerrotaan olevan helppokäyttöinen, kuten Googlen pohjautuvat ratkaisut usein ovat. Kartoitettavaa aluetta hallitaan MapsIndoors Content Management System

(CMS) –järjestelmällä, joka on täysin pilvipalveluihin pohjautuva järjestelmä, eikä vaadi asennuksia tietokoneelle. Järjestelmää on helppo käyttää isojen ja pienten muutosten tekoon.

CMS:n avulla voi esimerkiksi lisätä pisteitä, joiden avulla navigointi helpottuu käyttäjälle, valokuvia alueista sekä poistaa alueita käytöstä. Järjestelmän avulla hallinnoidaan myös käytettäviä paikannustapoja. Jos käytössä on Bluetooth BLE tai WiFi, voidaan järjestelmä ohjata lähettämään push-ilmoituksia määrätyille alueille. CMS-järjestelmän kerrotaan olevan intuitiivinen, ja sen käyttö onnistuu ilman ohjelmointia ja koulutusta. (MapsPeople, c)

MapsIndoors-järjestelmän vahvuus on sen helppo ja tutun olinen, Google Mapsiin pohjautuva käyttöliittymä. Järjestelmä on suunniteltu sopimaan monenlaisiin tiloihin ja tarpeisiin, ja siksi siihen sisältyykin kolme erilaista paikannustekniikkaa. MapsIndoorsilla on paljon käyttökohteita, kuten kauppakeskukset, sairaalat, lentokentät ja toimistorakennukset. Kuitenkin, käyttökohteet ovat asiakaslähtöisiä, eli sovellus on suunniteltu erityisesti tilassa vierailevan asiakkaan käyttöön ja hyödyksi. Teollisuusalueella paikannuksen tarpeet eroavat joiltain osin paljonkin kaupallisista tarpeista. MapsIndoors ei tarjoa erityisesti teollisuuskäyttöön soveltuvia palveluita, mikä voi joissain tilanteissa olla haasteellista. Kuitenkin monipuolinen järjestelmä antaa toimintamahdollisuuksia haastavassakin ympäristössä. Huomioitavaa on myös MapsIndoorsin tehokas muuntautuminen sisä- ja ulkopaikannuksen välillä. Tämä voi olla erityisen hyödyllistä, jos alueella on useita rakennuksia, joiden välillä täytyy navigoida.

MapsIndoors-järjestelmälle ei ole saatavilla testisovellusta. Jos järjestelmä halutaan ottaa käyttöön, alue tullaan kartoittamaan MapsPeoplen puolesta. He suunnittelevat parhaan mahdollisen paikannusjärjestelmän alueelle. Tiivis, asiakaskohtainen yhteistyö tekee ratkaisun käytöstä jossain määrin helpompaa, joskin järjestelmään tulee sitoutua kilpailijoita enemmän alusta alkaen. Vahvan Google-yhteistyön ja ammattimaisen ilmeen ja asiakaspalvelun vuoksi MapsIndoors vaikuttaa uotettavalta palveluntarjoajalta.

### 5.3 BlooLoc yooBee

YooBee on Bluetooth BLE –signaalilla kommunikoiviin beacon-laitteisiin perustuva paikannustapa. YooBee paikantaa kohteen sekunnin välein, ja seuraa myös kohteen kulkusuuntaa. Järjestelmällä voidaan saavuttaa noin metrin paikannustarkkuus, jos pakettiin kuuluvat laitteet on asennettu oikein. Asennuksen kerrotaan olevan helppoa ja nopeaa. Järjestelmään kuuluu tukiasema, joka kattaa 400-500 neliömetrin alueen. Alueelle asennetaan beacon-laitteita jokaista 25-30 neliömetrin aluetta kohti. Lisäksi yooBee-pakettiin kuuluu tageja, joita paikannettava henkilö kantaa mukanaan. Järjestelmä paikantaa joko tagin tai älypuhelimien, johon on asennettu yooBee-sovellus. Jos paikannetaan ainoastaan älypuhelimia, tukiasemaa ei tarvita. Bluetooth BLE –yhteyden lisäksi yooBee hyödyntää älypuhelimien omia sensoreita paikannuksen apuna.

Älylaitteita voidaan paikantaa aktiivisesti tai passiivisesti. Paikannuksessa lähetetään beaconin RSSI-tieto, eli signaalin vahvuus, sekunnin välein. Signaalin vahvuuden apuna lähetetään myös puhelimen anturitiedot 3G tai 4G –yhteyden avulla pilvipalveluun. YooBee-palvelin asettaa lähetetyn tiedon perusteella laitteen alueen pohjapiirrokselle, ja laskee älypuhelimien asennon ja suunnan. Tämä on epäsuoraa eli passiivista paikannusta.

Suora paikannus toimii vastaavalla tavalla, mutta palvelin lähettää alueen pohjapiirroksen suoraan älylaitteelle, joka laskee itse oman sijaintinsa kartalle. Järjestelmän vahvuus on, että käyttäjä voi valita haluaako asettaa paikannussuorituksen älylaitteeseen itseensä vai palvelimelle.



Kun paikannetaan beacon-laitteen ja tagien avulla, tagi mittaa beaconeilta saadun RSSI-signaalin vahvuuden ja sisäiset sensoritietonsa sekunnin välein. Tieto lähtee tageilta beaconeiden kautta palvelimelle, joka laskee kohteen sijainnin. (BlooLoc, a) Tagit ovat pienikokoisia, vedenkestäviä ja pattereilla toimivia laitteita, joissa on led-valo ja nappi viestin lähetyksiä varten.

Tagissa on liikkeen tunnistava sensori, joka aktivoi tagin; muuten se on passiivisessa ”uni”-tilassa, mikä pidentää pariston kestoja. Napin painalluksella voidaan esimerkiksi hälyttää apua, ja valon syttyessä tiedetään, että viesti on vastaanotettu. Lisäksi tagissa on NFC-yhteys, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi kulunvalvonnassa. (BlooLoc, b)

YooBee-paikannusta voi testata virtuaalisessa muodossa ennen investointipäätöstä. Aloituspaketti sisältää tukiaseman, 15 beaconia, kolme tagia ja kiinnikkeitä laitteille sekä vuoden pääsyn pilvipalveluun. Lisäksi palvelusta maksetaan vuosittain käyttömäärän perusteella. (BlooLoc, c)

YooBee-paikannus vaikuttaa luotettavalta ratkaisulta teollisuuskäyttöön, ja sitä onkin käytetty esimerkiksi varaston sisätilapaikannukseen. Konkreettisten paikannuslaitteiden, kuten beaconeiden käyttö, on luotettava ratkaisu, sillä laitteet ovat suunniteltu juuri kyseiseen tarkoitukseen. Laitteen suorituskykyä ja lähettämää signaalia ei rasiteta muilla toiminnoilla, kuten esimerkiksi WiFi-paikannuksessa, jossa samaa signaalia käytetään tiedonsiirtoon. Laitteet lisäävät aina jossain määrin järjestelmän kustannuksia. Kuitenkin juuri kyseiseen käyttötarkoitukseen suunniteltu laite lisää käyttövarmuutta. Järjestelmän käyttöönotto on hieman haastavampaa kuin ohjelmistopohjaisen järjestelmän. YooBee lupaa asennuksen sujuvan helposti ja nopeasti. Onnistuneessa paikannuksessa tukiasema on asetettu beaconeiden keskelle, ja beaconit tasaisin välimatkoin. Asennustyön ja laitteiden määrään vaikuttaa tietenkin paikannettavan alueen koko, kuten muissakin paikannusratkaisuissa.

#### 5.4 Enkom Active

Enkom Activen PNI SENtral -paikannusratkaisu koostuu yhdestä komponentista, joka hyödyntää PDR (Pedestrian Dead Reckoning) -paikannustekniikkaa. PDR-paikannus perustuu täysin kohteen liikkeen seurantaan älylaitteen antureilla, eikä tietoa kerätä ulkopuolisista lähteistä. Tieto tuodaan karttapohjalle käyttäjän ilmoittaman aloituspisteen perusteella. PDR-paikannuksen vuoksi järjestelmä ei tarvitse muita tekniikoita avustamaan paikannuksessa, vaan järjestelmä lupaa alle metrin paikannustarkkuuden itsenäisesti. Komponentti mittaa yhdeksän akselin anturitietoja (3D-gyro, 3D-kiikkyvyys ja 3D-kompassi). Lisäksi kävelyn tunnistus –ominaisuus tuo entistä tarkemman paikannustuloksen sisätiloissa. (Enkom Active) Kun paikannusjärjestelmä ei käytä ulkopuolisia signaaleja, kuten GPS, Bluetooth BLE tai WiFi-signaalia, se on erittäin kestävä häiriöisessä ympäristössä. Komponenttia voidaan kantaa mukana tagin taaraan, tai se voidaan asentaa esimerkiksi älypuhelimien. Laite seuraa kohteen kulkeman reitin, kun sille kerrotaan paikannuksen aloituspiste. (Markkula, A)

PNI SENtral –ratkaisun heikkous on, ettei se automaattisesti paikanna kohdetta, vaan käyttäjän täytyy itse ilmoittaa järjestelmään, kun paikannus halutaan aloittaa, ja mistä se aloitetaan. Kun paikannus on aloitettu, se on kuitenkin luotettava ja tarkka haastavassakin ympäristössä. Enkom Activen komponentti on sopiva monenlaisiin kohteisiin, mutta vaatii käyttöönotto-työtä, sillä komponenttia ei voi kuljettaa yksinään, vaan se tarvitsee ”kuoren”, esimerkiksi puhelimen, suojakseen. Lisäksi tarvitaan ohjelmointitaitoja, jotta komponentin tuottama tieto saadaan muutettua ymmärrettävään muotoon esimerkiksi rakennuksen karttapohjalle.

## 5.5 GloPos Mobile Positioning

GloPos on mielenkiintoinen paikannusratkaisu, sillä se käyttää ainoastaan kännykkäverkkoa paikannuksen toteutukseen. Kännykkäverkko on yleisesti koettu haastavaksi tekniikaksi paikannukseen sen erittäin laajojen kantamien vuoksi, jolloin paikannustarkkuus jää erittäin heikoksi. GloPos on kuitenkin kehittänyt järjestelmän, joka aidoissa käyttöympäristöissä, kuten ostoskeskuksessa, on saavuttanut noin 2-5 metrin paikannustarkkuuden, riippuen käytetystä signaalista. Paikannuksessa hyödynnettäviä signaaleja ovat 2G, 3G, 4G/LTE ja WiFi, joista viimeinen mahdollistaa yksin käytettynä parhaan paikannustarkkuuden. GloPos-paikannusjärjestelmä laskee kohteen sijainnin kännykkäverkon solujen muodon ja kattavuuden ja monien muiden parametrien avulla. Järjestelmä sisältää paljon monimutkaisia algoritmeja, joiden avulla paikannustarkkuus on pyritty kehittämään mahdollisimman tarkaksi pelkän matkapuhelinverkon avulla. Kerätyn tiedon avulla luodaan itseoppiva paikannuksen arvioinnin järjestelmä. (GPS Business News)

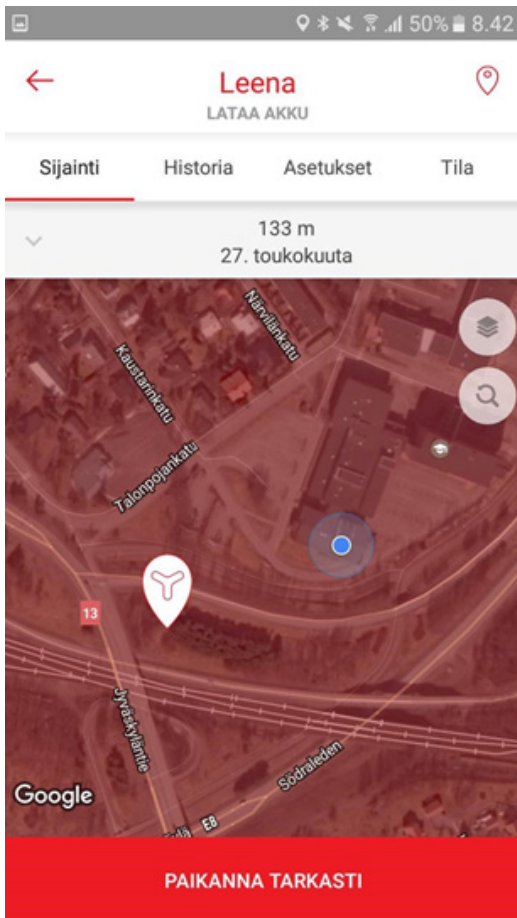
Paikannustekniikan hyödyntäessä perinteistä mobiiliverkkoa, se ei vaadi muita laitteita, kuten tageja, paikantamiseen. Lisäksi tekniikalla on mahdollista paikantaa niin sanottuja perinteisiä matkapuhelimia, joissa ei ole älyominaisuuksia, sillä paikannukseen käytetään perinteistä matkapuhelinverkkoa. Kuitenkin WiFi-yhteyden avulla paikannustarkkuus paranee, ja kerrosten tunnistus on mahdollista. Paikannus toimii haastavissakin olosuhteissa, kunhan puhelinverkkoyhteys on olemassa.

Glopos-järjestelmän käytöstä ei ole vielä paljoakaan käyttökokemuksia aidoissa ympäristöissä; käyttöä on testattu pienessä mittakaavassa ja testiympäristöissä. Järjestelmää on testattu kahdessa ostoskeskuksessa Suomessa ja Kiinassa yrityksen oman työntekijän toimesta. (Glopos) Paikannustekniikka vaikuttaa olevan vielä kehitysvaiheessa, eikä se ole vielä kaupallisesti saatavilla.

## 5.6 Yepzon Freedom / One / Coco

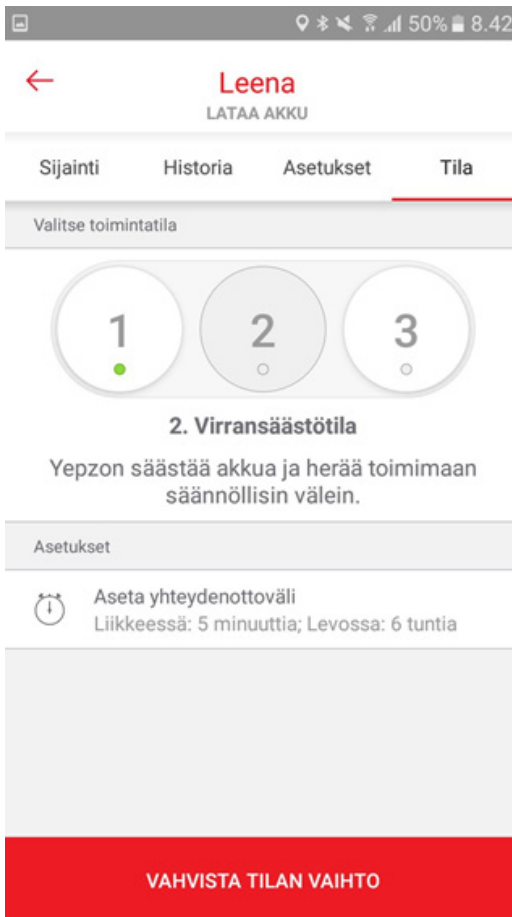
Yepzon on suomalainen yritys, joka tarjoaa kolme paikannustuotetta; Freedom-, One- ja Cocolaitteet. Kaikki laitteet toimivat sisä- ja ulkotiloissa. One on yksinkertainen laite, joka paikantaa kohteen GPS-signaalin avulla. Itse tagi on pienikokoinen, ja voidaan kiinnittää helposti minne vaan. Tagissa ei ole nappeja eikä muita toimintoja. Tagia seurataan puhelinsovelluksen avulla. Se soveltuu parhaiten ulkopaikannukseen GPS-paikannuksen vuoksi. (Yepzon, a)

Freedom on Yepzonin mielenkiintoinen laite, sillä siinä useita ominaisuuksia, jotka mahdollistavat sisätilapaikannuksen ja hälytystoiminnot. Tagi on pienikokoinen, ja sisältää valmiiksi asennetun SIM-kortin. Laitteen käyttökustannus on tällä hetkellä 4,95€/5MB, mikä vastaa noin kuukauden käyttöä oletusasetuksilla. Ensimmäiset 5MB on ilmaista. Tagi paikannetaan puhelinsovelluksen avulla, joka toimii Android- ja iOS-älylaitteilla. Tagi ja puhelin muodostavat laiteparin, jonka jälkeen tagia on helppo seurata. Laitepari muodostetaan ainoastaan yhden älylaitteen ja tagin välille. Tarvittaessa käyttöoikeuden voi jakaa, jolloin tagin voi paikantaa useammalla älylaitteella. Freedom hyödyntää WiFi-, GSM Cell ID-, 3G- ja GPS-signaalia, ja sen luvataan toimivan kaikkialla, missä on GSM-verkko. Paikannuksen lisäksi tagin nappia painamalla voidaan lähettää hälytysviesti. Näin paikannettava kohde löydetään heti puhelinsovelluksen avulla, ja hätään voidaan reagoida. (Yepzon, b)



**Kuva 7.** Yepzon-karttanäkymä (Yepzon-sovellus, 2017)

Paikannus tapahtuu ainoastaan, kun sovelluksen käyttäjä antaa paikannuskäskyn. Tagi kuitenkin lähettää paikkatietonsa pilvipalveluun itsemääritellyn päivitysvälin mukaisesti. Kun paikannuskäsky annetaan, tieto saadaan, kun seuraava päivitys tapahtuu. Päivitysväli vaikuttaa laitteen akunkestoön. Laitteeseen on asetettu "levossa"-tila, joka aktivoituu, kun laite ei ole liikkunut 20 minuuttiin. Laite "herää" automaattisesti, kun sitä liikutetaan, ja alkaa lähettää paikkatietoa päivitysvälin mukaisesti.



**Kuva 8.** Yepzon-laitteen tilan valinta on helppoa yksinkertaisessa käyttöliittymässä. (Yepzon-sovellus, 2017)

Laite on ensisijaisesti suunniteltu paikannukseen ulkotiloissa. Sisätilapaikannuksen tueksi tagi ottaa kuitenkin vastaan BLE-signaalia, jonka avulla sisätilapaikannus on mahdollista. Laite ei kuitenkaan anna sisätiloissa karttapohjaista paikannustietoa, vaan BLE-signaalin voimakkuuden perusteella käyttäjän täytyy päätellä laitteen sijainti. GSM-signaalin perusteella voidaan myös paikantaa sisätiloissa, mutta tällöin paikannustarkkuus on alueesta riippuen heikko; muutaman sadan ja muutaman kilometrin välillä. Yepzon mainitsee myös GPS-paikannuksen olevan joissain tapauksissa mahdollista sisällä, erittäin herkän signaalin vastaanoton vuoksi. Täysin luotettavaa tämä ei kuitenkaan ole. (Yepzon, c)

Paras tapa sisätilapaikannuksen toteutukseen on käyttää WiFi-paikannusta. Yepzon Freedom-laitteessa on WiFi-paikannusmahdollisuus. Laite hakee havaitsemiensa WiFi-tukiasemien tiedot Googlen tietokannasta, ja ilmaisee paikan sisätiloissa Googlen tavallisella Maps-kartalla rakennuksen ääriviivojen sisällä. Järjestelmä ei siis paikanna esimerkiksi kerroksen tarkkuudella. (Pietarinen, J) Ensisijaisesti Yepzonin laitteet onkin tarkoitettu ulkopaikannukseen, joten tätä sisätilapaikannusjärjestelmää ei ole viimeistelty. Ominaisuudet tähän kuitenkin löytyvät, ja laitteisto on muulta osin sopivaa teollisuuskäyttöön.

## 5.7 Sensewhere

Sensewhere on täysin automaattinen paikannusratkaisu, joka käyttää WiFi- ja BLE-signaaleja paikannuksen toteutukseen. Myös älypuhelimien sisäisiä sensoreita hyödynnetään. Sensewhere paikantaa älypuhelimien signaalien voimakkuuksien perusteella, ja lähettää paikkatiedot tietokantaan. Paikannustarkkuus on noin 5-10 metriä. Lisäksi järjestelmässä on "crowdsourcing" –ominaisuus, jossa järjestelmä oppii ja päivittää WiFi-tukiasemien ja beaconeiden paikan muiden käyttäjien tuottaman tiedon perusteella. Järjestelmää ei siis tarvitse erikseen asentaa tai kalibroida, sillä se löytää beaconit ja WiFi-asetat itsestään, ja luo kuvan paikannettavasta alueesta. Jos tukiasemia siirretään, poistetaan tai lisätään, järjestelmä tunnistaa senkin automaattisesti. (Sensewhere, a) Paikannustarkkuus ja laajuus paranevat, mitä enemmän järjestelmää käytetään. Sensewhere voidaan integroida useiden kolmannen osapuolen sovellusten, kuten karttasovellusten tai käyttäjän omien sovellusten kanssa.

Sensewhereen käyttökohteet ovat vahvasti kaupallisissa tiloissa, ja osa käytetystä tekniikasta perustuu oletukseen, että alueella on useita käyttäjiä, joiden tuottamaa paikkatietoa hyödynnetään paikannustarkkuuden parantamisessa. Järjestelmään on kehitetty lisäsovelluksia, joiden avulla voidaan lähettää esimerkiksi tarjouskuponkeja ostoskeskuksessa. Geofencing-ominaisuuden avulla asiakkaille lähetetään viestejä riippuen heidän sen hetkisestä paikastaan. (Sensewhere, b)

## 5.8 Infsoft

Infsoftin paikannusratkaisu on kehitetty erityisesti teollisuuskäyttöön, ja ottaa hyvin huomioon haastavien alueiden paikannuksen mahdolliset kompastuskivet. Infsoftin ratkaisussa yhdistyvät UWB-, WiFi- ja BLE-paikannustekniikat. Käytettäessä useita paikannustekniikoita yhtä aikaa, paikannustarkkuus ja luotettavuus ovat hyvällä tasolla. Lisäksi UWB-paikannus on erittäin tarkka paikannustapa itsenäisesti, ja kestää hyvin häiriöitä. Sen viive on lyhyt ja kerrokset tunnistetaan.

UWB-paikannuksen lisänä tai itsenäisenä ratkaisuna voidaan käyttää myös BLE-beaconeja, joiden paikannustarkkuus on 1-3 metriä. Kuten UWB-paikannuksessakin, ratkaisun toteuttamiseen tarvitaan laitteistoa. Tosin paikannustarkkuus ei vastaa UWB:n jopa kymmenen senttimetrin paikannustarkkuutta. Beacon-tagit ovat edullisia, hinnaltaan 3-30 euroa. Infsoftin paikannukseen voidaan käyttää kaikkia markkinoilla olevia beaconeja. (Infsoft, d) Jos halutaan paikantaa ainoastaan älypuhelimia, pelkät beaconit riittävät paikannukseen, eikä muita laitteita tarvita. Beaconeilla voidaan paikantaa myös iOS-laitteet, joita ei voi paikantaa WiFi:n avulla.

BLE beacon- ja UWB-paikannuksen toteutukseen tarvitaan Infsoftin "Locator Node" –laite, jonka hinta on noin 70 euroa. Laitteisto on kohtuullisen edullinen, mutta toki hintavampi kuin monet ohjelmistopohjaiset ratkaisut. Kyseinen laite sisältää sensorit UWB-, WiFi- ja BLE-paikannukseen. Yhden laitteen avulla saadaan siis toteutettua kaikki paikannustekniikat. Lisäksi laitteeseen voidaan yhdistää RFID- ja GPS-sensorit ja IP-kamera. Laite kootaan käyttäjän tarpeiden perusteella. Laite kerää älypuhelimien tai beaconin lähettämän paikkatiedon, ja lähettää internet-yhteydellä tiedot Infsoftin LocAware-alustaan, joka paikantaa kohteen ja sen suunnan. (Infsoft, e)

Jos paikannukseen ei haluta käyttää kohteen älypuhelimia, johon on asennettu paikannussovellus, voidaan paikannus toteuttaa Infsoft-tageilla. Tagi on pieni laite, jota kohde kantaa mukanaan. Tagia voidaan käyttää BLE- tai UWB-paikannukseen. Vastaanotettu signaalitieto

lähetetään WiFin avulla Infsoftin pilvipalveluun. LocAware-palvelu laskee tagin sijainnin. Hinnaltaan tagit ovat halpoja, ja toimivat patterilla. (Infsoft, f)

Infsoftin paikannusratkaisu vaikuttaa yhdeltä luotettavimmista tämän selvityksen vaihtoehdoista sen monipuolisen tekniikan vuoksi. Erityisesti UWB-paikannus on teollisuuteen sopiva paikannustapa, ja muut tekniikat tukevat tätä, ja toimivat myös itsenäisinä ratkaisunaan.

Tässä paketissa yhdistyy monien paikannusratkaisujen käyttämät tekniikat. Laitteisto ei myöskään ole kovin kallista, ja paikannuskohdetta voi vapaasti muuttaa käytön aikana. Järjestelmää on testattu erilaisissa käyttökohteissa eri tekniikoita käyttäen. Tulokset ovat vakuuttavia, ja käyttötarkoitukset monipuolisia. Infsoftin järjestelmällä voidaan paikantaa ihmisiä ja tavaroita. (Infsoft, g)

## 5.9 Estimote

Estimote-paikannus perustuu BLE-beacon-paikannustekniikkaan. Estimote tarjoaa erilaisia beacon-ratkaisuja esimerkiksi kaupalliseen käyttöön. Tuotevalikoimaan kuuluu useita paketteja, joista paikannukseen parhaiten sopii pitkän kantaman paikannus-beacon-paketti. Beaconit ovat roiskeen kestäviä, ja niiden paikannustarkkuus on noin 1-3 metriä. Yhden beaconin kantama on noin 200 metriä. Beaconeissa on myös sisään rakennettuja sensoreita: valoisuus, ilmanpaine, lämpötila ja magnetismi. Toukokuussa 2017 paketti maksoi 99 Yhdysvaltain dollaria.

Beacon lähettää ympärilleen signaalia, johon älypuhelin reagoi ennalta asetetulla tavalla. Estimoten järjestelmällä voi siis paikantaa ainoastaan älylaitteita, joissa on Estimoten sovellus. Käyttäjä luo sovelluksen itse Estimoten tarjoaman SDK:n (Software Development Kit, ohjelmistokehityspaketti) avulla Android- tai iOS-laitteelle. Valmiita sovelluspohjia ja demosovelluksia tarjotaan. Sovelluksen kehittämisen luvataan olevan helppoa, ja Estimote tarjoaa monipuolisesti valmiita komponentteja sovellukseen. Monet kolmannen osapuolen ohjelmistokehityspaketit ovat yhteensopivia Estimote-sovelluksen kanssa. (Estimote, a)

Sisätilapaikannukseen käytetään Estimote Indoor Location –SDK:ta, jonka avulla käytetty alue kartoitetaan. Kartoittaminen on yksinkertaista: aluekierros aloitetaan sisäänkäynniltä, jossa on yksi beacon. Käyttäjä kiertää tilan kulkien mahdollisimman lähellä seiniä, ja tallentaa beaconeiden paikat. Näin muodostuu tila, joka tallentuu Estimoten pilvipalveluun, ja sitä voidaan käyttää sovelluksessa. Tämä Indoor Location-SDK toimii ainoastaan iOS-järjestelmässä.

Estimoten sisätilapaikannusjärjestelmässä on muutamia heikkouksia. Sisätilapaikannuksen voi toteuttaa ainoastaan iOS-laitteilla, mikä rajaa suuren käyttäjäkunnan ohjelmiston ulkopuolelle. Lisäksi paikannustekniikka sopii parhaiten yksinkertaisiin suorakulmaisiin tiloihin. (Estimote, b) Erilaiset muodot, rakennusmateriaalit ja väliseinät tekevät paikannuksen toteuttamisen todella vaikeaksi. Ongelmaa voidaan ratkaista käyttämällä useampia beaconeita, mutta tämä on kallista, eikä kovinkaan sujuvaa. Estimotelle sopivia käyttökohteita ovat erilaiset kaupalliset ja yksinkertaiset tilat. Sovelluksen kehityksen mahdollisuudet ovat erittäin laajat, erityisesti kaupalliseen käyttöön. Estimote on keskittynyt pitkälti tavaroiden paikannukseen ja interaktiiviseen sovelluskehitykseen. Henkilöpaikannus on vielä melko alkeellisella tasolla.

## 5.10 IndoorSpirit

Ohjelmistopohjainen IndoorSpirit-järjestelmä lupaa noin metrin paikannustarkkuuden sisätiloissa. Paikannus perustuu älypuhelimien omiin sensoreihin, joiden avulla kohde asetetaan jär-

jestelmään tallennetulle pohjapiirrokselle. Paikannus perustuu algoritmeihin, joissa hyödynnetään puhelimen gyroskooppia, kiihtyvyyssmittaria, magnetismin mittausta, barometria sekä LTE, WiFi, NFC ja bluetooth-signaaleja. Paikannukseen sopivat Android- ja iOS-laitteet, joihin kehitetään IndoorSpirit-sovellus. (Business Wire)

Järjestelmän kerrotaan tunnistavan kohteen aloituspisteen ja kerroksen. Hyödyksi käytetään myös PDR-tekniikkaa kohteen liikkeen seuraamisessa. Monen sensoritiedon ja geomagnetismin yhdistäminen helpottaa paikannusta haastavissa rakennuksissa, joissa on käytetty metalleja ja muita erilaisia rakennusmateriaaleja. Järjestelmän luvataankin toimivan käytännössä kaikissa moderneissa rakennuksissa, myös monikerroksisissa taloissa. (IndoorSpirit)

Teollisuuskäytössä geomagnetismin käyttö on epävarmaa, sillä rakennuksen sisällä voi olla suuria, mutta liikkuvia teräsesteitä. IndoorSpirit käyttää kuitenkin muitakin paikannustekniikoita, joten on mahdollista, että järjestelmä toimii teollisuuskäytössäkin. Se on kuitenkin kehitetty ensisijaisesti kaupallisiin tiloihin, ja laajoja teollisuustestauksia ei ole tehty.

### 5.11 Connexient

Connexient muodostaa ratkaisunsa BLE-beaconeiden, älylaitteen sensoritietojen ja kentällä tehtyjen kalibrointien ympärille. Beaconeilla toteutetaan ensisijainen paikannus, ja tarjotaan joitain navigointipalveluita, mutta liike ja kohdistaminen karttapohjalle viimeistellään muilla sensoreilla ja tehdyillä kalibroinneilla. WiFi-signaalien, kompassin ja kiihtyvyyssmittauksen perusteella voidaan tarkentaa paikannusta, ja vältetään BLE:n aiheuttamat häiriöt, kuten signaalin heikkeneminen esteen vuoksi.

Connexient-sovellus, jonka avulla paikannus suoritetaan, kerää paljon dataa käyttäjiensä reiteistä, ja näin antaa monipuolista tietoa rakennuksen käytöstä. Sovelluksen avulla voidaan seurata usein käytettyjä reittejä, ja laskea kuinka kauan matkat kestävät. Kerätyn datan perusteella tiedetään, kuinka kauan rakennuksessa keskimäärin ollaan. Lisäksi sovellus löytää rakennuksen ruuhkaiset alueet, jonka avulla kulkua voidaan sujuvoittaa. (Connexient, b)

### 5.12 IndoorAtlas

IndoorAtlas on geomagneettinen paikannusjärjestelmä, joka hyödyntää myös WiFi- ja BLEpaikannustekniikkaa tarkkuuden parantamiseksi. Geomagneettisen paikannuksen tarkkuuden luvataan olevan yhdestä kahteen metriä. Järjestelmä on ohjelmistopohjainen, eikä vaadi laitteisto-ohjelmistoja. Käyttöönotto ja alkukokeilu ovat ilmaisia, jonka jälkeen palvelusta maksetaan käytön mukaan. (Indoor Atlas) Geomagneettinen paikannus ei ole sopiva teollisuusrakennusten paikannusratkaisuksi.

### 5.13 Proximi.io

Proximi.io on ohjelmistokehityspaketti ja rajapintaratkaisu, joka tukee käytännössä kaikkia markkinoilla olevia paikannustekniikoita; IndoorAtlasin geomagneettista paikannusta, matkapuhelinverkkopaikannusta, WiFiä, BLE-tekniikkaa iBeacon- ja Eddystone-laitteilla ja GPS-paikannusta. Käyttäjä voi valita ja vaihtaa käytettäviä tekniikoita oman tarpeensa mukaan. Paikannus toimii niin sisä- kuin ulkotiloissakin. (Proximi.io, a)

Paikannuksesta kerättyä dataa voi hyödyntää ja analysoida, sekä lähettää erilaisia push-ilmoituksia paikannuksen perusteella. Proximi.io-sovelluksen kehitys on rajatonta, ohjelmointikie-

lenä käytetään JavaScriptiä ja se perustuu NodeRED:iin. Proximi.io tarjoaa myös valmiita koodoja toiminnallisuuksien toteutukseen. Toiminnallisuudet luodaan pilvipalveluun. (Proximi.io, b) Järjestelmä voidaan integroida kolmannen osapuolen ohjelmistojen kanssa.

Tämän avulla voidaan luoda esimerkiksi automaattisia toimintoja IoT-laitteisiin. Proximi.io lupaa myös tukea tulevia paikannustekniikoita. Se on siis erittäin monipuolinen ja hyvin päivittyvä paikannusratkaisu. (Proximi.io, a) Ohjelmiston hinta riippuu käyttöasteesta. Vähäisellä käytöllä ohjelmisto on ilmainen. (Proximi.io, c)

Proximi.io vaikuttaa erittäin monipuoliselta ja vapaasti muokattavalta paikannusratkaisulta, joka sopii monenlaisiin käyttökohteisiin. Kun ohjelmisto tukee kaikkia yleisimpiä paikannustekniikoita, voidaan luoda jokaiseen kohteeseen räätälöity ratkaisu. Myös sovelluksen kehitys ja integraatio on hyvin mahdollistettu. Sovelluskehityksen avuksi Proximi.io tarjoaa valmiita koodoja, mutta sovelluksen kehitys vaatii ohjelmointitaitoja. Kun vaihtoehtoja on paljon, täytyy käyttäjän tuntea paikannustekniikkaa hyvin viimeistelläkseen oman paikannusjärjestelmänsä, ja tarvitsemansa sovelluksen. Biline-hankkeen käyttökohteisiin Proximi.io on potentiaalinen ratkaisu, sillä se toimii esimerkiksi RuuviTAGien kanssa, jotka ovat jo hankkeessa käytössä.

#### 5.14 Senion StepInside

StepInside perustuu BLE-beaconeiden ja älypuhelimien omien sensoreiden tuottamaan paikannukseen. Näitä tietoja hyödynnetään sovellukseen tallennetulla karttapohjalla. Järjestelmä paikantaa ainoastaan älypuhelimia, joihin on asennettu tarvittava sovellus. Älypuhelin ottaa automaattisesti vastaan beaconeiden lähettämää signaalia. Beacon-paikannus perustuu signaalin voimakkuuteen kunkin beaconin kantamalla, jonka lisäksi älypuhelimien sensoreilla tarkennetaan paikannustulosta. Paikannustarkkuudeksi luvataan alle kaksi metriä. Beaconeiden tunnisteet eli ID:t ovat hyvin salattuja, joten ulkopuoliset eivät voi hyödyntää beaconeiden tuottamia paikannustietoja. (Senion, b)

StepInside tarjoaa monipuoliset navigointipalvelut sisätiloissa; sen avulla voidaan navigoida esimerkiksi huollettavan laitteen tai kollegan luokse. Navigoinnin käyttöliittymä on yksinkertainen ja toimiva. (Senion, c) Käyttäjien tuottamaa paikkatietoa voidaan hyödyntää StepInsiden analysointipalvelussa. Paikannustiedot siirtyvät reaaliajassa pilvipalveluun, jonka kautta niitä voidaan analysoida. Analysoinnin kautta saadaan selville esimerkiksi ruuhkaisimmat alueet tai paikat, joissa käytetään eniten aikaa. Näin voidaan optimoida alueen toimintoja ja palveluita. (Senion, d)

Sovellus voi lähettää käyttäjälleen sijaintikohtaisia viestejä push-notifikaationa. Viesti lähetetään, kun käyttäjä saapuu tietylle alueelle. Tämän, kuten muidenkin, sovelluksen toimintojen luvataan olla helposti asennettavissa; kartalle piirretään haluttu alue, jossa viesti lähetetään.

Sovelluksen kehitys ei vaadi ohjelmointitaitoja. (Senion, e) Tätä voidaan hyödyntää monissa käyttökohteissa. Tällä hetkellä yksi yleisimmistä tavoista on kauppakeskusten kauppoihin saavuttaessa.

StepInside-aloituspakkaus sisältää kymmenen paikannussensoria, tarvittavat lisenssit ja ohjelmistot järjestelmän käyttöönottoon ja kehitykseen, kolmen kuukauden käyttölisenssin ja muut tarvittavat välineet. Beacon-sensorit asennetaan kiinteästi, eikä niiden paikkaa voi vaihtaa vapaasti. Järjestelmä toimii ainoastaan Senionin omilla roiskeen ja pölyn kestäville beaconeilla.



Kyseisillä beaconeilla paikannus on viiveetöntä, sillä mittaus tehdään useita kertoja sekunnissa. Toukokuussa 2017 aloituspakkaus maksoi 2500 Yhdysvaltain dollaria. (Senion, f)

StepInside on melko tavallinen beacon-paikannusjärjestelmä. Sen heikkous on beacon-laitteissa: järjestelmässä ei voi käyttää muita kuin Senionin omia beaconeita, ja ne täytyy asentaa kiinteästi. Jos beaconeita halutaan siirtää, uudelleen kalibrointi on maksullista. Muilla sisätilapaikannuksen tarjoajilla beaconeita voi yleensä vapaasti liikutella, kunhan järjestelmä kalibroidaan muutosten mukaan. Lisäksi Senionin omat beaconit ovat kalliimpia kuin monet muut beaconit, joita voi käyttää missä järjestelmässä tahansa. StepInside on kohtuullisen tarkka ja luotettava, mutta kuten aina, BLE-signaali ei läpäise esteitä, mikä tekee järjestelmästä epävarman. Avoimissa tiloissa järjestelmä todennäköisesti toimii hyvin.

### 5.15 Spreo

Spreon paikannusratkaisu hyödyntää BLE-tekniikkaa paikannuksessaan. Käytössä on myös älypuhelimien sensorit. Ratkaisu on mahdollista toteuttaa myös WiFi-signaalia hyödyntäen. Tällä yhdistelmällä luodaan kolmiulotteinen paikannustulos, joka tunnistaa myös rakennuksen kerrokset. Lisäksi GPS-signaalin avulla saadaan paikannus toteutettua saumattomasti ulkoa sisätiloihin. BLE-beaconeiden avulla luodaan alueita, joihin saapuessa voidaan lähettää viestejä tai push-notifikaatioita alueella oleviin älypuhelimiin. (Spreo, a) Käyttötietoja voidaan analysoida pilvipalvelun analysointitoimintojen hyödyntäen. Analysointityökaluja voi hyödyntää esimerkiksi työntekijöiden paikantamisen ja tehokkuuden kehittämiseen, sekä turvallisuuden seurantaan ja varoitusten lähettämiseen. (Rfid Connect)

Järjestelmä otetaan käyttöön lataamalla rakennuksen pohjapiirroksen Spreo-järjestelmään. Sitten beaconit viedään sopiviin paikkoihin rakennuksessa niin, että koko rakennus on katettu BLE-signaalilla. Yksi beacon kattaa 50 metrin alueen. Beacon lähettää dataa internet-yhteydellä pilvipalveluun. Viimeiseksi alue kartoitetaan kulkemalla rakennuksen läpi älypuhelimien kanssa. Puhelimeen asennetaan sovellus, josta pohjakartta löytyy, ja siihen merkitään beaconeiden paikat. Portaat, hissit ja muut tärkeät kohteet merkitään sovellukseen. (Spreo, b)

Kuten muissakin karttapohjalla toteutettavissa paikannusratkaisuissa, Spreossakin, voidaan kartalle asettaa "point of interest" -kohteita. Näitä ovat yleensä usein etsityt tilat, esimerkiksi kauppakeskuksessa WC:t ja pankkiautomaatit. Spreon ratkaisussa tätä ominaisuutta on kehitetty eteenpäin niin, että käyttäjä voi itse tallentaa minkä vaan sijainnin, ja käyttää sitä myöhemmin uudestaan. Tämä on hyödyllistä, kun yksittäinen käyttäjä tietää tarvitsevansa reittiohjeita kohteeseen myöhemmin.

### 5.16 Situm Indoor Positioning

Situmin paikannusratkaisussa hyödynnetään WiFi-signaalia. Ratkaisu ei vaadi ollenkaan infrastruktuuria, ja se tunnistaa rakennuksen kerrokset. Käyttöönotto on nopeaa; pohjapiirros ladataan paikannusohjelman käyttämään sovellukseen, joka on Android- ja iOS-yhteensopiva. Karttaan merkitään myös tärkeät kohteet sekä liukuportaat, hissit ja portaat. Lisäksi voidaan luoda alueita, joille saapuessa kohde saa aluekohtaisen push-notifikaation. Sitten rakennus kävellään läpi, jotta WiFi-signaalin voimakkuudet saadaan mitattua jokaisessa kohdassa. Paikannustarkkuus on yhdestä kahteen metriä.

Situmin paikannusratkaisu voidaan integroida kolmannen osapuolen sovellusten kanssa. Paikannusdataa voidaan myös seurata ja analysoida tavalliseen tapaan. Lisäksi palvelun avulla voi

seurata reaaliajassa jokaista palvelun, eli Situmin paikannussovelluksen, käyttäjää. (Situm,a) Toukokuussa 2017 Situm-palvelu maksaa kaupallisessa käytössä 29,90USD/kk ylöspäin, mutta palvelua voi testata kaikkine palveluineen ilmaiseksi. (Situm, b)

Situmin ratkaisu on edullinen ja tarjotut palvelut ja sovelluksen kehitysmahdollisuudet ovat monipuoliset. Kuitenkin palvelu toimii ainoastaan alueilla, joissa on käytössä WiFi-yhteyksiä. Yleisillä paikoilla tämä ei nykyään ole ongelma, mutta joillain teollisuusalueilla ei välttämättä ole WiFi-yhteyksiä, joiden varaan voisi luoda luotettavan paikannuksen. Järjestelmä on helppo ottaa käyttöön, eikä se vaadi erityisiä ohjelmointitaitoja. Käytettävän sovelluksen luominen on myös mahdollista täysin itsenäisesti, mutta siihen tarvitaan ohjelmointityötä.

### **5.17 Advanced Positioning by HERE**

Here tarjoaa monipuolisesti erilaisia paikannuspalveluita sisä- ja ulkotiloihin. Hankkeen käyttökohteille valittiin tutkittavaksi Advanced Positioning, joka sisältää eniten ominaisuuksia. Palvelu toteuttaa paikannuksen mobiiliverkon, GNSS-, WIFI- ja BLE-signaalien avulla vaihdellen käytettyä paikannustekniikkaa älykkäästi tilanteen mukaan. Paikannus on mahdollista jopa offline-tilassa.

Offline-paikannuksessa käytetään hyödyksi niin sanottuja radiokarttoja, jotka täytyy ladata älypuhelimeen etukäteen. Radiokarttoihin on kerätty tallennettua, paikannusta helpottavaa tietoa. Paikantaminen radiokartan avulla onnistuu vain, jos kartta on olemassa jokaiselta alueelta, jossa paikannettava kohde on. Kartan päivityksiä ei ole mahdollista saada offline-tilassa käyttöön, jolloin paikannus saattaa epäonnistua. Online-tilassa kartan lataaminen ja päivitys tapahtuvat kuitenkin automaattisesti. (Here)

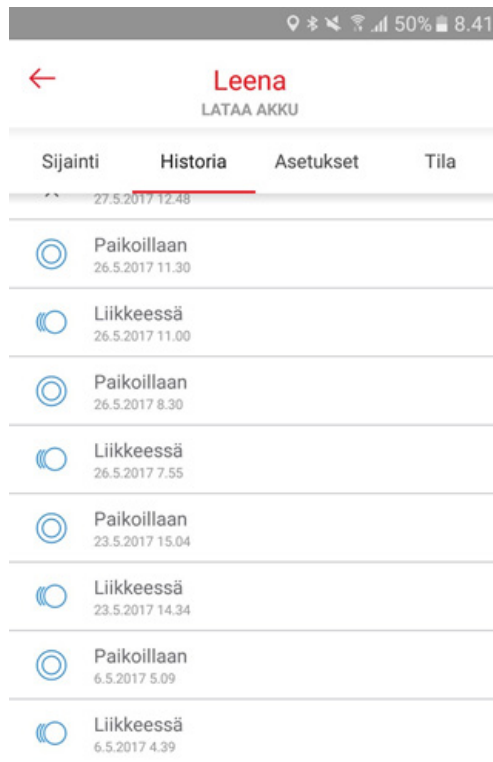
Here-paikannus on mielenkiintoinen ratkaisu sen monipuolisesti käyttämien tekniikoiden vuoksi. Järjestelmä osaa älykkäästi valita parhaimman paikannustekniikan ja vaihtaa niiden välillä automaattisesti. Teollisuusympäristössä paikantaminen offline-tilassa on hyödyllistä, sillä haastavissa olosuhteissa WiFi- ja muut verkkosignaalit ovat usein heikkoja tai puuttuvat kokonaan.

## 6. HANKKEESSA TESTATUT PAIKANNUSRATKAISUT

Tämän selvityksen puitteissa valittiin hankkeessa testattavaksi muutama tutkituista paikannusratkaisuista. Testattavat ratkaisut valittiin niiden ominaisuuksien perusteella, tarkoituksena testata erilaisiin tekniikoihin perustuvia ratkaisuja, jotka eivät vaadi käyttöönotossa suuria investointeja ja, joilla on mahdollisuus toimia haastavassa teollisuusympäristössä. Testattavaksi valittiin Yepzonin Freedom –laitteet, Insoft-paikannussovellus, Situm- ja Proximiosovellukset. Kuitenkin Situm-ohjelmiston testaus keskeytyi jo alkuvaiheessa, sillä sovellus ei ollut yhteensopiva minkään hankkeessa käytettävän Android-älypuhelimien kanssa. Syytä tiedusteltiin, mutta sitä ei annettu. Tässä kappaleessa kerrotaan muiden testien herättämistä ajatuksista, tuloksista ja suosituksista.

### 6.1 Yepzon Freedom

Yepzonin Freedom-laite on pienikokoinen, esimerkiksi avainnippuun kiinnitettävä laite, jossa on yksi nappi ja valo. Freedom paikantaa kohteensa käyttäen GPS-signaalia, ja sisätiloissa Wi-Fi-signaalia. Toukokuussa 2017 Freedom-laite maksoi yrityksen nettisivuilta tilattaessa 149€, jonka lisäksi maksetaan datamaksua, joka on 4,95€/5MB. Tämä riittää yleensä noin kuukauden käyttöön, jos käytetään Yepzonin suosittelemia asetuksia. Laite sisältää valmiiksi kiinteän SIM-kortin. Laitetta markkinoidaan muun muassa lapsen paikantamiseen tai henkilökohtaiseksi turvalaitteeksi SOS-toimintonsa vuoksi. Sisätilapaikannuksen Wifi-toiminto perustuu Googlen tietokantaan, jossa ovat esimerkiksi kaikki Android-puhelimet. Paikannin tunnistaa WiFi-signaalit ympäristössään, ja hakee niiden paikkatiedon Googlen tietokannasta.



Kuva 9. Yepzon Freedom –laitteen liikkeet tallentuvat historiatiedoksi. (Yepzon-sovellus, 2017)

Yepzonin laitteet ovat erittäin yksinkertaisia ja helppoja ottaa käyttöön. Paketissa tulee laitteen lisäksi lyhyt käyttöohje sekä QR-koodi. Koodin skannaamalla löytyy Yepzon-sovellus, jonka kautta koko järjestelmää hallitaan. Yksi käyttäjä voi hallita useita laitteita, ja nimetä ne haluamallaan tavalla. Sovelluksen kautta paikannetaan Freedom-laitteet kartalla ja valitaan kunkin laitteen käyttämä tila. Tilavaihtoehtoja on kolme: nopea paikannus, virransäästötila ja vain SOS-painike. Nopean paikannuksen tilassa laite on jatkuvasti valmis paikantamaan. Virransäästötilassa paikannus tapahtuu tasaisin välein ja viimeisessä tilavaihtoehdossa paikannus tapahtuu ainoastaan, jos paikannettava painaa SOS-painiketta. Valittu tila vaikuttaa huomattavasti akun kestoon. Käyttöön suositellaan virransäästötilaa, mutta paikannusaika on tässä tilassa melko pitkä. Kun sovelluksessa tehdään paikannuspyyntö, tuloksen saaminen kestää useita minuutteja. Virransäästötilassa akunkeston luvataan olevan jopa kaksi viikkoa. Testeissä akunkesto jäi kuitenkin lyhyemmäksi. Nopean paikannuksen tilassa akun kesto on noin 2-3 päivää. Laite tunnistaa milloin se on liikkeessä. Jos se on pitkään täysin liikkumatta, menee laite "lepotilaan". Laite herää automaattisesti, kun sitä liikutetaan. Yhteydenottovälin käyttäjä voi säätää haluamakseen. Oletusasetuksena yhteydenottoväli liikkeessä on viisi minuuttia ja levossa kuusi tuntia.

Ulkopaikannuksessa Freedom-laite toimii tavanomaisesti, ja paikannustarkkuus on kohtuullinen. Testeissä huomattiin, että laite paikantaa kohteen hyvin, mutta ilmoitettu paikannustarkkuus (toisin sanoen virhemarginaali) oli välillä aika suuri, jopa kilometrin verran.

WiFi-sisätalapaikannuksessa haasteena on sisätalokarttojen puuttuminen. Järjestelmään ei voi luoda omia karttapohjia sisätiloille, joten paikannustarkkuus jää aina hieman vajaaksi. Sisätalapaikannuksessa kohde paikannetaan kohtuullisen hyvin, mutta karttakuvassa näkyy ainoastaan rakennus ulkopuolelta sekä paikannuspiste sillä kohdalla rakennusta, missä kohde on. Näin ollen paikannuksen perusteella ei tiedetä, missä huoneessa tai kerroksessa kohde on. Tulos on ainoastaan suuntaa antava. Pienessä rakennuksessa paikannustarkkuus heikkenee entistään, suuressa rakennuksessa paikannuksesta on näinkin vähän enemmän hyötyä.

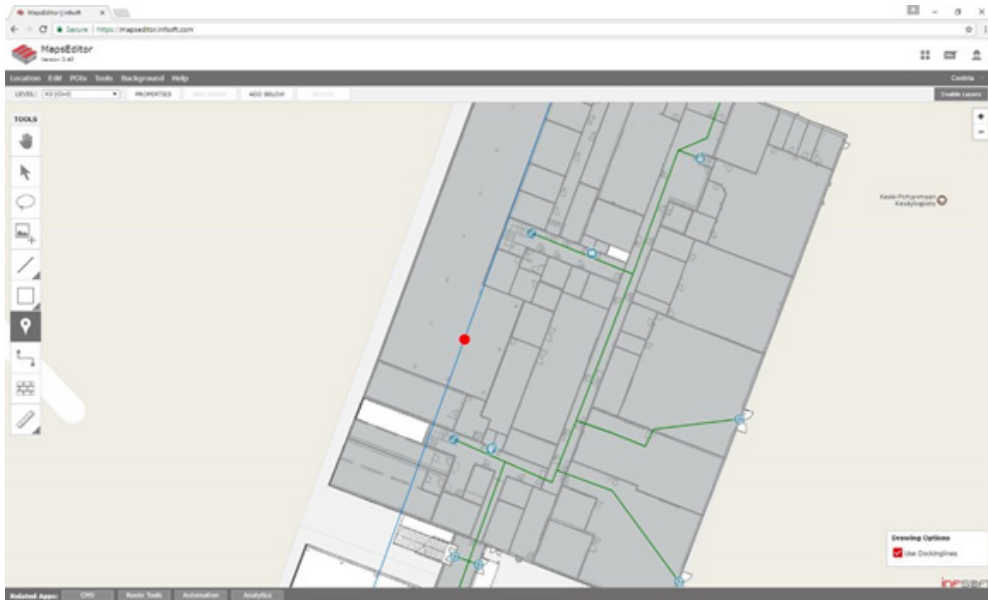
Laitteen sisätalapaikannusominaisuuksista ei löydy paljon tietoa Yepzonin markkinointimateriaaleista. Laite vaikuttaakin olevan selkeästi ulkopaikannukseen tarkoitettu. Laitteessa on hyvä SOS-nappi, jota painamalla lähetetään hälytysviesti suoraan sovelluksen käyttäjälle. Hälytys aiheuttaa kovaäänisen piippauksen, joka loppuu, kun SOS-viesti on kuitattu. SOS-viesti lähetetään perinteisen matkapuhelinverkon yli, joten lähetys kestää hetken aikaa. Viestin lähettäjä voi seurata SOS-viestin kuittaamista laitteen valon perusteella. Laite voi myös piipata niin kauan, että hälytys on kuitattu.

Laite on erittäin yksinkertainen, ja sopii hyvin ulkopaikannukseen yksityiskäytössä. Teollisuusympäristön sisätalapaikannukseen laite on kuitenkin liiankin yksinkertainen, eikä sisätalapaikannukseen ole järjestelmän kehityksessä keskitytty. Laite toimii kuten luvattu, ja on sopiva paikannukseen, jossa ei tarvita tarkkaa ja jatkuvaa sisätalapaikannustulosta.

## 6.2 Infsoft

Infsoft on ohjelmistopohjainen WiFi- ja BLE-signaalien perusteella paikantava järjestelmä. Järjestelmää testattiin Android-laitteilla, joten molempia signaaleja voitiin hyödyntää testeissä. Infsoft tarjoaa myös UWB-paikannusratkaisua, mutta tiedusteltaessa heillä ei ollut testien toteutuksen aikaan resursseja tämän vaihtoehdon tarjoamiseen. Testasimme siis ainoastaan

WiFi- ja BLE-paikannusta. UWB-paikannus vaikuttaa kuitenkin hyvältä ratkaisulta haastavissa olosuhteissa. Tämä vaihtoehto on syytä huomioida paikannusratkaisua valittaessa, jos se silloin on saatavilla.



**Kuva 10.** Rakennuksen karttapohjaan merkitään tärkeät kohteet reittiohjeiden luomiseen. (InfoSoft, 2017)

Infosoftin järjestelmän käyttöönotto oli kohtuullisen yksinkertaista, joskin hiukan kankeaa. Infosoft-paikannussovellusta ei voi ottaa käyttöön ennen kuin koko käyttöönottoprosessi on tehty, sillä jos sovellus ei löydä niin sanottua julkaistua rakennusta, koko sovellus kaatuu. Tämä herätti testin alussa epävarmuutta järjestelmää kohtaan. Kuitenkin, kun käyttöönottoohjeita seuraa oikeassa järjestyksessä, prosessi sujui melko helposti.

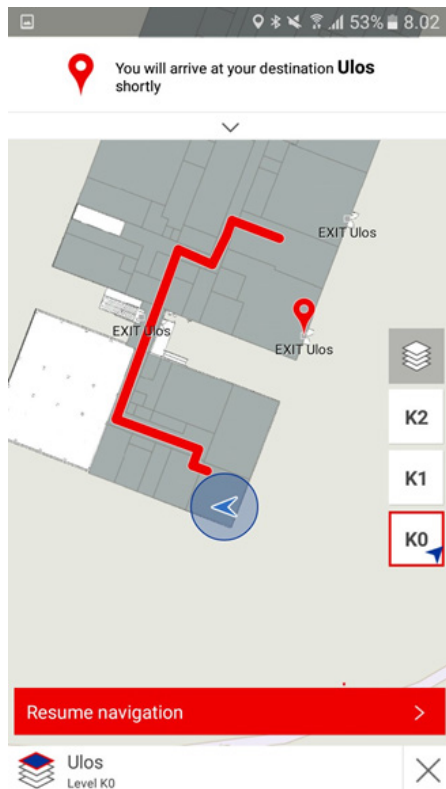
Infosoftin paikannuslujastaan syötetään paikannettavan rakennuksen jokaisen kerroksen pohjapiirros. Piirrokseseen merkitään huoneet, tärkeät pisteet, kuten portaat, hissit, WC:t ja haettavat tilat. Tämän jälkeen sovellus konfiguroidaan. Ensimmäisenä luodaan alustassa konfiguraatioreitti, joka aiotaan seuraavaksi kiertää rakennuksessa. Reitti on syytä suunnitella hyvin etukäteen, sillä sitä ei voi myöhemmin muuttaa. Testeissä huomattiin, että reitti oli vaikea suunnitella ilman ohjeita juuri reitin suunnitteluun niin, että konfiguraatio olisi helppoa käytännössä. Ohjeet keskittyivät tekniseen puoleen, mutta toivoimme ohjeita myös siihen, millainen on hyvä reitti. Ohjeen perusteella testeissä tehty reitti ei ollut kovinkaan optimaalinen, joten toivoimme, että reittiä olisi voinut muokata myöhemmin. Yllättävä este vaikeuttaisi myös konfiguraation suorittamista.

Konfiguraatioreitillä järjestelmä kerää ympäristönsä WiFi- ja BLE-tukiasemien tiedot ja signaalien voimakkuudet, ja asettaa tiedon karttapohjalle. Kun konfiguraatio on tehty, voidaan tarkistaa, mitä signaaleja on löytynyt, ja mitä niistä käytetään. Käytettävät tukiasemat ovat yleensä rakennuksen kiinteitä verkkoja. Tämän jälkeen ohjelmisto on käyttövalmis. Rakennukseen voi lisätä "Point of Interest" -pisteitä, jotka helpottavat kohteiden löytämistä navigoidessa. Infosoftin vahvuus onkin sen konfigurointi juuri rakennuksen omiin tukipisteisiin, ei tiedon hakeminen Googlen tietokannasta, mikä on käytössä muilla testatuilla järjestelmillä.

Testasimme paikannusta myös Sensoron BLE-beaconeiden tuella. Beaconit tarkentavat paikannustulosta hieman, mutta tässäkin paikannustavassa paikannus koettiin hitaaksi. Tähän toki vaikuttaa myös käytettävien beaconeiden lähetysteho ja –intervalli. Mitä lähemmäksi beaconit asetetaan toisiaan, sitä tarkempi paikannustulos saadaan aikaan. Kuitenkin paikannuksen viive aiheuttaa haasteita luotettavalle paikkatiedolle.

Koko käyttöönottoprosessiin löytyy Infsoftin omat tutoriaalivideot. Käyttöönoton aikana huomattiin, että osa videoista oli vanhentuneita, eli tutoriaaleja ei ole päivitetty ohjelmistopäivitysten mukaan. Tämä oli välillä haastavaa, sillä tutoriaaliohjeita ei voinut noudattaa, vaan vastaavat toiminnot täytyi löytää itse. Samoin ohjeet olivat välillä epäselviä. Tähän liittyen koettiin, ettei käyttöliittymä ole intuitiivinen, ja toimintoja on välillä vaikea löytää.

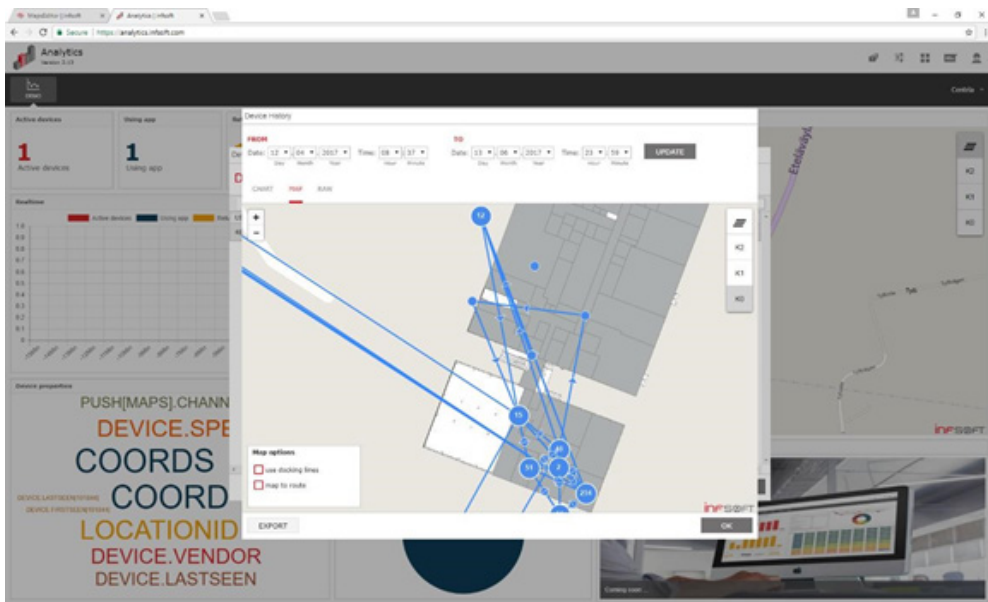
Asiakassovellus, jolla itse navigointi suoritetaan, koettiin vanhanaikaiseksi ulkoasultaan. Kuitenkin sovellus on kohtuullisen helppokäyttöinen. Paikannustarkkuus vaihtelee, mutta yleensä vastasi luvattua noin kymmenen metrin tarkkuutta. Paikannus osuu aina oikeaan kerrokseen ja huoneeseen, ja suuressa huoneessa yleensä oikealle kohdalle huonetta. Kun paikannus aloitetaan, pisteen asettuminen oikealle kohdalle kestää hetken, ja aluksi paikannus saattaa olla kaukanakin oikeasti sijainnista. Kun paikannus on tehty, seuraa se kohdettaan kohtuullisen hyvin. Portaat kerrosten välillä olivat välillä vaikeita sovellukselle, jolloin koko karttapohja vaihtelee kerrosten välillä. On mahdollista, että kerrospaikannustulos olisi ollut parempi erilaisella konfiguraatiolla. Tästä ei kuitenkaan mainittu ohjeissa. Reittiohjeet saavat kaikkiin rakennukseen tallennettuihin pisteisiin. Reittiohjeet näkyvät kartalla viivana, jota paikannuspiste seuraa. Huomattiin myös, ettei sovellus ilmoita, kun määränpäähen on saavuttu.



Kuva 11. Reittiohjeet asiakassovelluksessa (Infsoft, 2017)

Sovelluksen käyttöliittymä on kovin tekninen, eikä sisällä erityisen visuaalisia hienouksia. Järjestelmää ei toki ole kehitetty kevyeen kaupalliseen käyttöön, vaan asiakkaita haetaan teollisuuden aloilta. Kuitenkin visuaalisesti raskaaseen sovellukseen on vaikea tarttua, eikä käyttäjä innostu sovelluksesta. Kun otetaan laajasti käyttöön uusi järjestelmä, pitäisi sen olla mahdollisimman helppokäyttöinen ja lähestyttävä ulkoasultaan. Teollisuuskäytössä tämä ei kuitenkaan yleensä ole järjestelmävalintaan vaikuttava tekijä.

Paikannustiedon kerääminen ja analysointi ovat järjestelmässä helppoa ja toimivaa. Hankkeen käyttötarkoitukseen sopivaa on esimerkiksi kaikkien alueella liikkuvien seuranta reaaliajassa valvontakeskuksen kautta. Testeissä huomattiin, että analytiikka on hyvin paikkaansa pitävää, mutta toki tulee ottaa huomioon paikannuksen yleinen viive ja tarkkuus. Tähän vaikuttaa käytettävät BLE-laitteet. Historiatietoa löytyy myös kattavasti, ja sitä voi tarkastella monin tavoin.



**Kuva 12.** Infsoftin järjestelmä luo historiatiedosta visuaalisia kuvaajia. (Infsoft, 2017)

Kokonaisuutena Infsoft-järjestelmä toimii kuten luvattu, mutta erinäisiä pieniä puutteita havaittiin. Tekniikaltaan järjestelmä on kohtuullisen helppokäyttöinen, mutta ei kuitenkaan helposti lähestyttävä tai nopea. Tutoriaalit olivat erittäin tärkeitä, ja ilman niitä käyttöönotto olisi ollut vaikeaa. Järjestelmä ei siis ole niin yksiselitteinen, että siihen voisi tarttua ilman tietämystä ohjelmistomaailmasta ja Infsoftin toiminnasta. Muilla WiFi-paikannusta tarjoavilla toimijoilla käyttöliittymä on helpommin lähestyttävä, eikä erillisiä ohjeita käyttöön välttämättä tarvita. Paikannustulos ja navigointi-, analytiikka- ja reittiominaisuudet toimivat kuten pitääkin. Kokonaisuutena Infsoft koettiin testatuista järjestelmistä parhaaksi sen tarkan ja kohtuullisen helpon paikannuksen vuoksi. Paikkatiedon analysointi on sujuvaa ja valmiit ominaisuudet ovat hyödyllisiä kaupallisessa ja teollisuuskäytössä. On myös hyvä, että yritys tarjoaa muitakin paikannustekniikoita monenlaisiin tarpeisiin.

### 6.3 Proximi.io

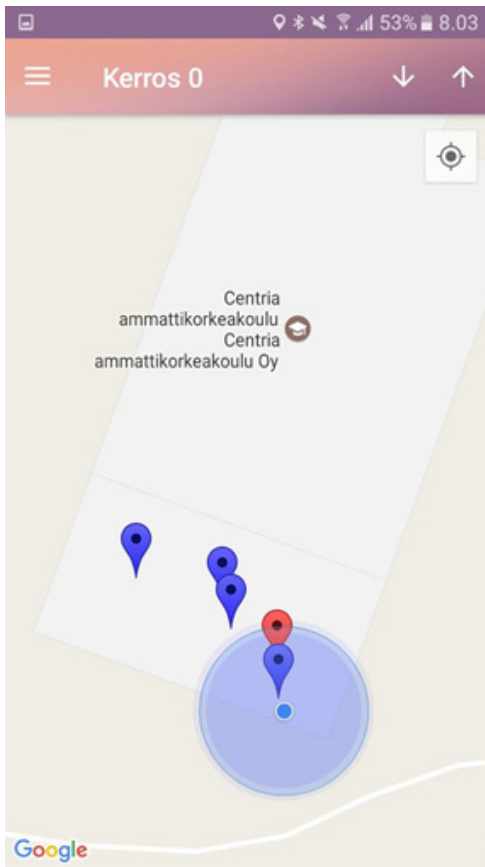
Proximi.io valittiin testattavaksi sen monipuolisten ominaisuuksien vuoksi. Järjestelmän testiversiossa voi testata kaikkia Proximi.io:n tarjoamia palveluita kuukauden ajan ilmaiseksi. Testeissä huomattiin heti, että Proximi.io vaatii muita testattuja järjestelmiä enemmän ohjelmointitaitoja, eikä valmiita toimintoja ole muihin verrattuna kovinkaan monta. Kuitenkin mahdollisuuksia ohjelmiston kehittämiseen kohtuullisen helposti on paljon. Testaamiseen käytetään Proximi.io Management –Android-sovellusta. Sovelluksen avulla voi testata kaikkia toimintoja, mutta testijakson aikana voi myös luoda oman asiakassovelluksen.

Ensimmäisenä järjestelmään ladattiin rakennuksen pohjapiirroksat. Piirroksen asettaminen karttapohjalle oli vähän haastavaa, mutta onnistui kuitenkin kohtuullisen hyvin. Jokainen kerros asetetaan karttapohjalle erikseen. Seuraavaksi karttaan luotiin ”geofence” –alueita, eli alueita, joiden kävijöitä seurataan. Alueelle saapuja voi saada myös erilaisia ilmoituksia puhelimeensa, mikä testeissä toteutettiin. Näin pystyimme aloittamaan ensimmäiset testit paikannustarkkuuden osalta.

Testeissä käytimme WiFi ja BLE beacon -paikannusta. Testeissä huomasimme, että paikannus tapahtuu melko hitaasti, mutta kuitenkin kohtuullisen tarkasti. Hitauden vuoksi push-ilmoitukset alueelle saapumisesta tulivat vasta, kun alueella oli oltu hetken aikaa, eikä heti alueelle saavuttaessa. Tämä oli ongelmallista erityisesti kuljettaessa alueelta toiselle nopeasti, jolloin kaikki ilmoitukset eivät välttämättä ehdi tulla. Teollisuusalueella esimerkiksi turvallisuustiedotteiden pitäisi myöskin tulla heti alueelle saavuttaessa. Tätä voidaan kehittää valitsemalla BLE-beacon-laitteet, joissa on lyhyt lähetysintervalli. Kuten aina, laitevalinnat vaikuttavat jossain määrin järjestelmän toimivuuteen. Tässä selvityksessä keskitytään ensisijaisesti ohjelmiston toimintaan.

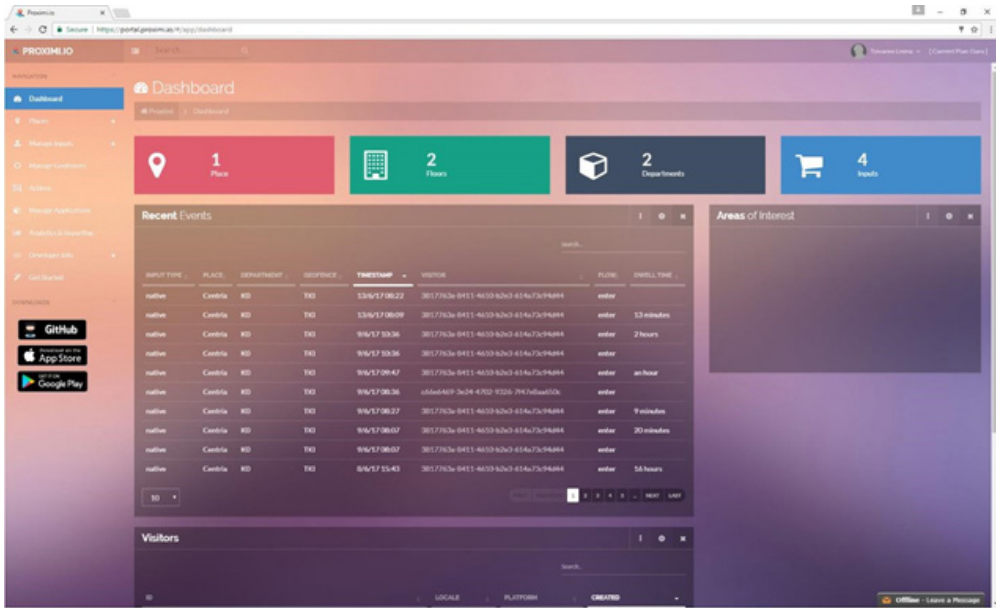
WiFi-paikannus perustuu niin sanottuun natiivipaikannukseen, jossa WiFi-tukiasemien tiedot haetaan Googlen tietokannasta, samaan tapaan kuin Yezonin ratkaisussa. Tämä heikentää tarkkuutta verrattuna järjestelmään, jossa kartoitetaan kaikki alueen pysyvät WiFi-verkot erikseen, ja paikannus toteutetaan näiden tietojen perusteella.





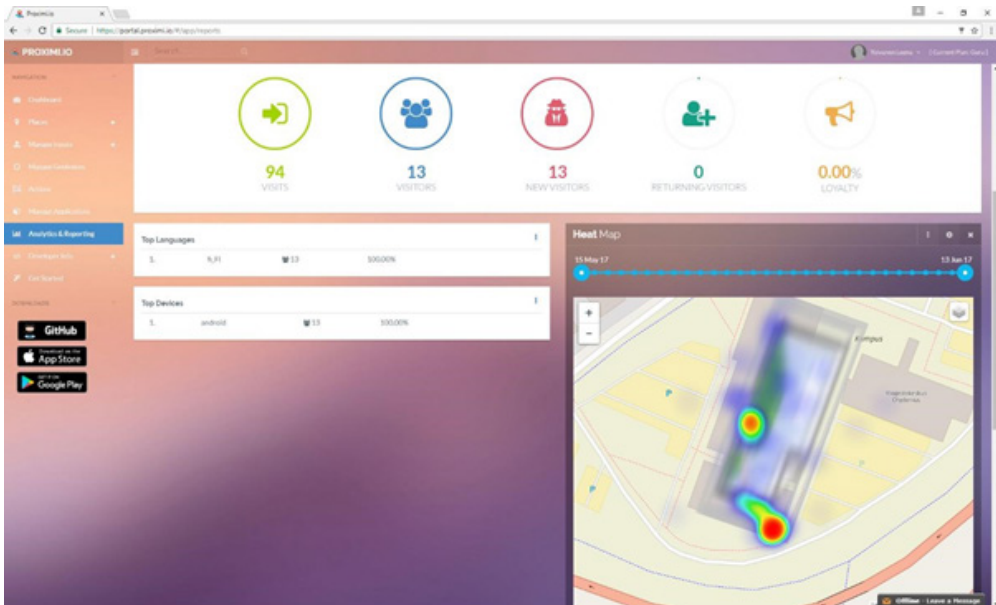
**Kuva 13.** Paikannus ja BLE-beaconit Proximi-kartalla (Proximi.io, 2017)

Hankkeen käyttöön Proximi.io suosittelee BLE-beaconeiden käyttöä. Beaconeita käyttämällä saadaan paikannustarkkuutta parannettua WiFi-paikannukseen verrattuna. Lisäksi kerrosten tunnistaminen mahdollistuu. Beaconit identifioidaan määrätylle alueelle ja kerrokselle. Kun kohde liikkuu alueella, sovellus mittaa beaconien signaalien voimakkuuksia, ja kolmiomittausperiaatteella lasketaan kohteen sijainti. Beacon-paikannuksessa käytettiin testeissä Sensoron laitteita. Testeissä huomattiin pientä eroa erilaisten BLE-laitteiden tarkkuudessa, mikä on toki laitteesta, ei paikannusohjelmistosta, riippuva huomio. BLE-beaconeiden avulla saatiin järjestelmä tunnistamaan kerrokset. Paikannustarkkuuta saatiin hieman parannettua, mutta huomattiin, että tarkkaan paikannukseen tarvitaan useita beaconeita alueella. Testeissä kauas toisistaan asetetut beaconit antoivat hyvän paikannustuloksen vain, kun liikuttiin beaconin läheisyydessä. Tämä johtuu siitä, että kaukana toisistaan olevien beaconeiden välille ei saada muodostettua kolmiomittausta, joka parantaisi tarkkuutta huomattavasti.



Kuva 14. Proximin Dashboard-näyttökuvaa (Proximi.io, 2017)

Testeissä huomasimme muutamia häiriöitä järjestelmässä. Mahdollisesti hitaasta paikannuksesta ja pitkästä paikannusvälistä johtuen tapahtumalokiin ei tallentunut kaikkia alueen sisäisiä liikkeitä. Geofence-alueelle saapumiset tallentuivat paljon useammin kuin poistumiset, mikä väärensi tietoja. Samalla järjestelmä tunnisti saman laitteen useita kertoja eri laitteena, mikä väärensi kävijätietoja; kävijälokin mukaan yksilöllisiä kävijöitä oli huomattavasti enemmän kuin todellisuudessa.



Kuva 15. Proximin analytiikkatyökaluilla voidaan seurata esimerkiksi vilkkaimpia alueita. (Proximi.io, 2017)

Kävijätiedoista on saatavilla muutamia visuaalisia analyyseja, joiden avulla voi seurata suosituimpia alueita ja kävijämäärän muutoksia. Kaipasimme kävijälokin mukaista analyysia alueella kullakin hetkellä oleskelevista ihmisistä. Tätä reaaliaikaista paikkatietoa voitaisiin hyödyntää turvallisuustarkoituksissa aluetta tyhjentäessä, tai alueella viestittäessä. Analytiikan arviointi oli kuitenkin vaikeaa kävijätietojen virheellisyyden vuoksi.

Haasteita aiheutti myös sovelluksen päivittäminen. Päivitystä ei voi käynnistää itse, eikä sovellus aina päivity edes sovelluksen uudelleenkäynnistyksen yhteydessä. Tämän vuoksi muutokset eivät tule käyttöön hallitusti.

Järjestelmän visuaalinen ilme on miellyttävä ja moderni. Toiminnot ovat kohtuullisen helppo löytää. Kuitenkin, järjestelmä vaatii paljon itsenäistä ohjelmointityötä, johon intuitiivinen ohjaus voisi olla hyödyksi. Ohjeistuksia ja dokumentaatioita löytyy kyllä, mutta ei itse järjestelmän yhteydestä.

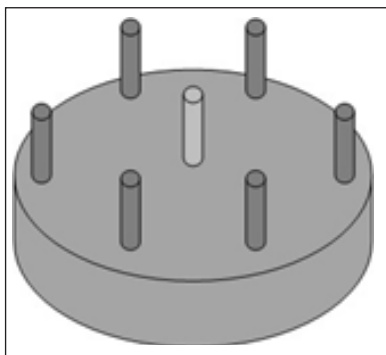
## 7. DEWI-HANKE CENTRIASSA

Centria osallistui Euroopan laajuiseen DEWI (Dependable Embedded Wireless Infrastructure) hankkeeseen projektipäällikkö Mikko Himangan johdolla. Hankkeen aikana työryhmä tutustui kulunvalvonnan yhteydessä ESPAR (Electronically Steerable Passive Array Radiator, elektronisesti ohjattava passiivinen signaali) pohjaiseen sisätalapaikannukseen. (Himanka, M) Hanke toteutettiin aikavälillä maaliskuu 2014 – maaliskuu 2017 ja siihen osallistui 58 yritystä yhdestätoista eri maasta. Hankkeen tavoitteena oli parantaa Euroopan johtavaa asemaa sulautetuissa langattomissa järjestelmissä ja älykkäissä mobiiliympäristöissä. Tähän kuuluu neljä eri sovel-lusalueta: Aeronautics, Automotive, Rail ja Building. Centria osallistui Building-sovellusalueeseen, joka keskittyi langattomien sensorien hyväksikäyttöön rakennusautomaatiassa, kulunvalvonnassa ja energiatehokkuudessa. (Tekes)

### 7.1 Electronically Steerable Passive Array Radiator (ESPAR)

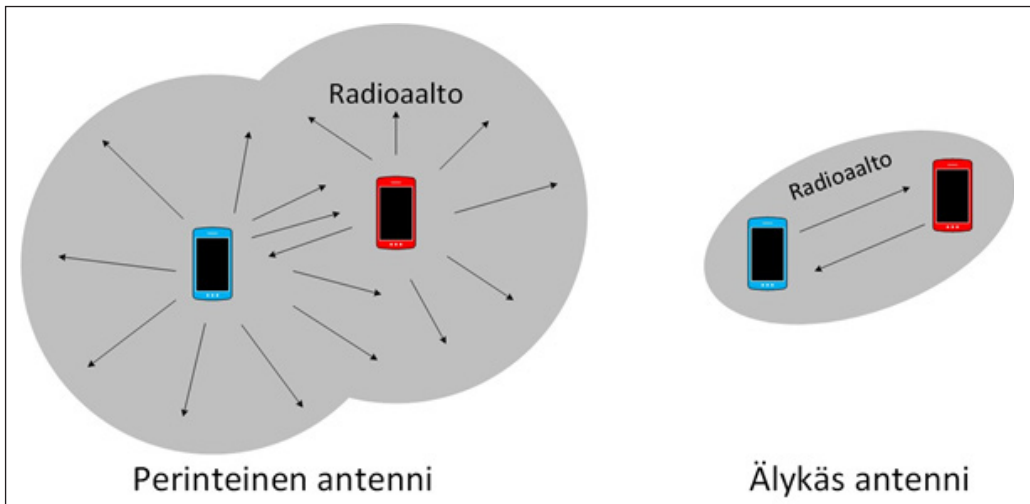
ESPAR on älykäs antenni, joka muodostuu keskellä olevasta aktiivisesta elementistä, ja sen ympärillä olevista vaihtelevalla reaktanssilla varustetuista passiivisista elementeistä. Passiivisten elementtien reaktanssia muuttamalla saadaan elementistä suuntaava tai heijastava, riippuen onko reaktanssi negatiivinen tai positiivinen, mahdollistaen signaalin suuntaamisen. Antennin varhaisin konsepti perustuu Roger Harringtonin vuonna 1978 julkaisemaan Harringtonin malliin missä elementin "sähköistä pituutta" (Electric length) muutetaan elementin reaktanssia vaihtelemalla säteilykuviota. (Information Resources Management Association 2010)

ESPAR antennin passiivisten elementtien tilannetta ei voi tarkastella, vain aktiivista elementtiä voidaan seurata. Perinteisessä antennissa jokaisen elementin vastaanottamaa signaalia voidaan tarkastella. Tämän ominaisuuden vuoksi perinteiselle antennille kehitettyjä algoritmeja ei voida käyttää ESPAR-antennin kanssa. (Information Resources Management Association 2010)



**Kuva 16.** Esimerkki ESPAR antennista (Ville Peltola, Centria AMK, 2017)

Perinteistä antenna käyttämällä signaali säteilee jokaiseen suuntaan. Signaali heijastuu eri pinnoista ja on häiriöaltis muille signaalilähteille. Lähettäminen jokaiseen suuntaan korkealla lähetysteholla lisää virran kulutusta johtaen lyhyempään akunkestoon. Älyantennin avulla signaali on mahdollista kohdistaa tiettyyn suuntaan. Kohdistus tehdään määrittämällä mistä suunnasta tuleva signaali on voimakkain. Signaalin heijastumat voidaan tunnistaa niiden ollessa heikompia verrattuna alkuperäiseen signaaliin. Antenni myös vaimentaa häiriösignaaleja johtaen pienemmän lähetystehon tarpeeseen ja pienempään virrankulutukseen aiheuttaen pidemmän akun keston. (Kulas, Ł et al. 2013)



**Kuva 17.** Perinteisen ja älyantennin toiminnallisuus (Ville Peltola, Centria AMK, 2017)

Älyantenneista löytyy runsas määrä tieteellisiä tutkimuksia ja julkaisuja niiden toiminnasta, ominaisuuksista ja hyödyistä perinteiseen anteeniin verrattuna. Älyantennin hyödyt perinteiseen anteeniin verrattuna ovat signaalin parempi laatu sekä suurempi kantavuus. Älyantennit soveltuvat suuremmalle käyttäjäryhmälle ja ne käyttävät verkkoa paremmin. Hyödyistä huolimatta älyantenni ei ole onnistunut korvaamaan perinteisempää antennia. Tekniikalla on myös haittapuolensa: rakenne on huomattavasti monimutkaisempi, hinta on korkeampi ja ne ovat kooltaan suurempi. (Mepits)

## 8. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksissa huomattiin, että sisätilapaikannustekniikat eivät ole tällä hetkellä kehittyneet ja standardoituneet ulkotilapaikannuksen tasolle, ja kehitystyötä tarvitaan vielä paljon. Sisätilapaikannukseen on muutamia yleisesti saatavilla olevia ratkaisuja, mutta jokaisessa ratkaisussa on heikkoutensa. Tekniikkavalintaa tehtäessä täytyykin tehdä valinta paikannustarkkuuden, hinnan ja laitteistohankintojen välillä. Niin sanottua ”täydellistä ratkaisua” ei ole vielä markkinoilla, mutta tällä kohtuullisen uudella tekniikan alalla kehitystä tapahtuu onneksi jatkuvasti.

Parhaimmat mahdollisuudet onnistuneeseen sisätilapaikannukseen ovat järjestelmissä, jotka käyttävät useita tekniikoita yhtäaikaaisesti, ja ovat mukautuvia uusien laitteiden ja tekniikoiden kanssa. Näin mahdollistetaan uusien, kehittyneiden ratkaisujen käyttöönotto tulevaisuudessa helposti ja ilman suuria ohjelmiston vaihtoja.

Tekniikkavalintaa tehdessä on tärkeää pohtia, millaiset paikannustoiminnot ovat tarpeellisia. Esimerkiksi sisätilanavigointi on sen kaupallisen merkityksen vuoksi melko hyvin saatavilla, mutta teollisuusympäristössä tarpeellisempaa voi olla kohteiden paikantaminen etänä valvontakeskuksessa. Reittiohjeita ei välttämättä tarvita. Täytyy siis pohtia, tarvitseeko paikannuspalveluita ensisijaisesti kentällä liikkuva kohde vai keskuksessa henkilömääriä seuraava valvoja. Luonnollisesti, mitä tarkempi ja monipuolisempi sisätilapaikannusjärjestelmä on, sitä enemmän sen käyttöönotto vaatii työtä muun muassa konfiguraation osalta. On myös tärkeä huomioida millaista tietoa järjestelmästä pitää saada, ja miten sitä analysoidaan. Useisiin paikannustuotteisiin kuuluu analytiikkaominaisuuksia, joita kannattaa hyödyntää, sillä tiedon analysointi itse on erittäin työlästä. Tarvittavien analyysien pitäisi löytyä järjestelmästä suoraan.

Testeissä huomattiin, että WiFi-paikannus toimii parhaiten, kun järjestelmä konfiguroidaan rakennuksen kaikkiin kiinteisiin tukiasemiin. Näin tehtiin Infosoftin järjestelmässä, ja se todettiinkin testatuista järjestelmistä hyvin toimivaksi. Proximi.io:n ja Yepzonin ratkaisuihin ei tehdä erillistä konfiguraatiota, vaan järjestelmä toimii automaattisesti hakemalla WiFi-tukiasemien tiedot Googlen tietokannasta, johon kuuluu muun muassa kaikki Android-laitteet. Tämä ei kuitenkaan ole aina luotettava paikannustapa liikkuvien ja vaihtuvien tukiasemien vuoksi. Tietokannasta ei välttämättä löydy rakennuksessa sijaitsevia kiinteitä tukiasemia, jotka antaisivat luotettavan paikannustuloksen jatkuvasti.

Jatkuva haaste kaikissa testatuissa ratkaisuihin oli paikannuksen viive. Lähes reaaliaikainen paikannus, johon ollaan totuttu ulkotilapaikannuksessa, on vielä erittäin vaikeaa saavuttaa sisätiloissa. BLE-beaconien lähetyksintervallin lyhentäminen vähentää viivettä. Tarkkuutta ja viivettä voidaan parantaa myös asettelemalla riittävä määrä beaconeita alueelle. Ohjeissa neuvottiin asentamaan beaconit esimerkiksi noin 25 metrin välein tai jokaiseen huoneeseen. Täytyy kuitenkin huomioida, että huoneiden tulee tällöin olla melko esteettömiä. Laitteita saatetaan siis tarvita paljon enemmänkin, mikä tietenkin nostaa hintaa.

Sisätilapaikannuspalveluihin kuuluu usein juuri kyseiselle järjestelmälle suunnitellut beaconit, joiden luvataan parantavan viivettä ja tarkkuutta. Niin sanottuja ulkopuolisen toimittajan beaconeita käytettäessä saatetaan säästää kustannuksissa, mutta laitteen laatu ei välttämättä vastaa ohjelmistojen omia beaconeita. Toisaalta ohjelmistoriippuvaiset beaconit ovat hyödyttömiä, jos järjestelmä poistuu käytössä, kun taas ulkopuolisen toimittajan laitteita voidaan hyödyntää muissakin kohteissa. Tämäkin on laitevalintoja tehtäessä otettava huomioon.

Selvitys antaa hyvän yleiskuvan sisätilapaikannuksen nykytilasta, ja markkinoiden paikannustuotteista. On kuitenkin selvää, ettei sisätilapaikannus ole vielä arkipäivää. Tekniikan kehityksessä tärkeää on selittää paikannustarkkuuden ja viiveen haasteet. Näihin haasteisiin parhaan ratkaisun tarjoavat paikannusjärjestelmät, joissa käytetään erinäisiä laitteistoja. Laitteistohankinnat aiheuttavat aina kuluja, jonka lisäksi laitteiden päivittäminen on useimmiten ohjelmistopäivitystä hintavampi ja työläämpi prosessi. Esimerkiksi YooBeen ratkaisussa huomataan, kuinka hintavampi laitteistojärjestelmä mahdollistaa kilpailijoita tarkemman ja nopeamman paikannustuloksen. Laitteiden hinnat ovat kuitenkin laskussa, ja ohjelmistopohjaiset järjestelmätkin kehittyvät jatkuvasti. Sisätilapaikannuksen hyödyt ovat huomattavia, minkä vuoksi tekniikan kehitys lähivuosina on varmaa.

## 8.1 Suosituksia sisätilapaikannusohjelmiston valintaan

Selvityksessä testatuista järjestelmistä parhaaksi todettiin Infsoftin järjestelmä. Järjestelmä on monipuolinen ja sisältää toimintoja, jotka ovat hyödyllisiä teollisuuskäytössä. Vaikka järjestelmässä oli joitain heikkouksia ulkoasun ja käytettävyyden osalta, kokonaisuutena järjestelmä toimii kuten luvattu. Paikannustuloksen luotettavuuteen tässä, kuten muissakin vaihtoehtoisissa, vaikuttaa myös käytettävien laitteiden (kuten BLE-beaconit) laatu, mikä onkin tärkeää ottaa huomioon paikannuskokonaisuutta luodessa. Infsoftin ohjelmisto mahdollistaa monipuoliset ja räätälöidyt ratkaisut. Käyttöönotto on hieman aikaa vievää, ja suosittelemme, että käyttöönoton suorittaa henkilö, jolla on tietämystä ohjelmistomaailmasta. Infsoftin asiakastuki on hyvä ja kohtuullisen nopea, joten apua ja neuvoja on saatavilla. WiFi- ja BLE-beacon-paikannus saadaan hyvin toteutettua tällä ohjelmistolla, ja optio UWB-paikannukseen on olemassa. Infsoft vaikuttaa alallaan yhdeltä johtavista toimijoista, mikä herättää luottamusta.

Infsoft, kuten suurin osa muistakin tutkituista palveluntarjoajista, suosittelee oman käyttäjäsovelluksen luomista lopulliseen paikannuskäyttöön. Testatut sovellukset ovat toimijan kehittämiä, juuri testaukseen tarkoitettuja sovelluksia. Oman sovelluksen luominen mahdollistaa sujuvan ja käyttökohteeseen sopivan käyttökokemuksen. Kuitenkin tämä vaatii huomattavasti enemmän ohjelmointityötä. Näin ollen järjestelmän käyttöönottoon täytyy varata enemmän aikaa, ja työ vaatii osaavan ohjelmoijan. Jos järjestelmää ei ole mahdollista ottaa käyttöön ja kehittää itse, on olemassa myös palveluntarjoajia, jotka asentavat ja kehittävät koko ratkaisun ”avaimet käteen” –periaatteella asiakkaalle.

Selvityksessä tutkituista järjestelmistä MapsPeoplen MapsIndoors-ratkaisu tarjoaa täyttä palvelupakettia, jossa räätälöidään asiakkaalle sopiva ratkaisu niin tekniikoiden, asennuksen kuin ohjelmistokehityksenkin osalta. MapsPeople tarjoaa ainoastaan asiakkaalle räätälöityjä ja asennettuja ratkaisuja. MapsPeoplen asiantuntevan palvelun avulla saadaan järjestelmän täysi potentiaali käyttöön, ja riski asennus- tai ohjelmistovirheille pienenee. Toki tällainen täyden palvelun toiminta voi olla hintavampaa kuin itsetoteutetun. Kuitenkin ratkaisu on nopea ja turvallinen, jos ei haluta tai kyetä toteuttamaan sisätilapaikannuksen käyttöönottoa omilla resursseilla. Selvityksen aikana käytyjen keskusteluiden perusteella MapsPeople vaikuttaa asiantuntevalta ja luotettavalta toimijalta, jolla on myös hyviä referenssejä paikannuksen toteuttamisesta.

## LÄHTEET

BlooLoc, a, "How yooBee works", saatavilla: <https://www.blooloc.com/technology/how-yoo-beeworks>

BlooLoc, b, "yooBee tags", saatavilla: <https://www.blooloc.com/products-yoobee-hardware/yoobeetags>

BlooLoc, c, "yooBee starter kit", saatavilla: <https://www.blooloc.com/products/yoobee-starter-kit>

Business Wire, "IndoorSpirit Will Demonstrate Its 1m-Accurate Mobile Indoor Navigation Software for LBS at MWC in Barcelona", helmikuu 2015, saatavilla: <http://www.businesswire.com/news/home/20150226005388/en/IndoorSpirit-Demonstrate-1mAccurate-Mobile-Indoor-Navigation-Software>

Connexient, a, "Enterprise Grade Indoor Positioning & Analytics", saatavilla: <http://www.connexient.com/product/indoor-positioning>

Connexient, b, "What makes an Enterprise solution?", saatavilla: <http://www.connexient.com/enterprise-solution>

DataBusiness, "CityTrack-sisätalapaikannus odottaa hyödyntäjiään", saatavilla: <http://www.databusiness.fi/fi/Uutiset/citytrack-sisatalapaikannus-odottaa-hyodyntajiaan/>

EE Times, "Japan Loves Geomagnetic Indoor Positioning", maaliskuu 2016, saatavilla: [http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1329115](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1329115)

Electronic Design, a, "What's The Difference Between Measuring Location By UWB, Wi-Fi, and Bluetooth?", helmikuu 2015, saatavilla: <http://electronicdesign.com/communications/what-sdifference-between-measuring-location-uwbi-fi-and-bluetooth>

Electronic Design, b, "What's The Difference Between Measuring Location By UWB, Wi-Fi, and Bluetooth?", helmikuu 2015, saatavilla: <http://electronicdesign.com/communications/what-sdifference-between-measuring-location-uwbi-fi-and-bluetooth>

Enkom Active, "PNI kehittää sisänavigointia SENtral-tuotteillaan", lokakuu 2015, saatavilla: <http://www.enkom-active.fi/uutiset-2015/pni-kehittaa-sisanavigointia-sentral-tuotteillaan/>

Estimote, a, "Create magical experiences", saatavilla: <http://estimote.com/#get-beacons>

Estimote, b, "Estimote Indoor Location", saatavilla: <http://estimote.com/indoor/>

Garmin, "What is GPS?", saatavilla: <http://www8.garmin.com/aboutGPS/>

Globe Newswire, "Visible Light Communication (VLC)/Li-Fi Technology & Free Space Optics (FSO) Market (2013-2018)", lokakuu 2013, saatavilla: <https://globenewswire.com/news-release/2013/10/09/579255/10051902/en/Visible-Light-Communication-VLC-Li-Fi-Technology-FreeSpace-Optics-FSO-Market-2013-2018.html>



Glopos, "Mobile Positioning", saatavilla: <http://glopos.com/wp/>

GPS Business News, "Glopos: From Universal Location Positioning to High Accuracy Positioning", syyskuu 2014, saatavilla: [http://www.gpsbusinessnews.com/Glopos-From-Universal-LocationPositioning-to-High-Accuracy-Positioning\\_a5065.html](http://www.gpsbusinessnews.com/Glopos-From-Universal-LocationPositioning-to-High-Accuracy-Positioning_a5065.html)

Gps.gov, "GPS Accuracy", saatavilla: <http://www.gps.gov/systems/gps/performance/accuracy/Here>, "Advanced Positioning by HERE", saatavilla: <https://developer.here.com/mobilesdks/documentation/android-premium/topics/advanced-positioning.html>

Himanka, M. 2017. Henkilökohtainen tiedonanto, sähköpostiviestit. 13.3.2017.

The Huffington Post, "Google's Wi-Fi Database May Know Your Router's Physical Location", Huhtikuu 2011, saatavilla: [http://www.huffingtonpost.com/2011/04/25/android-map-reveals-routerlocation\\_n\\_853214.html](http://www.huffingtonpost.com/2011/04/25/android-map-reveals-routerlocation_n_853214.html)

Indoor Atlas, "How it works?", saatavilla: <http://www.indooratlas.com/how-it-works/>

IndoorSpirit, "SPIRIT Indoor Positioning for Smartphones", saatavilla: [http://www.indoorspirit.com/spirit\\_navigation\\_ips.html](http://www.indoorspirit.com/spirit_navigation_ips.html)

Information Resources Management Association. 2010. Networking and Telecommunications: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications. IGI Global.

Infsoft, a, "Indoor navigation using WiFi as a positioning technology", syyskuu 2015, saatavilla: <https://www.infsoft.com/blog-en/articleid/40/indoor-navigation-using-wifi-as-a-positioning-technology>

Infsoft, b, "Indoor navigation, indoor positioning and location based services using VLC (visible light communication)", marraskuu 2015, saatavilla: <https://www.infsoft.com/blog-en/articleid/42/indoornavigation-indoor-positioning-and-location-based-services-using-vlc-visible-light-communication>

Infsoft, c, "Indoor Positioning with Ultra-wideband", saatavilla: <https://www.infsoft.com/technology/sensors/ultra-wideband>

Infsoft, d, "Indoor Navigation", saatavilla: <https://www.infsoft.com/solutions/indoor-navigation>

Infsoft, e, "infsoft Locator Nodes – flexible indoor positioning", saatavilla: <https://www.infsoft.com/technology/hardware/locator-nodes>

Infsoft, f, "Indoor Positioning with infsoft Locator Tags", saatavilla: <https://www.infsoft.com/technology/hardware/locator-tags>

Infsoft, g, "Indoor Positioning - Examples of Use", saatavilla: <https://www.infsoft.com/examplesofuse>

Inside GNSS, "Probabilities and Multipath", joulukuu 2008, saatavilla: <http://www.insidegnss.com/node/921>

Kontakt.io, "What Is a Beacon?", saatavilla: <https://kontakt.io/beacon-basics/what-is-a-beacon/>

Kulas, Ł. Rzymowski, M. Woźnica, P. "Verification of ESPAR Antennas Performance in the Simple and Calibration Free Localization System". International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation. Sivut: 64-67. Ranska. 2013. saatavilla: [https://ipin2013.sciencesconf.org/conference/ipin2013/eda\\_en.pdf](https://ipin2013.sciencesconf.org/conference/ipin2013/eda_en.pdf)

Locatify, "Games & Guides Everywhere", saatavilla: <https://locatify.com/>

MapsPeople, a, "Google Maps for Work - License", saatavilla: <https://www.mapspeople.com/googlemaps-licensing>

MapsPeople, b, "MapsIndoors, Indoor Wayfinding with GoogleMaps", saatavilla: <https://www.mapspeople.com/mapsindoors>

MapsPeople, c, "MapsIndoors CMS", saatavilla: <https://www.mapspeople.com/cms>

Markkula, A. 2017. Henkilökohtainen tiedonanto, sähköpostiviestit. 8.3.2017.

Mepits, "A better wireless system through Smart Antenna", Marraskuu 2014, saatavilla: <https://www.mepits.com/tutorial/241/Communication/Smart-Antenna>

Philips, a, "YellowDot program", saatavilla: <http://www.lighting.philips.com/main/systems/themes/led-based-indoor-positioning/yellowdot>

Philips, b, "Perfect light, precise location", saatavilla: <http://www.lighting.philips.com/main/systems/themes/led-based-indoor-positioning.html> Physics, "How does GPS works?", saatavilla: <http://www.physics.org/article-questions.asp?id=55>

Pietarinen, J. 2017. Henkilökohtainen tiedonanto, sähköpostiviestit. 25.4.2017.

Proximi.io, a, "Build apps that react to the physical world", saatavilla: <https://proximi.io/>

Proximi.io, b, "Features", saatavilla: <https://proximi.io/features/>

Proximi.io, c, "Pricing", saatavilla: <https://proximi.io/pricing/>

Rfid Connect, "SPREO Indoor Location Solutions", saatavilla: <http://www.rfidconnect.com/PressReleaseDetails.aspx?id=2016ecc8-432e-438b-82783bb7a92d846f>

Senion, a, "Whitepaper: Indoor Positioning 101", saatavilla: <https://senion.com/wpcontent/uploads/2016/11/Indoor-Positioning-101-%E2%80%93-Senion-whitepaper.pdf>

Senion, b, "Harness the power of location.", saatavilla: (<https://senion.com/products-services/>)

Senion, c, "Wayfinder", saatavilla: <https://senion.com/products-services/wayfinding/>

Senion, d, "Analytics", saatavilla: <https://senion.com/products-services/analytics/>

Senion, e, "Geomessenger", saatavilla: <https://senion.com/products-services/geomessenger/>

Senion, f, "Building Location-based services?", saatavilla: <https://senion.com/products/services/evaluation-kit/>

Sensewhere, a, "Technology", saatavilla: <http://www.sensewhere.com/solutions/technology/>

Sensewhere, b, "Applications", saatavilla: <http://www.sensewhere.com/solutions/applications/>

Situm, a, "We introduce the most advanced indoor positioning technology", saatavilla: <https://situm.es/en/technology>

Situm, b, "Pricing", saatavilla: <https://situm.es/en/pricing>

Spreo, a, "Geofencing & Proximity", saatavilla: <http://spreo.co/products/location-based-services/>

Spreo, b, "Deployment & Monitoring", saatavilla: <http://spreo.co/professional-services-solutions/>

Tech In Our Everyday Life, "Why doesn't GPS Work Inside a Building?", saatavilla: <http://techin.oureverydaylife.com/doesnt-gps-work-inside-building-18659.html>

Tekes, "DEWI Dependable Embedded Wireless Infrastructure", saatavilla: [https://extranet.tekes.fi/ibi\\_apps/WFServlet?IBIF\\_webapp=/ibi\\_apps&IBIC\\_server=EDASERVE&IBIW\\_F\\_msgviewer=OFF&IBIF\\_ex=O\\_PROJEKTI\\_RAP1&CLICKED\\_ON=&YPROJEKTI=11362885&YTARKASTELU=Z&YKIELI=S&YHANKETYYPPI=11&IBIAPP\\_app=opendata&YMUOTO=HTML](https://extranet.tekes.fi/ibi_apps/WFServlet?IBIF_webapp=/ibi_apps&IBIC_server=EDASERVE&IBIW_F_msgviewer=OFF&IBIF_ex=O_PROJEKTI_RAP1&CLICKED_ON=&YPROJEKTI=11362885&YTARKASTELU=Z&YKIELI=S&YHANKETYYPPI=11&IBIAPP_app=opendata&YMUOTO=HTML)

Yepzon, a, "Yepzon One", saatavilla: <http://yepzon.com/product/yepzon/>

Yepzon, b, "Yepzon Freedom", saatavilla: <http://yepzon.com/fi/tuote/yepzon-freedom/>

Yepzon, c, "UKK", saatavilla: <http://yepzon.com/fi/ukk/>

## KUVALÄHTEET

- [1] Biline, Centria AMK, "Tietoa hankkeesta", kesäkuu 2017, saatavilla: <https://tki.centria.fi/hanke/biline-turvallisuuteen-liittyvat-digitaaliset-ratkaisut/6222/6222/6222>
- [2] Ville Peltola, Centria AMK, 2017
- [3] Ville Peltola, Centria AMK, 2017
- [4] Leena Toivanen, Centria AMK, 2017
- [5] Leena Toivanen, Centria AMK, 2017
- [6] Leena Toivanen, Centria AMK, 2017
- [7] Yepzon-sovellus, "kuvakaappaus", Leena Toivanen, Centria AMK, kesäkuu 2017
- [8] Yepzon-sovellus, "kuvakaappaus", Leena Toivanen, Centria AMK, kesäkuu 2017
- [9] Yepzon-sovellus, "kuvakaappaus", Leena Toivanen, Centria AMK, kesäkuu 2017
- [10] Insoft, "kuvakaappaus", Leena Toivanen, Centria AMK, kesäkuu 2017
- [11] Insoft, "kuvakaappaus", Leena Toivanen, Centria AMK, kesäkuu 2017
- [12] Insoft, "kuvakaappaus", Leena Toivanen, Centria AMK, kesäkuu 2017
- [13] Proximi.io, "kuvakaappaus", Leena Toivanen, Centria AMK, kesäkuu 2017
- [14] Proximi.io, "kuvakaappaus", Leena Toivanen, Centria AMK, kesäkuu 2017
- [15] Proximi.io, "kuvakaappaus", Leena Toivanen, Centria AMK, kesäkuu 2017
- [16] Ville Peltola, Centria AMK, 2017
- [17] Ville Peltola, Centria AMK, 2017

## SISÄTILAPAIKANNUS – TEKNIikat JA TUOTTEET

Tässä teknologiakartoituksessa luodaan katsaus erilaisiin sisätilapaikannusjärjestelmiin ja perehdytään niiden toimintaan. Tavoitteena on kartoittaa tällä hetkellä olemassa olevia eri valmistajien sisätilapaikannusjärjestelmiä, selvittää näistä kolme toimivinta vaihtoehtoa sisätilapaikannukseen, ja testata niiden toimintaa.

Biline-hankkeessa luodaan turvallisuuden kokonaiskuva, jossa suuressa roolissa on tieto siitä, missä laitteet ja ihmiset sijaitsevat. Paikkatiedon perusteella voidaan antaa turvallisuusohjeita keskitetysti niille henkilöille, jotka tarvitsevat kyseistä tietoa. Kun henkilö saapuu alueelle, hän saa älylaitteeseensa hälytyksen tarvittavista turvavarusteista tai -toimista. Samoin onnettomuuden sattuessa, toimintaohjeet toimitetaan suoraan niitä tarvitseville paikkatiedon perusteella. Pelastustoimien tukena paikannus antaa tiedon siitä, missä apua tarvitaan, ja voidaan olla varmoja, että onnettomuusalue on tyhjennetty. Tämän selvityksen tarkoitus on kartoittaa parhaat tavat toteuttaa sisätilapaikannus teollisuusympäristössä.

Sisätilapaikannusjärjestelmän avulla seurataan alueen henkilömääriä. Samalla rakennuksessa liikkuva yksilö saa tietoa ja apua liikkumiseen alueella. Reittiohjeet ja kartat ovat sisätilapaikannusratkaisujen perustoimintoja. Navigaatio sisätiloissa helpottaa ja nopeuttaa työskentelyä. Vierailijoille navigaatio on erittäin hyödyllinen ja esimerkiksi asiakastytyvyyttä parantava palvelu.

Centria. Raportteja ja selvityksiä, 26

ISBN 978-952-7173-27-5 (PDF)

ISSN 2342-933X