

GPS-Asset Tracking

Tapio Levä

OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2019

Tieto- ja viestintäteknikka
Sulautetut järjestelmät ja elektroniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tieto- ja viestintäteknikka
Sulautetut järjestelmät ja elektroniikka

LEVÄ, TAPIO:
GPS-Asset Tracking

Opinnäytetyö 32 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Maaliskuu 2019

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan satelliittipaikannukseen perustuvan seurantajärjestelmän mahdollistamia palveluita lähetysten ja omaisuuden seurantaan. Työssä tarkastellaan tarkoitukseen soveltuvan järjestelmän rakennetta sekä mahdollisia tapoja sen toteuttamiseksi. Järjestelmän toteutusta tutkitaan lähetysten ja omaisuuden mukaan liitetyllä seurantalaitteella toteutettuna sekä hyödyntämällä niiden kuljetusketjussa jo olevia seurantalaitteita.

Seurantajärjestelmällä ehkäistään lähetysten hukkaantumista sekä joutumista väärään määränpään kuljetuksen aikana. Lähetysten kuljetuksessa viettämää aikaa voidaan hyödyntää tilausten suunnittelussa sekä varastoinnin optimoinnissa. Myös omaisuuden sijaintia sekä niiden saapumista tilapäisille toimipisteille on mahdollista valvoa.

Seurantajärjestelmän toteutus lähetysten ja omaisuuden mukana kulkevalla GPS-seurantalaitteella on perusteltua, kun sen lisääminen ei nosta lähetysten kuluja hyötyjä suuremmiksi. Käytännössä tämä tarkoittaa arvokkaita lähetystyyppejä tai edullisempia lähetystyyppejä, joita halutaan seurata vielä niiden määränpään saapumisen jälkeen. Lähetyskohtaisen seurantalaitteen käyttö vaatii tosin ylimääräisiä työvaiheita sen pakkaamiseksi lähetykseen ja sen palauttamiseen takaisin seurantalaitteen omistajalle.

RFID-tunnisteella toteutettu seuranta soveltuu edullisille lähetyksille tunnisteen huokeyn hinnan ansiosta. Tämän tyyppisessä seurantajärjestelmässä lähetyksillä ei ole omaa GPS-seurantalaitetta, vaan niiden seurantaan käytetään toimitusketjussa olevia seurantalaitteita, joiden sijaintidatan lähetykset liitetään pilvipalvelussa lähetysten ja niitä kuljettavien ajoneuvojen RFID-tunnisteiden perusteella. Tunnisteiden liittäminen lähetykseen voidaan automatisoida seurantalaitetta paremmin, eikä niille tarvitse kehittää erillistä palautusprosessia, mikä yksinkertaistaa järjestelmää. Varjopuolena on järjestelmän vaatimat investoinnit RFID-lukijoihin, joilla lähetysten sijainnin linkitys hoidetaan toimitusketjun aikana.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in ICT Engineering
Embedded Systems and Electronics

LEVÄ, TAPIO:
GPS-Asset Tracking

Bachelor's thesis 32 pages, appendices 5 pages
March 2019

This thesis focuses on position tracking of shipments and property using GPS navigation system. Tracking system components are examined as well as different ways to implement it. Shipment tracking is possible to achieve using a tracking device attached to the shipment or alternatively by utilizing existing trackers in the transportation chain.

Shipment tracking during transportation is effective way to prevent good from getting lost or ending up in wrong destination due to human error. Collected shipment tracking data can be used to predict and optimize invoices and inventory sizes in warehouses. In addition to this tracking can be used in temporary sites to monitor otherwise unsupervised assets and shipments.

Tracking can be accomplished using shipment specific tracking devices when dealing with more expensive goods, or when shipment tracking is necessary after shipment arrival. Shipment specific tracker introduces additional steps to delivery process in the form of device preparation before shipping and returning process after shipment arrival.

To benefit from existing tracking devices in transportation chain an RFID based solution can be implemented. In such arrangement the shipment ID is encoded onto an RFID tag which is used to link the shipment to the GPS tracker of the transportation vehicle. This eliminates the need to return tracking devices to their owner and expands the scope of GPS tracking to less valuable goods. The disadvantage of this approach however is the investments needed in the RFID reader installations.

Key words: gps asset tracking rfid

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	GPS-SEURANNAN MAHDOLLISTAMAT PALVELUT	8
2.1	Sijainnin reaaliaikainen seuranta	8
2.2	On-site-varasto.....	8
2.3	Tomittajan hallinnoima varasto (VMI).....	9
2.4	Virtuaaliaita	10
2.5	Lähetyksen tilan tarkkailu.....	11
3	SEURANTAJÄRJESTELMÄN KOMPONENTIT	12
3.1	Järjestelmän yleiskuvaus.....	12
3.2	Satelliittipaikantamisjärjestelmä.....	12
3.3	GPS-seurantalaite.....	13
3.4	Mobiiliverkkoyhteys	13
3.5	Pilvipalvelu sijaintidatalle.....	14
3.6	Karttapalvelu.....	14
3.7	Käyttöliittymä	14
4	GPS-PAIKANNINTA KÄYTTÄVÄ SEURANTAJÄRJESTELMÄ	16
4.1	Seurantalaitteen vaatimukset	16
4.2	Seurantalaitteen liittäminen lähetykseen.....	18
4.3	Lähetyksen seuranta kuljetuksen aikana.....	18
4.4	Lähetyksen vastaanotto ja seurantalaitteen palautus.....	19
5	VIRTUAALINEN GPS-SEURANTA	20
5.1	Järjestelmän komponentit	20
5.2	Sijainnin seuranta RFID-tekniikalla	20
5.3	RFID-lukijat.....	21
5.4	RFID-tunnisteet	22
5.5	Lähetyksen luominen	22
5.6	Lähetyksen kerääminen	23
5.7	Valmiin lähetyksen siirtäminen kuljetettavaksi	23
5.8	Lähetyksen siirtäminen kuljetusmuodosta toiseen	24
5.9	Lähetyksen vastaanotto	24
6	POHDINTA.....	26
	LÄHTEET.....	27
	LIITTEET	28
	Liite 1. Yepzon Asset	28
	Liite 2. Yepzon Asset service.....	29
	Liite 3. Yepzon Fact Sheet	30

Liite 4. Impinj Speedway quick start guide 1/(2) 31
2/(2) 32

LYHENTEET JA TERMIT

3G/4G	Lyhenne kolmannen ja neljännen sukupolven matkapuhelinteknologioille
ETSI	European Telecommunications Standards Institute, voittoa tavoittelematon eurooppalainen telealan standardoimisjärjestö
FCC	Federal Communications Commission, Yhdysvaltain telehallintovirasto
GPS	Global Positioning System, satelliittipaikannusjärjestelmä
RAIN	RAdio frequency IdentificatioN, Kansainvälinen RFID-tekniologian käyttöä edistävä ryhmittymä
RFID	Radio Frequency IDentification, radiotaajuinen etätunnistus
TTF	Time To First Fix, paikanninlaitteen sijainnin määrittämiseen kuluva aika
UHF	Ultra High Frequency, radioaaltojen taajuusalue välillä 0,3-3 GHz
VMI	Vendor Managed Inventory, toimittajan hallinnoima varasto

1 JOHDANTO

Seurantajärjestelmän lisäämisellä lähetyksiin ja omaisuuteen voidaan välttyä inhimillisten virheiden aiheuttamilta ongelmilta. Lähetyksen hukkaantumisesta tulee lähes mahdotonta, ja useissa erissä toimitettavien lähetyksen määränpään saapumisen seuraaminen helpottuu, jolloin saapumista seuraavien jatkotoimenpiteiden suunnittelu ja toteutus tehostuu.

Käyttämällä lähetyksen tunnistukseen ja seurantaan RFID-tunnisteita seurantalaitteiden rinnalla tarkentuu niiden seuranta koskemaan myös lähetyksen sisältöä. Hyödyntämällä seurannassa kuljetusyhtiöiden seurantalaitteita voidaan reaaliaikainen seuranta ulottaa myös huokeampiin lähetyksiin.

2 GPS-SEURANNAN MAHDOLLISTAMAT PALVELUT

GPS-seurannan avulla voidaan tarjota asiakkaille lisäarvopalveluita, joilla asiakkaat voivat optimoida omaa toimitusketjuaan tai pitää kirjaa omaisuutensa sijainnista väliaikaisissa varastopaikoissa, jotka eivät sijaitse asiakasyritysten toimipisteissä.

GPS-seurantalaitteiden suhteellisen edullisista hinnoista huolimatta niillä ei ole taloudellisesti kannattavaa seurata halpoja lähetyksiä, vaikka reaaliaikaisella seurannalla voitaisiin tuoda niihin lisäarvoa.

2.1 Sijainnin reaaliaikainen seuranta

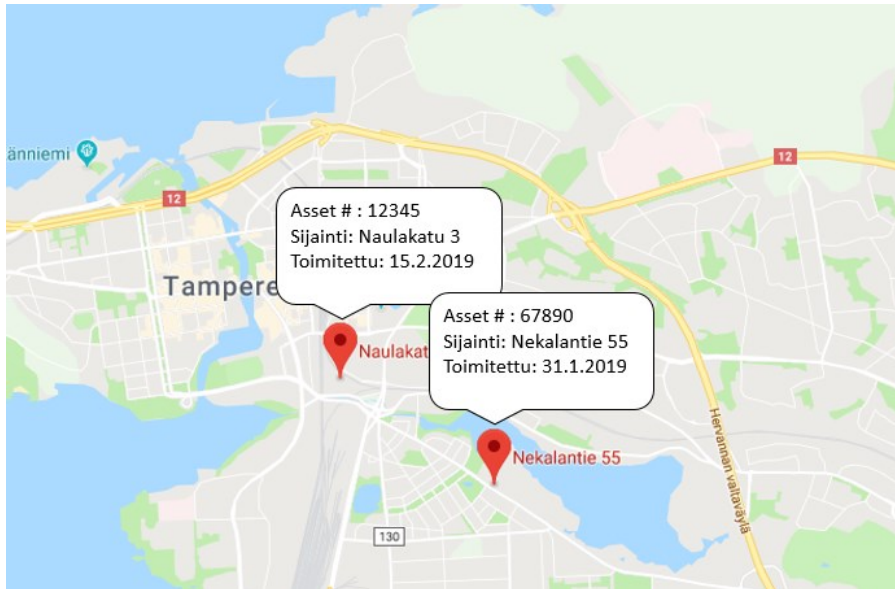
Yksinkertaisin palvelu, joka satelliittipaikannuksella voidaan toteuttaa on, reaaliaikainen seuranta. Yksinkertaisuudestaan huolimatta reaaliaikaisesta sijainnista voidaan saada paljon hyötyä toimitusketjujen hallintaan. Lähetyksen hukkaantumisesta tulee lähes mahdotonta, ja niiden saapumisajankohtaa pystytään arvioimaan sijainnin perusteella. Tämän hyödyn saaminen kuitenkin vaatii ihmisen työpanoksen käyttöä työssä, joka voitaisiin hoitaa koneellisesti.

2.2 On-site-varasto

Useilla yrityksillä on tarve varastoida saapuvia lähetyksiä väliaikaisissa varastopaikoissa kuten työmailla. Näiden lähetyksen ajallaan saapumisen valvominen saattaa olla haastavaa, erityisesti mikäli lähetystä ei toimiteta yrityksen vakituisiin tiloihin, vaan toimitetaan suoraan väliaikaiseen varastoon.

Liittämällä lähetyksen mukaan seurantalaitte voidaan sen saapumisesta väliaikaiselle varastolle saada ilmoitus. Seurantalaitte myös mahdollistaa lähetyksen seurannan sen saapumisen jälkeen, jolloin voidaan välttyä niiden hukkaantumiselta. Puhuminen lähetyksestä tässä on harhaanjohtavaa, sillä lähetys on vastaanottamisen jälkeen muuttunut vastaanottajan omaisuuseräksi, josta käytetään englanniksi termiä asset. Termille ei ole virallista suomenkielistä vastinetta, joten usein puhutaan ”aseteista”.

Kuvassa 1 on esitetty kuvitteellinen tilanne, jossa kartalta voidaan seurata kahdella eri työmaalla olevia asetteja. Kahden asetin tapauksessa GPS-seurannan tuomat hyödyt ovat vähäiset, mutta kun sijainteja on kymmeniä ja asetteja satoja, helpottuu niiden löytyminen ja hallinnointi huomattavasti.



Kuva 1. Kuvitteellisilla työmailla olevien asettien sijainti kartalla (Google Maps)

2.3 Tomittajan hallinnoima varasto (VMI)

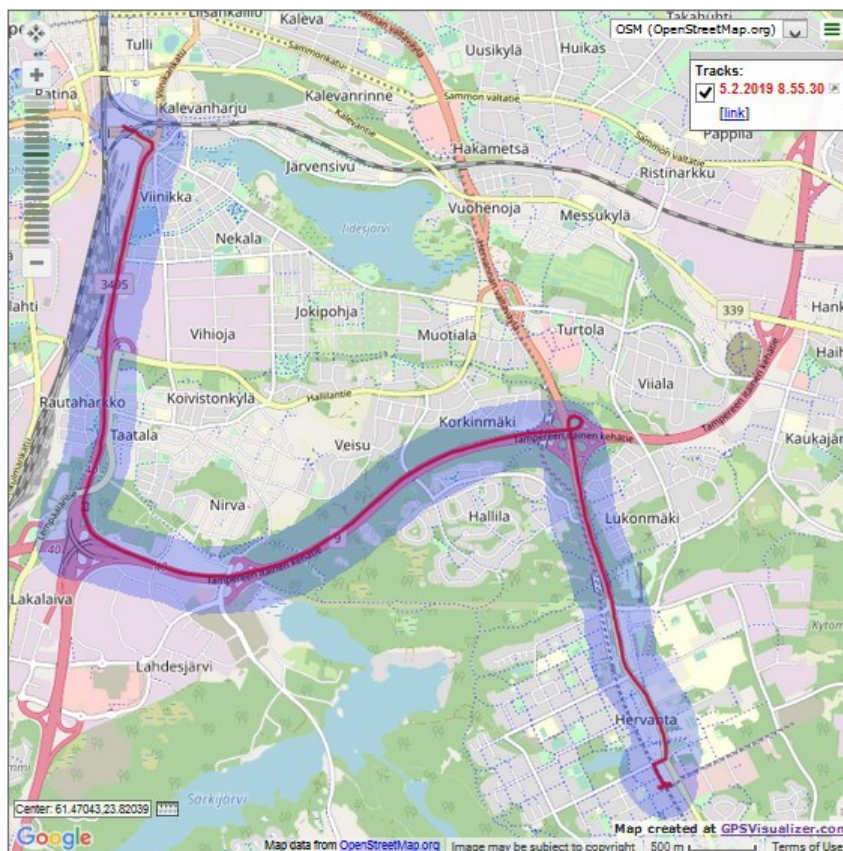
VMI (Vendor Managed Inventory) tarkoittaa varastonhallinnan ulkoistamista tavarantoimittajalle. VMI-toiminnassa palveluntuottaja hoitaa varaston täydennykset ja huolehtii varaston toimivuudesta. Usein täydennys perustuu tasavälein tapahtuvaan saldontarkistukseen ja tarpeenmukaisen vaihtuvan eräkoon täydennykseen esimerkiksi minmax-periaatteella. (Logistiikanmaailma)

Keräämällä riittävästi dataa varaston täydennysprosessista voidaan sen pullonkaulat selvittää sekä mahdollisesti optimoida täydennysprosessia siten, että osa varastosta on kuljetusketjussa. Näin varaston kokoa ja siinä kiinni olevaa pääomaa voidaan pienentää.

2.4 Virtuaaliaiata

Keräämällä dataa lähetyksen kulkureiteistä voidaan uusille lähetyksille luoda ”putkia”, joita pitkin ne kulkevat, ja aiheuttaa hälytys, mikäli lähetykset poistuu sille määritellyltä reitiltä. Näin voidaan välittömästi puuttua tilanteeseen, joka aiheuttaisi lähetyksen viivästyksen sen joutuessa toimitetuksi väärään määränpäähän. Virtuaaliaidalla voidaan myös rajata esimerkiksi työmaa ja näin valvoa, että siellä olevat assetit eivät poistu työmaa-alueelta.

Kuvassa 2 näkyy virtuaaliaidalla rajattu reitti välillä Insinöörinkatu 60 ja Naulakatu 3. Rajatulla alueella näkyy punaisella viivalla sekunnin välein tallennettu henkilöauton sijainti. Sijainnin tallentamiseen käytettiin GeoTracker-mobiilisovellusta, jolla sijaintidatan pystyy tallentamaan GPX-formaatissa ja sijainnin piirtämiseen kartalle gpsvisualizer.com sivustoa. Virtuaaliaidan rajaama alue piirrettiin käyttämällä GIMP-kuvankäsittelyohjelmistoa. Todellisessa seurantal palvelussa virtuaaliaidan tekemiseen voidaan käyttää karttapalvelun rajapintaa.



Kuva 2. Kartalle piirretty virtuaaliaiata ja sekunnin välein tallennettu sijainti (Google Maps)

2.5 Lähetyksen tilan tarkkailu

Useimmilla seurantalaitteilla voidaan tallentaa sijainnin lisäksi muutakin dataa, mm. kiihtyvyyttä, lämpötilaa ja ilmankosteutta. Näiden antureiden dataa tarkkailemalla voidaan haluttaessa vahtia vaikkapa lähetyksen kylmäketjun katkeamista tai lähetyksen putoamista kuljetuksen ja varastoinin aikana.

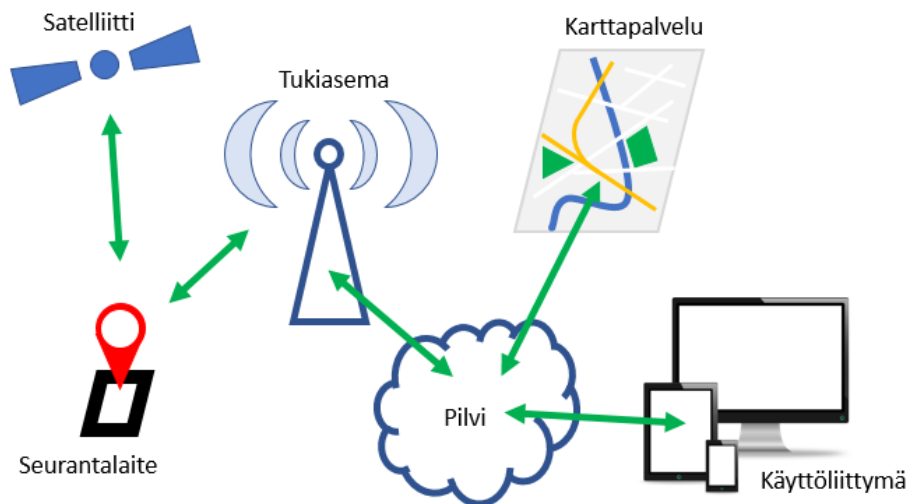
Yhdistämällä poikkeama anturidatassa sijaintiin saadaan selville, missä lähetyksen vaurioituminen tapahtui. Kun lähetyksen vaurioitumisesta saadaan tieto reaaliajassa, voidaan korvaava tuote lähettää asiakkaalle välittömästi. Ilman seurantaa korvaavan tuotteen lähetys saattaisi viivästyä jopa päiviä.

3 SEURANTAJÄRJESTELMÄN KOMPONENTIT

3.1 Järjestelmän yleiskuvaus

Järjestelmä koostuu kuvan 3 mukaisista komponenteista, jotka ovat satelliittipaikallistamisjärjestelmä, mobiililaajakaistalla varustettu seurantalaite, pilvipalvelu datan tallentamiseen, karttapalvelu ja järjestelmän käyttöliittymä.

Satelliittipaikannukseen voidaan käyttää vapaassa käytössä olevia GPS- tai GLONASS-paikannusjärjestelmiä tai molempia. Järjestelmän muut komponentit voidaan valita vapaammin tarjolla olevista vaihtoehdoista.



Kuva 3. Seurantajärjestelmän vähimmäiskomponentit

3.2 Satelliittipaikantamisjärjestelmä

GPS (Global Positioning System) on Yhdysvaltain ilmavoimien hallinoma satelliittipohjainen paikantamisjärjestelmä, joka koostuu 24:stä maata kiertävästä satelliitista. Järjestelmän paikannussignaaliin aiemmin sisällytetty häirintäkoodaus lopetettiin vuonna 2000, jolloin se avattiin kaupalliseen ja siviilikäyttöön.

GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema) on Venäjän hallinoma vuonna 2007 vapaaseen käyttöön julkaistu satelliittipohjainen

paikantamisjärjestelmä. Järjestelmän avaruussegmentti koostuu GPS-järjestelmän tavoin 24:stä maata kiertävästä satelliitista.

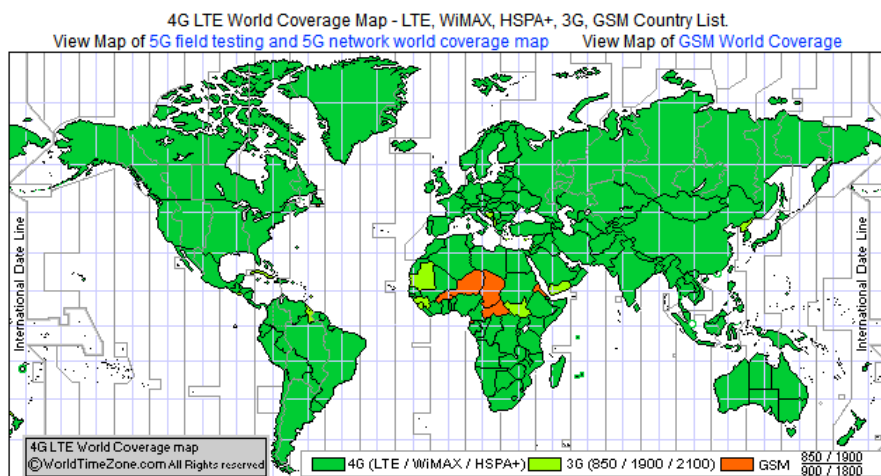
3.3 GPS-seurantalaite

GPS-paikantimia on saatavilla useisiin eri käyttökohteisiin, niitä ovat mm. lähetysten seuranta ja ajoneuvojen seuranta. Seurantalaitetta valittaessa tulee ottaa huomioon, että yleensä ajoneuvokäyttöön suunnitelluissa laitteissa ei ole omaa akkua, vaan ne saavat käyttövoimansa ajoneuvon sähköjärjestelmästä.

3.4 Mobiiliverkkoyhteys

Vaikka 3G-verkko kattaakin lähes koko maapallon, ei sen käyttäminen välttämättä enää ole järkevää, sillä osa teleoperaattoreista on jo ilmoittanut 3G-verkkojensa alasajosta. Vodafone esimerkiksi suunnittelee alkavansa sulkea 3G-verkkojaan Euroopassa vuonna 2020 sitä mukaa, kun käyttäjät siirtyvät 4G:n käyttöön (Fiercewireless).

4G LTE kattaa nykyisellään (kuva 4) jo koko Euroopan, joten kattavuuden puolesta sen käytölle ei ole esteitä. Markkinoilla on jo myös 4G LTE -yhteydellä varustettuja GPS-seurantalaitteita, joten sellaisen käyttö olisi järjestelmän pitkäikäisyyden kannalta hyvä vaihtoehto.



Kuva 4. 4G LTE:n maailmankartta. (Worldtimezone)

3.5 Pilvipalvelu sijaintidatalle

Sijaintidatan tallentaminen ja analysoiminen vaatii pilven. Pilveksi soveltuu esimerkiksi Microsoftin Azure Cloud tai Amazon Cloud. Molemmilla palveluilla on tukena suuri kansainvälinen yritys, joten niiden voidaan olettaa olevan toiminnassa pitkälle tulevaisuuteen.

Pilvipalvelussa tulisi olla rajapinnat, joilla sijaintidatan käyttö myös asiakkaan omassa järjestelmässä on mahdollista.

3.6 Karttapalvelu

Karttapalvelu on olennainen osa seurantajärjestelmää ja sen käyttöliittymää. Suosituimpia karttapalveluita ovat Google Maps ja Microsoft Bing Maps (Programmableweb)

Molemmat palvelut tarjoavat lähes samat ominaisuudet karttojen hyödyntämiseksi kolmannen osapuolen sovelluksissa. Google Maps:sta poiketen Microsoftin Bing ei sisällä natiivia iOS- tai Android-tukea, mutta kummassakin palvelussa on tuki selainpohjaisten sovellusten tekemiseen. (Codematters)

3.7 Käyttöliittymä

Sijaintidatan näyttämiseksi ja hyödyntämiseksi tarvitaan käyttöliittymä, jonka tulisi mielellään toimia myös mobiililaitteilla. Minimissään käyttöliittymästä tulee voida tarkastella seurantalaitteiden sijaintia. Käyttöliittymän tulisi myös olla kohtuullisella vaivalla räätälöitävissä vastaamaan asiakkaan tarpeita.

Sekä Microsoftin, että Amazonin pilvipalvelut tarjoavat kehittäjille laajan valikoiman suosituimpia ohjelmointikieliä käyttöliittymien kehittämiseen. Palveluiden tukemat ohjelmointikielet näkyvät taulukossa 1.

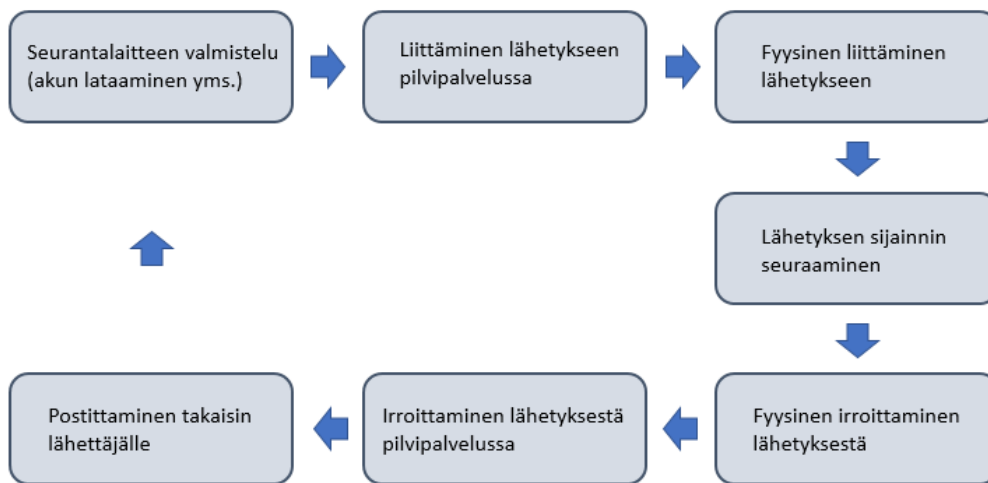
Microsoft Azure	Amazon Cloud
.NET	.NET
Java	Java
Node JS	Node JS
Python	Python
PHP	PHP
	Ruby

Taulukko 1. Microsoftin ja Amazonin pilvipalveluiden tukemat ohjelmointikielät.
(Lähteet Microsoft, Amazon)

4 GPS-PAIKANNINTA KÄYTTÄVÄ SEURANTAJÄRJESTELMÄ

GPS-paikantimen käyttäminen lähetysten seurantaan aiheuttaa lähetykseen ylimääräisiä kuluja. Vaikka paikanninlaite olisi mahdollisimman halpa, ei sitä voida kustannussyistä käyttää, kuin riittävän suuriarvoisten lähetysten seuraamiseen.

Kuvassa 5 on esitetty seurantalaitteen kierto lähetysten mukana. Sijainnin seuraamista lukuunottamatta kaikista vaiheista aiheutuu lisätyötä, joka on vaikeasti automatisoitavissa.



Kuva 5. Seurantalaitteen kierto lähetysten mukana

4.1 Seurantalaitteen vaatimukset

Akun keston maksimoimiseksi käytettävä seurantalaitte on suurimman osan ajasta virransäästötilassa ja käynnistyy vain sijaintitiedon päivittämistä varten. Tästä syystä time to first fix (TTFF) eli aika, joka laitteella kuluu paikkatiedon selvittämiseen, tulee myös olla mahdollisimman lyhyt laitteen käynnissäoloajan minimoimiseksi.

Seurantalaitteiden akun keston arvioiminen on hankalaa, sillä eri valmistajilla ei ole yhteistä standardia sen ilmoittamiseksi. Akun kesto on yleensä kompromissi sijainnin päivitystiheyden ja halutun akun keston välillä. Myös laitteen IP-luokituksella on merkitystä, mikäli se halutaan kiinnittää lähetyksen tai omaisuuden ulkopintaan.

Taulukkoon 2 on koottu muutaman omaisuuden seurantaan soveltuvan seurantalaitteen ominaisuuksia eri kiinalaisvalmistajilta. Kaikki laitteet soveltuvat hintansa ja fyysisen kokonsa puolesta hyvin tarkoitukseen, myös TTFF on kiitettävän nopea. Akun kestot on ilmoitettu jatkuvassa käytössä, joten niitä voidaan pidentää päivitystiheyttä harventamalla.

Valmistaja	Verkko	GNSS	Akkukesto (h)	Mitat (mm)	Hinta (\$)	TTFF max (s)
Shenzen Mobicom Telematics Co., Ltd.	4G LTE	GPS	50	120x120x50	39-45	?
Zhongshan Highyes Electronic Co., Ltd.	2G	GPS	20	89x43x26	19-24	27
Shenzen Orchid Electronic Technology Co., Ltd.	4G LTE	GPS	?	104x56,5x24	40-60	38
Shenzen YTD Industries Co., Ltd.	2G	GPS	?	76x45x22	19,9-25	32

Taulukko 2. Muutamien kiinalaisvalmistajien seurantalaitteiden ominaisuuksia (Alibaba.com)

Vertailun vuoksi kuvassa 6 on Tamperelaisen Yepzon:in lähetysten seurantaan tarkoitettu Asset-seurantalaitte. Valmistaja lupaa laitteelleen käytöstä riippuen vähintään kuukauden akkukeston (liite 1), joka olisi varmasti riittävä useimpien lähetysten sijainnin seuraamiseen.

Valmistajalla on laitteelle myös valmis selainpohjainen käyttöliittymä, josta sen reittiä ja sijaintia voi seurata. Laitteen hinta veroineen on lähes kaksisataa euroa, joka nostaa sillä toteutetun seurantajärjestelmän kustannukset korkeiksi.

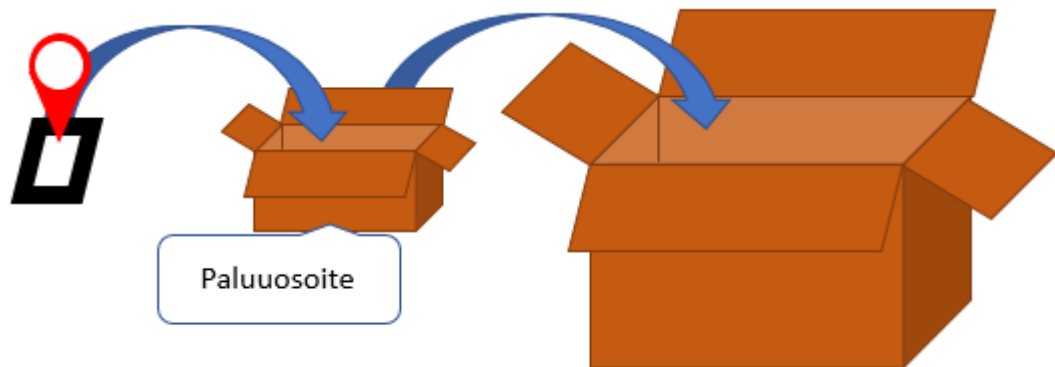


Kuva 6. Yepzon Asset GPS-seurantalaitte (<https://yepzon.com/us/product/asset/>)

4.2 Seurantalaitteen liittäminen lähetykseen

Lähetyksen pakkaaja liittää ladatun ja käyttöön otetun seurantalaitteen lähetykseen pilvipalvelussa käyttämällä seurantalaitteen sarjanumeroa. Prosessiin voidaan lisätä automaatiota kiinnittämällä seurantalaitteeseen viivakoodi tai QR-koodi, josta sarjanumero voidaan lukea.

Palautusprosessin helpottamiseksi seurantalaite voidaan pakata jo valmiiksi palautuslaatikkoon. Palautuslaatikon valinnalla voidaan mahdollisesti myös suojata seurantalaitetta sääolosuhteilta.



Kuva 7. Seurantalaitteen pakkaaminen lähetykseen.

4.3 Lähetyksen seuranta kuljetuksen aikana

Lähetyksen sijainnin seuranta kuljetuksen aikana on kohtalaisen yksinkertainen prosessi. Paikanninlaite käynnistyy halutuin väliajoin, selvittää sijaintinsa ja muodostaa mobiiliverkkoyhteyden tietojen lähettämiseksi. Ihannetapauksessa paikanninlaitteella olisi näköyhteys taivaalle kuljetuksen aikana, käytännössä tämä ei kuitenkaan toteudu suurimmassa osaa kuljetuksia.

Maastoesteet tuovat myös lisähaasteita lähetyksen paikallistamiseen. Muunmuassa tunnelit, korkeat rakennukset ja tiheä puusto häiritsevät GPS-satelliittien signaaleja. Näistä aiheutuneet katvealueet saattavat aiheuttaa pitkiä katkoksia seurantaan etenkin käyttäessä harvaa sijainnin päivitystiheyttä. (Allen Lee)

4.4 Lähetyksen vastaanotto ja seurantalaitteen palautus

Lähetykselle voidaan tehdä automaattinen saapumisilmoitus virtuaaliaitaa käyttämällä. Jos paikanninlaitteella halutaan seurata saapuneen lähetyksen sijaintia vielä sen saavuttua perille, voidaan automaattista vastaanottoa käyttämällä välttyä ihmisresurssien tuhlaamiselta sen vastaanottoon.

Lähetettäessä paikanninlaite takaisin lähettäjälle tulee ottaa huomioon, että osaa paikanninlaitteista ei pysty sammuttamaan, vaan ne jatkavat sijaintinsa päivitystä, kunnes niiden akku loppuu. Tästä syystä laite tulee irroittaa pilvessä asetatista, jonka sijaintia sillä on seurattu. Hyvänä puolena paikanninlaitteen omistaja voi seurata tämän ominaisuuden ansiosta myös laitteen palautusprosessin.

5 VIRTUAALINEN GPS-SEURANTA

5.1 Järjestelmän komponentit

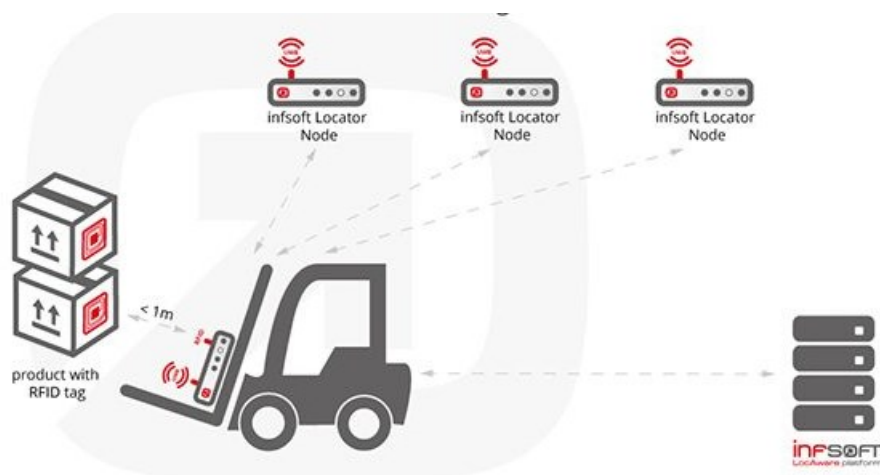
Seurantajärjestelmä voidaan myös toteuttaa virtuaalisesti, mikäli käytettävillä kuljetusyhtiöillä on kulkuneuvoissaan GPS-seurantalaitteet. Tässä järjestelmässä itse lähtyksellä ei ole omaa seurantalaitetta, vaan lähteyksen seuraamiseen käytetään ulkopuolisia GPS-seurantajärjestelmiä, joihin lähetys linkitetään RFID-tunnisteen avulla.

Toimiakseen järjestelmä vaatii lähteyksien varustamisen UHF-tunnisteilla sekä erinäisiä lukijaratkaisuja lähteyksen linkittämiseen tietokannassa. UHF-tunnisteiden hyvänä puolena on GPS-paikantimeen verrattuna erittäin edullinen hinta, joka lasketaan kymmenissä senteissä, joten niiden käyttäminen ei nostaisi lähetyskohtaisia kuluja liiaksi.

5.2 Sijainnin seuranta RFID-tekniikalla

Useat yritykset tarjoavat omaisuuden ja lähetysten seuranta sisätiloissa tai ulkona sijaitsevilla varastoalueilla käyttäen RFID-tekniikkaa. Nämä sijaintipalvelut rajoittuvat kuitenkin vain alueelle, jossa on RFID-lukijoita.

Infsoft'in järjestelmässä tunnisteiden lukuetaisyys on noin metrin luokkaa ja haarukkatrukin sijaintia seuraamalla tallennetaan sijaintitiedot omaisuudesta, jonka sijaintia halutaan seurata. (Infsoft)



Kuva 8. Insoft:in paikannusjärjestelmä

(<https://www.insoft.com/technology/sensors/rfid>)

5.3 RFID-lukijat

Toimiakseen järjestelmä edellyttää RFID-lukijoiden asentamista paikkoihin, joissa lähetyksiä käsitellään. Tarkoitukseen soveltuu Impinj Speedway RFID-lukija (Kuva 9), joka on valmistajan mukaan eri versioineen maailman myydyin RAIN RFID-lukija.

Lukijan 4-porttinen R420-versio soveltuu erinomaisesti oviaukkoihin asennettaviin porttilukijoihin, sillä neljää antennia käyttäen voidaan lukea myös RFID-tunnisteiden kulkusuunta oviaukossa. Sama lukija, tai sen 2-porttinen R220-versio voidaan asentaa myös kohtuullisella vaivalla trukkiin lukijan 24 voltin käyttöjännitteen ansiosta. (liite 4.)

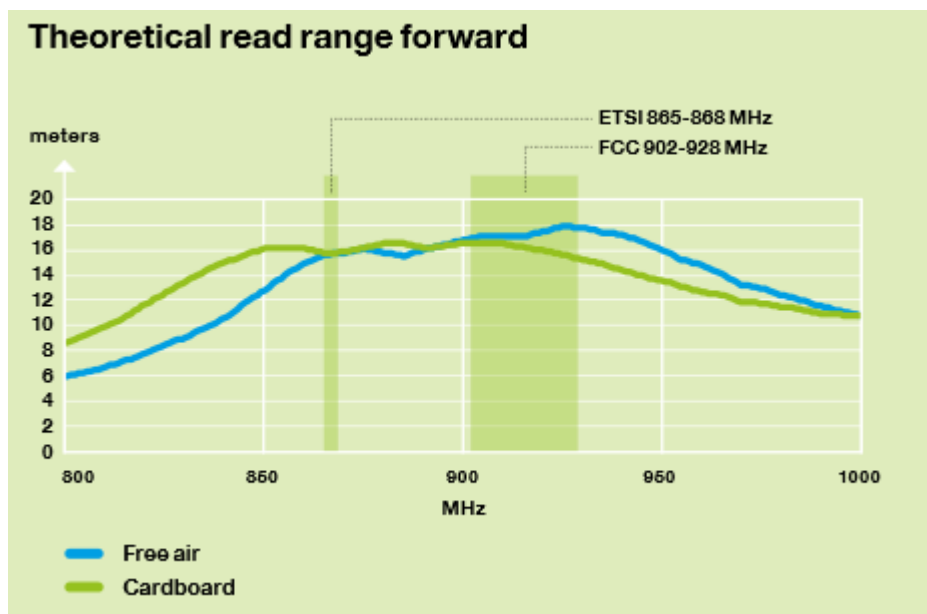


Kuva 9. 4-porttinen Impinj Speedway -RFID-lukija (liite 4)

5.4 RFID-tunnisteet

Lähetyksen RFID-tunnisteena voidaan käyttää Stora Enson ECO-tuoteperheen UHF-tunnisteita. Ucode8-sirun auto-tuning-ominaisuuden ansiosta sen luketaisyys pahvipakkaukseen applikoituna on noin 16 metriä sekä Euroopassa käytettävällä ETSI-taajuusalueella että Pohjois-Amerikassa käytettävillä FCC-taajuusalueella (Kuva 10).

ECO-tuoteperheen tunnisteet ovat täysin kuitupohjaisia, joten ne voidaan kierrättää pahvipakkausten mukana, johon ne on kiinnitetty. Näin virtuaalinen seurantajärjestelmä ei aiheuta muutoksia asiakkaiden olemassa oleviin pahvipakkausten kierrätysprosesseihin.



Kuva 10. ECO Bumper UHF-tagin luketaisyys (taggedvalue)

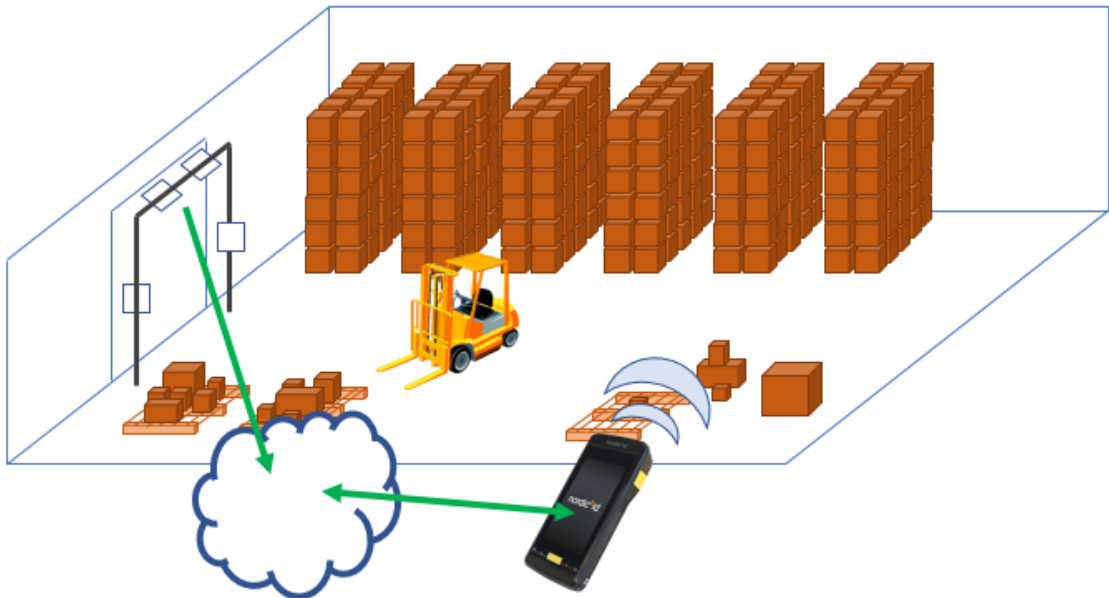
5.5 Lähetyksen luominen

Tunnisteiden mahdollistamasta reaaliaikaisesta varastosaldosta voidaan välittömästi tarkistaa, onko kaikkia lähetykseen kerättäviä tuotteita varastossa. Näin päästään eroon viiveestä, joka aiheutuisi siitä että tilaus on jonossa odottamassa keräilyä.

5.6 Lähetyksen kerääminen

Seurantajärjestelmän vaatimia RFID-tunnisteita voidaan hyödyntää jo lähetystä kerätessä. Suunnantunnistuksella varustetulla porttilukijalla lisätään varastoon saapuvat tuotteet välittömästi varastosaldoon ja poistetaan lähtevät tuotteet.

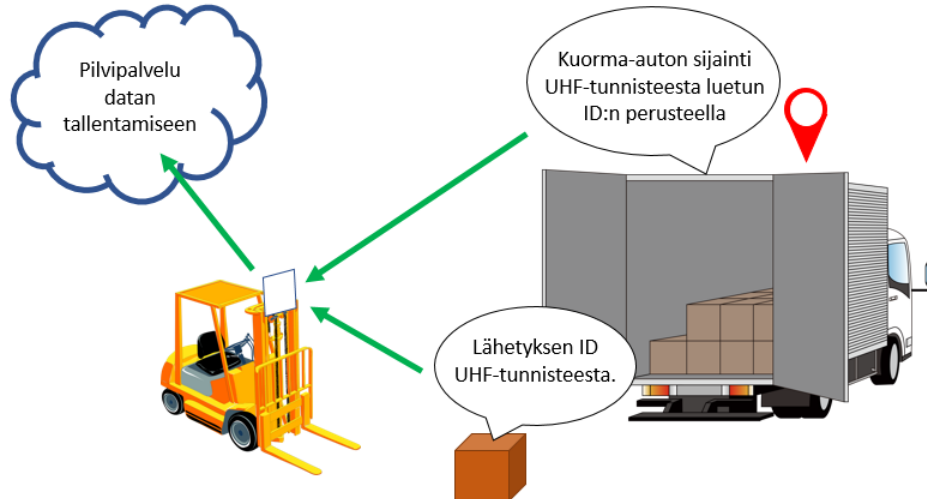
Tuotteiden keräämiseen käytetään langattomalla internet-yhteydellä varustettua käsilukijaa, joka hakee eri tilauksien tiedot pilvestä. Käsilukijassa ajettava sovellus näyttää lähetykseen kerättävät tuotteet ja ilmoittaa, kun kaikki siihen kuuluva on kerätty. (Kuva 11) Lähetykseen halutaan mahdollisesti vielä lisätä oma GPS-seurantalaite, mikäli sen sijaintia halutaan seurata vielä perille saapumisen jälkeen.



Kuva 11. RFID-tekniologiaa hyödyntävä lähettämö (Architetto' Rollandin, NordicID)

5.7 Valmiin lähetyksen siirtäminen kuljetettavaksi

Lähetys voidaan siirtää pilvessä automaattisesti lähettämöstä kuljetukseen käyttäen trukkiin asennettua RFID-lukijaa, joka tunnistaa lähetyksen siinä olevien RFID-tunnisteiden perusteella. Kuljetusyhtiön kuorma-auto yksilöidään siinä olevalla RFID-tunnisteella ja lähetys liitetään sen GPS-seurantalaitteen sijaintitietoon pilvessä (Kuva 12).



Kuva 12. Trukkilukijan käyttäminen lähetyksen linkittämiseen sitä kuljettavaan kuorma-autoon (Architetto' Rollandin, Juhele)

5.8 Lähetyksen siirtäminen kuljetusmuodosta toiseen

Lähetysten seuraaminen niiden ollessa rahtilaivan kuljetettavana on erityisen hankalaa, sillä suurin osa rahdista kuljetetaan teräksestä valmistettuihin merikontteihin pakattuna. Kontissa oleva seurantalaite ei todennäköisesti koskaan vastaanota riittävän voimakasta signaalia GPS-järjestelmän satelliiteilta sijaintinsa määrittämiseksi. Myöskään mobiiliverkon peittoalue ei kata merialueita, joten seurantalaitteen sijaintia ei pystytä lähettämään pilveen, vaikka se olisikin selvillä.

Marine Traffic -palvelulla voidaan laivoja seurata maailmanlaajuisesti. Varustamalla satamaterminaalit ja niissä käytettävät trukit ja nosturit RFID-lukijoilla, saadaan lähetykset linkitetyksi niitä kuljettavien laivojen sijainteihin myös merikuljetuksen aikana.

5.9 Lähetyksen vastaanotto

Lähetyksen saavuttua perille voidaan sen sisältö tarkistaa automaattisesti RFID-porttilukijalla samalla, kun se kuljetetaan vastaanottajan ovesta sisään. Jos lähetys saapui puutteitta perille, voidaan sen sisältö siirtää heti vastaanottajan varastosaldoon ja kuitata

lähetys vastaanotetuksi pilveen. Mikäli lähetys saapui perille puutteellisena, voi järjestelmä hälyttää siitä automaattisesti sekä kertoa puuttuvien tuotteiden tiedot ja kappalemäärät.

6 POHDINTA

Lähetysten ja omaisuuden reaaliaikaisella sijainnin seurannalla voidaan vähentää inhimillisiä virheitä ja saavuttaa sekä rahallista että ajallista hyötyä lisääntyneen automatisaation ansiosta. Seurannan ansiosta myös poikkeustilanteisiin voidaan reagoida nopeammin, jolloin voidaan vähentää niistä aiheutuvia viivästyksiä.

Hyödyntämällä eri kuljetusyhtiöiden kalustossa olevia seurantalaitteita välttyttäisiin lähetyskohtaisten seurantalaitteiden palautusprosessilta. Kulkuneuvoihin kiinteästi asennettujen seurantalaitteiden antennit voitaisiin myös sijoittaa siten, että niistä olisi näköyhteys taivaalle, jolloin seurannan katvealueet vähenisivät. Tämä tosin vaatisi kuljetusyhtiöiltä standardoituja rajapintoja, joista kulkuneuvojen paikkatiedot voitaisiin hakea.

LÄHTEET

Allen Lee, Most Common Vehicle GPS Tracking Device Problems & Technical Support, 26.7.2017 <https://www.linkedin.com/pulse/most-common-mini-gps-tracking-device-problems-technical-allen-lee>

Amazon, Choosing the Right Programming Language for your Startup, 7.11.2014. <https://aws.amazon.com/blogs/startups/choosing-the-right-programming-language-for-your-startup/>

Architetto' Rollandin, Open clip art. <https://openclipart.org/detail/32263/architetto-mon-tacarichi>

Codematters, Mary Branscombe, How Microsoft Bing Maps API features compare to Google Maps, 16.8.2018. <https://codematters.online/how-bing-maps-api-features-compare-to-google-maps/>

Fiercewireless, Anne Morris, The clock is ticking for 3G in Europe, 28.9.2016 <https://www.fiercewireless.com/europe/clock-ticking-for-3g-europe>

Infsoft, Indoor localization with RFID, Luettu 8.3.2019. <https://www.infsoft.com/technology/sensors/rfid>

Juhele, Open clip art. <https://openclipart.org/detail/285342/delivery-truck-rear-side-opened>

Logistiikan maailma, Varastonohjauksen ulkoistaminen, Luettu 8.3.2019. <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastonohjaus/varastonohjauksen-ulkoistaminen>

Microsoft, Create a Web App | Microsoft Azure, Luettu 9.3.2019 <https://azure.microsoft.com/en-us/get-started/web-app/>

NordicID, Nordic ID HH53, Luettu 8.3.2019. <https://www.nordicid.com/device/nordic-id-hh53/>

Programmableweb, Top 10 Mapping APIs: Google Maps, Microsoft Bing Maps and MapQuest, Luettu 8.3.2019. <https://www.programmableweb.com/news/top-10-mapping-apis-google-maps-microsoft-bing-maps-and-mapquest/analysis/2015/02/23>

Taggedvalue, ECO Bumper brochure, Luettu 8.3.2019. <https://taggedvalue.com/wp-content/uploads/2018/11/eco-bumper-brochure.pdf>

Worldtimezone, 4G Map LTE world coverage map, Luettu 8.3.2019. <https://www.worldtimezone.com/4g.html>

LIITTEET

Liite 1. Yepzon Asset

YEPZON™ ASSET
Tailored asset management

Revolutionary industrial locator Yepzon™ Asset is perfect for logistic purposes. Companies shipping large quantities or valuable goods can take their asset tracking into their own hands. Whatever needs to be tracked, our service can be tailored for easier asset management.

-  **AFFORDABLE PRICE POINT.**
-  **TAILORED FOR ANY NEED.** Use continuously or as disposable device. Rechargeable
-  Extremely long battery life **OVER 2 MONTHS.**
-  Integrated SIM card with connection covering **150+ COUNTRIES.**
-  Acceleration and collision detection, temperature and humidity data.



Yepzon™ Asset can be attached inside the cargo box to track content worldwide.



Yepzon Asset tracks any valuable manufacturing or logistic asset



Our tailored solution model can be scaled to all machine and vehicle tracking

Liite 2. Yepzon Asset service

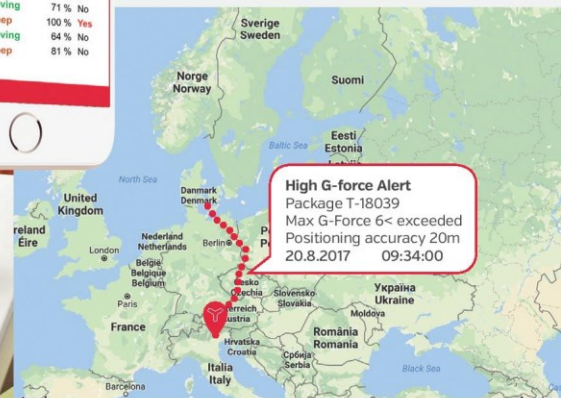
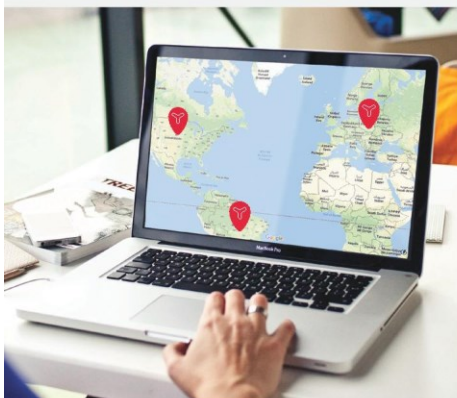
YEPZON™ ASSET SERVICE

Easy system for asset management

Yepzon Asset is optimized to work with Yepzon Cloud system through the Web interface but it can also be integrated to other tracking platforms.

An easy-to-use software tracks the targets in real time and shows the events along the route.

In the system you can categorize your assets and manage different segments with one tracking solution.



The high G-force alerts communicate if the package has encountered a possible collision. GPS location provides data where the collision has taken place.

YEPZON.COM



Liite 3. Yepzon Fact Sheet



FACT SHEET - YEPZON ASSET

- Manufacturer: Yepzon Oy, Finlaysoninkuja 9, 33210 Tampere, Finland. VAT reg. FI25120711
- Country of origin: India
- Product code: YPZA GTIN: 6430056300276 [Orange variant]
- Dimensions: weight 220g, width 115mm, thickness 31mm, length 75mm
- Battery: 7000 mAh Li-Ion, shipped to customer with full charge
- Battery life: ~1-12 months depending on settings and usage
- Sales package: bulk packaging/export unit = 50pcs
- Cellular communication: Quad Band GSM/GPRS
- Positioning methods: GPS, GSM Cell ID triangulation
- Satellite reception: 16 Channels GPS/Glonass module with A-GPS support
- SIM: Surface mounted M2M SIM component (MFF2 size standard), not changeable by user
- User interface: In-house Web UI / custom API integration
- Accelerometer for collision detection ($\pm 16g$ in 3 axis)
- Temperature sensor (accuracy and range: $\pm 1.5^{\circ}C$ from $-25^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, $\pm 2.0^{\circ}C$ from $-40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$)
- Humidity sensor (optional)
- Power switch for initial power-up, micro USB charging port, LED indicator, mounting holes
- IP41 chassis (IP67 optional; please ask)





Quick Start Guide

Speedway Revolution READER

This guide provides simple steps to quickly start using your new Speedway Revolution Reader. For a full description of connection methods, configuration and system setup options, please consult the latest *SpeedwayR Installation and Operations Guide*.

BOX CONTENTS

- Speedway Revolution Reader
- Quick Start Guide

READING TAGS

1. Download the installation and operations guide and the test utility
 - a. Go to <http://support.impinj.com>
 - b. Download the *SpeedwayR Installation and Operations Guide*
 - c. Download and install *ItemTest Software*
2. Mount the reader
 - a. Mount and secure the reader using the four mounting slots and suitable screws and bolts
3. Connect an antenna(s)
 - a. The number of available and enabled antenna ports varies by Speedway reader model
 - b. Mount the antenna(s) in accordance with the instructions provided by the antenna manufacturer
 - c. Attach the antenna(s) to the antenna port(s) making sure each connection is secure²
4. Connect to AC power (if not using PoE)
 - a. Route the power supply cable from the Impinj Universal Power Supply¹ to the +24VDC power supply connector on the reader
 - b. Secure the cable using the locking connector
5. Connect to the network³
 - a. Route the Ethernet network cable from the work area outlet to the RJ45 10/100BASE-T port on the reader
 - b. Secure the cable using the locking clip/tab on the RJ45 plug
6. Open the web user interface
 - a. Open a web browser on a PC connected to the same LAN as the reader
 - b. Enter the reader host name
 - i. Hostname format is `http://SpeedwayR-XX-XX-XX`, where XX-XX-XX is the last 3 octets of the reader MAC address. For example, enter `http://SpeedwayR-89-AB-CD`
 - c. Sign into the reader. The default credentials are user name = `root` and password = `impinj`



CONNECTIONS AND PORTS
<ul style="list-style-type: none"> • +24 VDC locking power supply • RJ45 10/100BASE-T PoE • USB type-B device • USB type-A host • RJ45 management console • DB-15 GPIO • RP TNC antenna
ACCESSORIES SOLD SEPARATELY
<ul style="list-style-type: none"> • Universal Power Supply¹ • AC Power Cord (region specific) • Console Cable • Speedway Antenna Hub • Speedway Reader GPIO Box • Reader Antennas • Speedway Connect Software

¹ This product is intended to be supplied with a Listed/Certified power supply, marked LPS or Class 2, with 24VDC output, rated minimum 2.1A. (Ce produit est conçu pour être alimenté avec une alimentation MIs / certifiés, marqué LPS ou de classe 2, avec sortie 24V, 2,1 A nominal minimum)

² Warning: You must use Impinj-approved antennas with Speedway. See Appendix A: Information Specific to Regions of Operation in section 9 for a detailed list of approved vendors. Using any other antenna may adversely affect performance or damage the Reader. Speedway requires professional installation to correctly set the TX power for the RF cable and antenna selected. Avertissement: Vous devez utiliser des antennes Impinj-approuvées avec Speedway. Voir l'Annexe A: Informations Spécifiques aux Régions de l'Opération à la section 9 pour une liste détaillée des fournisseurs approuvés. Utilisation de toute autre antenne peut affecter les performances ou endommager le lecteur. Speedway exige installation professionnelle pour définir correctement la puissance d'émission pour le câble RF et une antenne sélectionné.

³ Assumes connecting to a network with DHCP and DNS enabled. Refer to the installation and operations guide for instructions if connecting with static IP addresses or without DNS.

© 2012-2017, Impinj, Inc.
Version 2.4 – Part # 50484.060-407
1



7. Set reader region and update firmware
 - a. For GX1 and GX2 models only, select your region from the dropdown list of available regions under *CHANGE REGULATORY REGION* and then click *Update Region*
 - i. You, the user, are responsible to ensure operation with the correct RF settings and are solely responsible for any fines and other damages due to incorrect or non-compliant country/ region settings on your reader. GX1 and GX2 readers have no region pre-configured and will not transmit RFID signals until region is selected.
 - b. Update the firmware if not running the latest version
 - i. Note the *Software Version* displayed under *DETAILS*
 - ii. Your authorized Impinj partner or reseller can supply the latest Octane firmware
 - iii. If a newer version is available, click the *Browse* button next to *Select Upgrade File* and navigate to the Octane UPG file provided by your reseller and then click *Upgrade* (uploading may take several minutes)
 - c. Click *Reboot* under *READER REBOOT*
 - i. A reboot is required for region changes and software updates to take effect
8. Read tags with ItemTest Software
 - a. Open the ItemTest Software application
 - b. Click *Reader Settings*
 - c. Click *New*
 - d. Enter the reader host name (*SpeedwayR-XX-XX-XX*)
 - e. Click *OK*
 - f. Select the *Inventory* tab
 - g. Place tags in the field of view
 - h. Click *Start*
 - i. Explore additional features by clicking on *Help* and then *Open User Guide*

RESOURCES & NEXT STEPS

Resources

- Sales: www.impinj.com/contact-us
- Support: <http://support.impinj.com>
- General: www.impinj.com

Next Steps

- Develop business applications using ItemSense software, Speedway Connect software, the Octane Software Development Kit (SDK) or the LLRP Toolkit (LTK)

NOTICES

Copyright © 2017, Impinj, Inc. All rights reserved.

Impinj gives no representation or warranty, express or implied, for accuracy or reliability of information in this document. Impinj reserves the right to change its products and services and this information at any time without notice.

EXCEPT AS PROVIDED IN IMPINJ'S TERMS AND CONDITIONS OF SALE (OR AS OTHERWISE AGREED IN A VALID WRITTEN INDIVIDUAL AGREEMENT WITH IMPINJ), IMPINJ ASSUMES NO LIABILITY WHATSOEVER AND IMPINJ DISCLAIMS ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTY, RELATED TO SALE AND/OR USE OF IMPINJ PRODUCTS INCLUDING LIABILITY OR WARRANTIES RELATING TO FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, MERCHANTABILITY, OR INFRINGEMENT.

NO LICENSE, EXPRESS OR IMPLIED, BY ESTOPPEL OR OTHERWISE, TO ANY PATENT, COPYRIGHT, MASKWORK RIGHT, OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT IS GRANTED BY THIS DOCUMENT.

Impinj assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers should implement adequate design and operating safeguards to minimize risks.

Impinj products are not designed, warranted or authorized for use in any product or application where a malfunction may reasonably be expected to cause personal injury or death, or property or environmental damage ("hazardous uses"), including but not limited to military applications; life-support systems; aircraft control, navigation or communication; air-traffic management; or in the design, construction, operation, or maintenance of a nuclear facility. Customers must indemnify Impinj against any damages arising out of the use of Impinj products in any hazardous uses.

Trademarks

Impinj, Monza, Speedway, xArray are trademarks or registered trademarks of Impinj, Inc. All other product or service names are trademarks of their respective companies. For a complete list of Impinj Trademarks visit: www.impinj.com/trademarks

Patents

The products referenced in this document may be covered by one or more U.S. patents. See www.impinj.com/patents for details.