



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TUOTANNONOHJAUSTA TU- KEVAN PAIKALLISTAMISJÄR- JESTELMÄN VALINTA

TEKIJÄ: Aatu Paakkari

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Aatu Paakkari			
Työn nimi Tuotannonohjausta tukevan paikallistamisjärjestelmän valinta			
Päiväys	24.05.2019	Sivumäärä/Liitteet	21
Ohjaajat Kai Kärkkäinen & Pertti Varis.			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani			
Tiivistelmä			
<p>Teollisuudessa tarvitaan nykypäivänä erilaisia ratkaisuja parantamaan tuotannonohjauksen sujuvuutta. Yksi näistä ratkaisuista olisi tilauksien ja osien paikantaminen tuotannon tiloista. Tilauksien ja osien löytäminen tuotannon tiloista on välillä haastavaa ja turhauttavaa. Tähän ongelmaan tutkittiin ratkaisuja erilaisista sisätilapaikannusjärjestelmistä, joilla voitaisiin löytää tilaukset ja osat helposti sekä nopeasti yrityksen tuotannon tiloista. Toimiva tilauksien ja osien sisätilapaikannusjärjestelmä nopeuttaa työskentelyä sekä lisää yrityksen toimitusvarmuutta asiakkaille. Toimivalla sisätilapaikannusjärjestelmällä vältetään tilauksien ja osien katoaminen.</p> <p>Opinnäytetyö oli kehittämistyö, joka koostuu teoriaosuudesta, sisätilapaikannus järjestelmän etsimisestä ja johtopäätöksistä. Työn teoriaosuudessa käsitellään tuotannonohjausta tukevan paikallistamisjärjestelmän valintaa.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin yritykselle. Työn käytännön osuus aloitettiin tutkimalla yrityksen nykyinen tilanne tilauksien ja osien paikantamisesta, josta johdettiin tutkimusongelmat. Tutkimusongelmien selvittämisen jälkeen toteutettiin sopivan järjestelmän etsiminen ongelman ratkaisemiseksi. Tutustuttuani erilaisiin sisätilapaikannusjärjestelmiin ja järjestelmien tarjoajiin. Näitä vertailemalla päädyin yhteen sisätilapaikannusjärjestelmään.</p> <p>Lopputuloksena saatiin ehdotus yritykselle sopivasta järjestelmästä. Järjestelmä on nimeltään Track and Trace ja sen tarjoaa yritys nimeltä TRUMPF.</p>			
Avainsanat Sisätilapaikannus, Tilauksienseuranta, Ultra wideband beacon, UWB			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author Aatu Paakkari			
Title of Thesis Selection of a localization system supporting production control			
Date	24.05.2019	Pages/Appendices	21
Supervisors Kai Kärkkäinen and Pertti Varis			
Client Organisation /Partners			
<p>Abstract</p> <p>In the industry today, different solutions are needed to improve the flow of production control. One of these solutions would be locating orders and parts from production facilities. Finding orders and parts from production facilities is sometimes challenging and frustrating. This thesis investigates solutions to this problem with various indoor positioning systems that can easily find orders and parts, and quickly from production facilities. A functional ordering system for subscriptions and parts will speed up the work and increase a company's security of supply to customers. A functioning indoor positioning system avoids the loss of orders and parts.</p> <p>The thesis was a development work consisting of a theoretical part, finding a system for an interior positioning system and conclusions. The theoretical part of the thesis deals with the selection of a localization system that supports production control.</p> <p>The thesis was implemented for company. The practical part of the work was started by examining the current situation of current situation of locating orders and parts in the company, which led to research problems. After investigating the research problems, a suitable system was found to solve the problem. Various indoor positioning systems and system providers. Were studied during the thesis process. One indoor positioning system was selected as the most prominent one for company</p> <p>The result of the study was a proposal for a suitable system for the company. The system is called Track and Trace and is provided by a company called TRUMPF.</p>			
<p>Keywords Indoor tracking, Order tracing, Ultra-wideband beacon, UWB</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	SISÄTILAPAIKANNUS KÄSITTEENÄ.....	7
3	PAIKANNUSJÄRJESTELMÄN VALINTA.....	9
4	SISÄTILAPAIKANNUSJÄRJESTELMÄN VALITSEMINEN	12
4.1	Aikataulu ja työvaiheet	13
4.2	Nykytilanteen esiselvitys	13
4.3	Sisätilanpaikannusjärjestelmät ja järjestelmientarjoajat	14
4.4	Infsoft.....	15
4.5	TRUMPF.....	17
4.6	Järjestelmien Infsoft ja Trumpf Vertailu	18
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	19
	LÄHTEET.....	20

LYHENTEET

BLE:	Bluetooth Low Energy
VCI:	Visible Light Communication
UWB:	Ultra-Wideband -Beacon
WLAN:	Wireless local area networking

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni tarkoituksena on tutkia, millainen ratkaisu olisi toimiva tuotannon tiloissa paikantaan asiakkaiden tilaukset eri tuotannon vaiheissa. Usein haasteena onkin löytää sopiva järjestelmä, minkä avulla yritys muuttuu toimivammaksi ja työskentely helpommaksi. Jos tilauksia on vaikeaa paikantaa tuotannontiloista, tuottaa se usein päänvaivaa työntekijöille, sekä vie aikaa aivan turhaan. Hyvä järjestelmä on yritykselle kannattava, koska sen avulla työntekijöillä on helpompi valvoa tilauksia ja ohjata tuotantolinjaa. Järjestelmää valitessa pitää ottaa huomioon, että se on selkeä, toimiva ja turvallinen, sekä ajantasainen.

Yrityksessä kulkevat tilaukset erilaisten- ja erikokoisten kuormalavojen päällä, myös tilausten osakoot vaihtelevat. Ongelmana yrityksessä on ollut löytää tilaukset tuotantotiloista. Tavoitteenani on löytää yritykselle toimiva ratkaisu tilauksien löytämiseksi. Sain yritykseltä opinnäytetyöni idean kesätyöharjoittelun yhteydessä. Kiinnostuin aiheesta ja haluan tutkia, miten organisoidaan parempi tilausseurannan järjestelmä. Yrityksen tuottavuudelle on tärkeää, että työskentely sujuu paremmin, kun löydetään tilaukset ja niiden kuormalavat helposti. Työskennellessäni kyseisessä yrityksessä sain itsekin kokea, kuinka tilauksien löytäminen oli haasteellista ja joissain tapauksissa hiukan turhauttavaakin, kun ei tiennyt missä tilaus sijaitti. Tilauksien etsiminen vei paljon aikaa ja osa tilauksistakin saattoi hävitä tai tilauksien sisältä puuttui osia. Tällaiset ongelmat hidastavat tuotantoa ja tilauksien toimittamista asiakkaille. Opinnäytetyöni auttaa yritystä ja työntekijöitä löytämään tilaukset sujuvammin ja nopeammin. Yritys saa käyttöönsä tiedon järjestelmästä, joka sopisi yrityksen tarpeisiin. Yritys myös vähentää toimivan järjestelmän ansiosta materiaalihukkaa, sekä lisää toimitusvarmuutta asiakkailleen.

Suomessa ei ole vielä paljon toimivia tilauksien paikannusjärjestelmiä teollisuuden käyttöön. Opinnäytetyöstäni on myös hyötyä muille yrityksille, työntekijöille, sekä koneinsinöörialanopiskelijoille.

2 SISÄTILAPAIKANNUS KÄSITTEENÄ

Sisätilapaikannuksella tarkoitetaan esineiden ja ihmisten paikantamista sisätiloissa. Paikannuksessa tutkitaan sijainteja käyttämällä magneettikenttiä, radioaaltoja, verkkoja, mobiililaitteiden tietoja, sekä tukiasemia. Sisätilapaikannusta voi käyttää erilaisissa yrityksissä esim. teollisuusalalla, kaupanalalla, lentokentillä, juna- asemalla, sekä julkisissa rakennuksissa. Sisätilapaikannus tarjoaa käyttäjälle tietoa ja nopeuttaa paikantamaan esimerkiksi työkoneita ja liikkuvia kohteita. Sisätilapaikannusta tarvitaan yrityksissä etenkin silloin, kun halutaan löytää jokin tietty esine tai tavara, koska sen avulla etsiminen on paljon nopeampaa ja helpompaa, etenkin työntekijän näkökulmasta.

Sisätilapaikannus on kehittynyt kovaa vauhtia. Ihmisten ja esineiden paikallistaminen on jo hyvinkin helppoa ja tarkkaa erilaisten tekniikoiden avulla esimerkiksi lentokentillä ja kaupoissa. Tehdasympäristöön sisätilapaikannusjärjestelmiä on vasta kehitteillä. Tehdasympäristössä sisätilapaikannuksien käyttö on haastavampaa erilaisten häiriötekijöiden takia. Näitä häiriöitä luovat muun muassa koneet ja seinät. (Senion,2019; Peltola & Toivonen, 2017.)

Sisätilapaikannukseen käytettäviä paikannusmenetelmiä on erilaisia, joista käyttäjä valitsee itselleen parhaiten sopivimman vaihtoehdon. Palveluiden tarjoajille on tärkeää saada kartat sisätiloista, koska niiden avulla paikannus voidaan rakentaa merkitykselliseksi navigoinnin ja muun käyttötarkoituksen näkökulmasta. (Directions Magazine, 2013). Avaan seuraavaksi tarkemmin millaisia vaihtoehtoja sisätila paikannukseen on tällä hetkellä tarjolla.

Bluetooth Low Energy (BLE), tarkoitetaan langatonta matalavirtaista verkkoteknologiaa käyttävää bluetooth- yhteyttä. Paikannusmenetelmä toimii niin, että beacon-laite lähettää signaalia ympärillään alueella oleviin laitteisiin ja signaalin voimakkuuden perusteella voidaan laskea kohteen paikannustiedot. Paikannus tarkkuus laitteella on noin yhdestä metristä kahteen metriin. BLE- signaalin kantama on vain 30 metriä, joten sen heikkoutena isoissa tiloissa se, että taajuus ei riitä, lisäksi jos signaalin eteen tulee ihminen tai jokin este, paikannus ei onnistu tai se ei pidä paikkaansa. Hyviä puolia menetelmässä on pitkäkestoinen akku, koska sen kesto on n. 1-5 vuotta. (Infsoft, 2016-2018a)

Wifi-signaalilla tarkoitetaan langatonta verkkoyhteyttä. Wifi-signaalin avulla voi paikantaa esineitä ja ihmisiä, silloin kun alueella on tuettu lähiverkkoyhteysasema (WLAN). Paikannus vaatii laitteen, missä on sovellus, jolla voi lukea Wifi-signaalin voimakkuutta. Huonoja puolia menetelmässä on se, että erilaiset esteet, kuten seinät, huonekalut tai muut häiriötekijät estävät sen toimivuutta, sekä järjestelmän tarkkuus on vain 5-15 metriä. (Infsoft, 2016-2018b)

Geomagneettisella paikannuksella tarkoitetaan maan muodostaman geomagneettisen säteilyn hyödyntämistä paikannuksessa. Geomagneettisen säteilyyn vaikuttavat erilaiset kohteet, kuten esimerkiksi metallirakenteet- ja teräsrakenteet. Kun geomagneettista paikannusta käytetään sisätilapaikannuksessa, luodaan ensiksi kokonaisvaltainen karttakuva rakennuksesta. Seuraavaksi menetelmä vaa-

tii puhelimen sovelluksen, mihin rakennus on mahdollista skannata. Tämän jälkeen puhelimen kompassin ja sensoreiden avulla sovelluksen on mahdollista paikantaa kohteen tarkka sijainti. (Peltola & Toivonen, 2017).

Visible Light Communication menetelmällä tarkoitetaan paikantamista valon avulla. Jotta järjestelmä voi toimia tarvitaan avuksi led- lamppeja tuottamaan valoa. Itse paikannus tapahtuu niin, että älylaitteeseen luodaan sovellus, johon on liitetty karttakuva rakennuksen sisätiloista ja lamppejen sijainnit eli valonvärähtelytaajuudet. Sovellus paikantaa valovärähtelytaajuuksien mukaan sijainnit. Tämän menetelmän paikannus tarkkuus on alle metrin ja kantama on noin kahdeksan metriä. (Infsoft, 2016-2018c)

Ultra-Wideband-beacon (UWB) tarkoitetaan lyhyen kantaman radioaaltojen hyödyntämistä paikantamisessa. Paikannus lasketaan signaalin siirtymisajan perusteella lähettimeltä vastaanottimelle. Jotta paikannustarkkuus on täysin tarkka, vaatii menetelmä kolme lähetintä kolmiomittaukseen. Kun yhdistetään kolmen eri vastaanottimen kautta saadut signaalit beaconista saavutetaan 10-30 sentin tarkkuus paikannettavaan kohteeseen. (Infsoft 2016-2018d)

Tämä menetelmä vaatii erikoislaitteita, koska paikannuksessa käytetään erikoistekniikkaa.

Menetelmän hyötyjä on se, että se on kaikista tarkin vaihtoehto tällä hetkellä.

Menetelmän heikkous on se, että se on todella työläs käyttöönoton näkökulmasta, koska se vaatii erikoistekniikkaa, lisäksi vaimeneminen ja heijastukset aiheuttavat etäisyysmittauksiin virheitä, vaikka järjestelmä toimii myös seinien läpi. (Kuusniemi, s.a).

3 PAIKANNUSJÄRJESTELMÄN VALINTA

Koko teollisen historian läpi on pyritty automatisoimaan tehtaiden ja teollisuuslaitosten tuotantoprosesseja. Tavoitteena on ollut alentaa kustannuksia, lisätä kannattavuutta, parantaa käyttövarmuutta, sekä laatutasoa. (Volotinen. 1996, 183.) Kun järjestelmä on toimiva asiakkaat saavat nopeammin laadukkaita tuotteita, toiminnassa ei ole niin paljon häiriötekijöitä, sekä virheet ja laaturiskit pienentyvät (Kempainen & Mäkelä. 1989, 10.)

Tehokas tuotannonohjaus mahdollistaa yrityksen tuotantoon liittyvien osa-alueiden kokonaisvaltaisen hallinnan ja nopean reagoinnin mahdollisiin muutoksiin. Tuotannonohjauksen tarkoituksena on ohjata tuotantoa niin, että kaikki sille asetetut laatu-, määrä- ja toimitustavoitteet saavutetaan. Tuotannonohjausjärjestelmän ansiosta työntekijöillä on aina selvillä mitä pitäisi tehdä ja yrityksen johto pystyy seuraamaan tehokkaasti tuotannon kuormitusta ja kannattavuutta. Mitä suurempi ja monimutkaisempi tuote, sitä tärkeämmäksi oikeanlaisen tuotannonohjausjärjestelmän merkitys kasvaa. Toimivalla tuotannonohjausjärjestelmällä yrityksen tuotteiden hallinta pysyy hyvin hanskassa. Tuotannonohjaus myös toimintavarmuutta ja laadunvalvontaa, jolloin tilatut tuotteet pystytään lähettämään tilaajalle sovittujen aikataulujen ja määritysten mukaan. (Oscar, s.a.)

Menestyvät yritykset ja organisaatiot erottuvat joukosta ketteryydellään löytää uudenlaisia ratkaisuja toiminnan kehittämiseen. Lean-filosofia on ajattelutapa, jossa organisaation järjestelmällinen kehittäminen on keskiössä. (Lean-yhdistys, 2019) Lean-ajattelu on Toyotan toimintatapaan perustuva kokonaisvaltainen kehittämisfilosofia. Lean-käsitettä on käytetty myös toimitusketjuajattelussa kuvaamaan kustannustehokasta toimitusketjua. Lean-ajattelun kulmakivinä on asiakkaan arvo ja jatkuva parantaminen. Lean-ajattelu tavan mukaan yrityksen tehtävä on tuottaa asiakkailleen arvoa. Kun yritys on määritellyt, mitä arvoa haluaa tuottaa asiakkailleen, toimintoja voidaan tarkastella arvontuoton kannalta. Arvon tuottaminen voidaan jakaa aktiviteetteihin, jotka ovat arvoa tuottavat, tukitoimet ja hukka. Arvoa tuottavat toimet ohjaavat materiaalia, tietoa ja ihmistä asiakkaan haluun suuntaan. Tukitoimet ovat välttämättömiä toimia, jotka ei tuota asiakkaalle arvoa mutta ovat välttämättömiä arvon tuottamiseen. Hukka on aktiviteetti, joka ei tuota arvoa eikä ole välttämätön voitaisiin tämä poistaa pienillä investoineilla kuluttamasta yrityksen tuotantoa. Lean-ajatteluun kuuluu paljon erilaisia työkaluja ja periaatteita, joilla voidaan tehdä organisaatiosta kustannustehokkaampi ja toimivampi tuotantokokonaisuus. (Logistiikan maailma, s.a.)

Toimivan järjestelmän edellytyksiä on tuotteiden jäljitys niin, että jälkikäteen on mahdollista selvittää, että millaisissa valmistusvaiheissa tuote on käynyt. Lisäksi tärkeää on, että järjestelmässä näkyy tuotteen valmistusaste. (Kempainen & Mäkelä 1989, 160-162) Järjestelmäsuunnittelussa lähdetään liikkeelle ihmisläheisesti. On tärkeää, että järjestelmää valitessa otetaan huomioon ihmisen tarpeet, oletetut käyttäjät, organisaation luonne, vaatimukset. (Aaltonen & Torvinen. 1997, 267).

Kehittäessä järjestelmää on tärkeää, että muutosta ajetaan kohti kehittyvämpää työyhteisöä. Tärkeää on pyrkiä siihen, että osa tai tuote saadaan kerralla niin valmiiksi kuin se on mahdollista. (Aaltonen & Torvinen 1997, 302.)

Paikannusjärjestelmän toimivuus pitää ottaa paikannusjärjestelmää valitessa huomioon.

Paikannusjärjestelmät vaativat toimivan palvelinohjelmiston, eli kartta- tai hallinnointiohjelmiston, jotta jatkuva seuranta on mahdollista. Valitessa järjestelmää tulee ottaa huomioon, että palvelinohjelmisto voi olla maksullinen ja se kannattaa hankkia yhdessä paikannuslaitteen kanssa. Palvelinohjelmiston avulla on mahdollista seurata puhelimen tai internetin välityksellä paikanninta kuljettavan henkilön liikkumista kartan avulla. Liikkumista voi seurata myös ajassa taaksepäin esim. kuukauden takaisia liikkumisia, sekä on mahdollista päivittää paikkatietoja tai rajata haluttu alue mitä tarkastella. (Fosberg. 2012, 11.)

Paikannusjärjestelmää valitessa pitää ottaa myös huomioon, että vaikka GPS- tekniikka on yleistä ja kartta- ja navigointipalvelut löytyvät lähes jokaisesta älypuhelimesta, ei GPS- toimi sisätiloissa niin tehokkaasti kuin ulkotiloissa. Sisätilojen paikannusjärjestelmät vaativat jo täysin erilaisen menetelmän. Sisätiloissa haastetta luo erilaiset esteet, sekä perinteiset GPS- signaalit eivät toimi seinien ja kattojen läpi. Sisätilapaikannukseen on nykyaikana jo kehitetty erilaisia tekniikoita, minkä avulla paikantaminen on yhtä helppoa kuin ulkona. Paikantamiseen käytetään Wifi- tai bluetooth- signaalia, sekä paikannukseen kehitettyä ultra-wideband- taajuutta. Uusimpina menetelminä paikannukseen on hyödynnetty LED-valojen värähtelyä, sekä geomagneettista säteilyä, mutta näissä menetelmissä on omana haasteena sisätilojen esteet, sekä paikannustarkkuus. (Peltola & Toivonen, 2017.)

Järjestelmiä ei tule valita sen vuoksi, kun muillakin on samanlainen, vaan järjestelmien tarkoitus on palvella yritystä ja sen toiminnan kehittämistä, siksi on tärkeää miettiä tarkkaa mikä järjestelmä sopii juuri omalle yritykselle. Järjestelmän tehokas käyttö vaatii järjestelmän tuottaman tiedon seuranta. Kun tietoa seurataan, on mahdollista myös kehittää yritystä. (Malinen. 1996, 109.)

Valinnassa pitää myös huomioida se, että se ei sotke tai pahenna nykyistä järjestelmää ja siihen on helppo sitoutua, sekä rytmittää yrityksen nykyinen arki. Lisäksi järjestelmä ei saa haitata asiakkaille toimitettavien tuotteiden kulkua, vaan järjestelmä pitää pystyä asentamaan työnohella. Lisäksi on tärkeää, että paikannusjärjestelmä sisältää automaattisen tiedonkeruun, koska sen avulla on mahdollista saada reaaliaikaista tietoa toiminnasta (Malinen. 1996, 36.)

Yksi huomioitava tekijä on myös turvallisuus, on tärkeää, että järjestelmää valitessa huomioidaan sen käyttöturvallisuus. Jo järjestelmää suunniteltaessa pitää miettiä onko se taloudellisesti kannattava ja mikä merkitys sillä on tuotteiden valmistamiseen, sekä laatuun. Lisäksi pitää huomioida, että tietää perusteellisesti ihmisen kognitiivisen ajattelutyylin ja fyysisen toiminnan, jotta ihminen on kykeneväinen toimimaan järjestelmän parissa. Ihmisen ja koneen välisen tiedon siirron tarve on lisääntynyt ajan myötä, tietotekniikan kehittyessä se antaa koko aika enemmän tietoa käyttäjälleen. (Aaltonen & Torvinen 1997. 264, 267.)

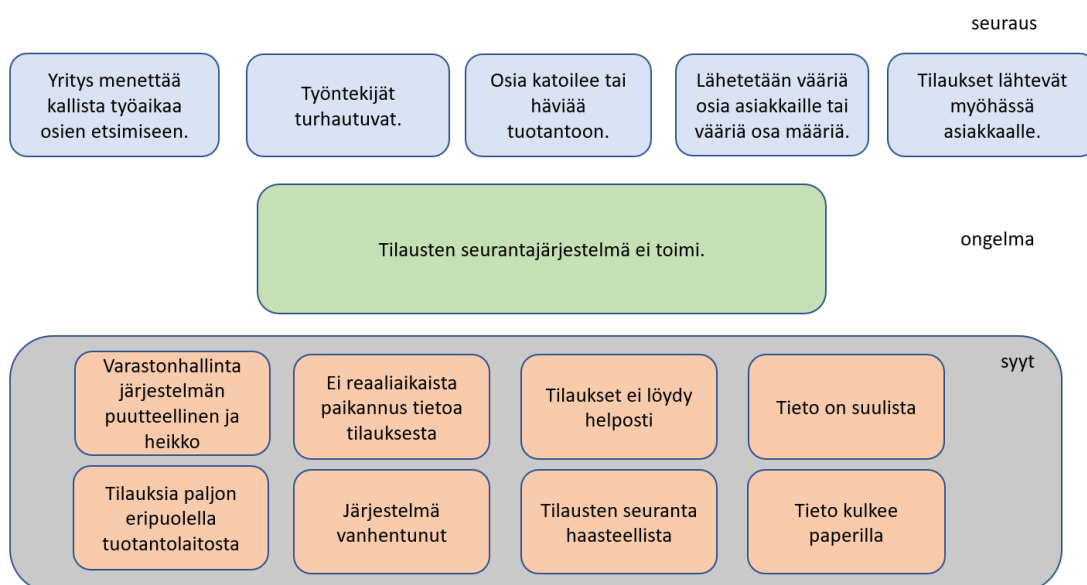
Jotta sisätilapaikannus on toimiva, sen pitää täyttää seuraavat ehdot:

1. Tarkkuus: Sisätilapaikannuksen tarkkuus täytyy olla tarkempaa kuin ulkotilan paikannus. Noin 1-5 metrin tarkkuus on välttämätöntä.
2. Jatkuva päivitys: Paikallistamisen sujuva käyttö vaatii jatkuvan reaaliaikaisen paikannustiedon, jotta todellisuus ja paikannuskuva vastaavat toisiaan.
3. Kestävyys: Paikannuksen tulee toimia luotettavasti useiden vuosien ajan. Päivityksen pitää olla mahdollista käyttökokemuksen parantamiseksi.
4. Yhteensopivuus: Paikannusjärjestelmän pitää toimia erilaisilla laitteilla.
5. Rajoittamaton käyttö: Mahdollisuus laajentaa paikannettavaa aluetta ja alueella paikannettavien laitteiden määrää.

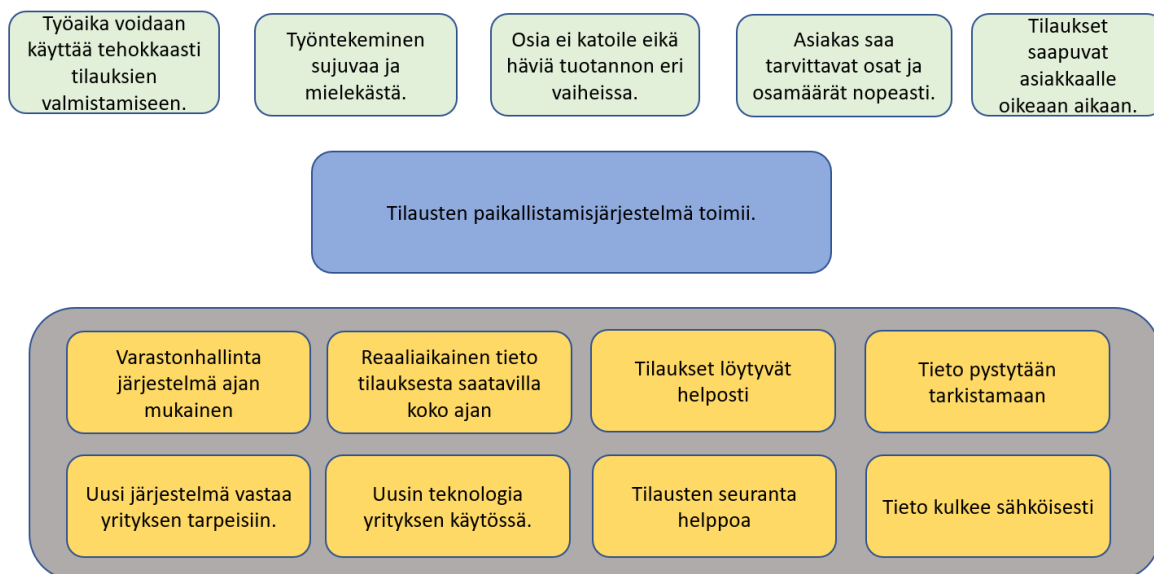
(Peltola & Toivonen, 2017.)

4 SISÄTILAPAUKANNUSJÄRJESTELMÄN VALITSEMINEN

Laadin tilausseurannan ongelman ratkaisemiseksi kuvien 2 ja 3 mukaiset analyysit, mitkä sisälsivät ongelma- ja tavoite analyysin. Kuvan avulla ongelma selventyi ja rajaantui. Ongelma-analyysillä tuli selväksi, mitä ongelmia tilausten seurannassa on, sekä mitä vaikutuksia ongelmilla on itse tilausten seurantaan. Tavoite analyysin avulla selventyi mitä tavoitteita yrityksellä järjestelmän suhteen on. Rajatuksi opinnäytetyön aiheeksi tuli siis selvittää, mikä on toimiva järjestelmä tilausten paikantamiseen metallialan yrityksessä. Sain yritykseltä tukea, koska he olivat selvittäneet jo aikaisemmin mahdollisia varteenotettavia paikannusjärjestelmiä, joista itse parhaimmaksi koin Trumpfin- järjestelmän. Otin heidän aikaisemmat tutkimuksensa huomioon, minkä avulla etsin heille myös mahdollisia muita sisätilapaikannusjärjestelmiä.



Kuva 1: Ongelma-analyysi (Paakkari, A. 2019.)



Kuva 2: Tavoiteanalyysi (Paakkari, A. 2019.)

4.1 Aikataulu ja työvaiheet

Aloitin opinnäytetyöni tekemisen helmikuussa 2019 ja opinnäytetyöprojekti eteni kesään 2019 asti. Jaoin opinnäytetyöni erilaisiksi vaiheiksi, minkä avulla työskentely oli helpompaa.

Opinnäytetyöni aikataulu koostui seuraavista vaiheista:

- Nykytilanteen selvitys
- Sisätilanpaisätilapaikannus käsitteenä
- Paikannusjärjestelmän valinta
- Sisätilapaikannusjärjestelmän valitseminen
- johtopäätökset

4.2 Nykytilanteen esiselvitys

Tutustuin esiselvityksen avulla yrityksen nykytilanteeseen tilausten seurannan suhteen.

Yritys myy tilauksia, minkä jälkeen myydyt tilaukset kirjataan käsin järjestelmään työnalla oleviksi töiksi. Tilauslomakkeet kiertävät useamman pöydän kautta tuotantoon, missä ne kulkevat muovitaskuissa kuormalavojen päällä ja työntekijät vastaavat siitä, että tilauslomakkeet ovat oikean kuormalavan päällä työnalla olevana työnä. Tilaukset eivät välttämättä valmistu heti, jonka vuoksi kuormalavoja voidaan joutua siirtämään läheisyyteen odottamaan mm. loppuja tarvittavia osia. Tämä tuottaa haastetta siinä, että työntekijät joutuvat etsimään oikeat tilauksen osalle tarkoitetut kuormalavat ja ongelmallista on myös se, että tilauksia voi tehdä kaksi työntekijää yhtä aikaa, eikä toinen työntekijä tiedä missä tilaus on menossa ja joutuu käydä läpi koko hallin, etsien oikeaa tilausta. Etsiminen on tuotantoa hidastavaa, sekä se turhauttaa työntekijät nopeasti. Osat jatkavat matkaa vasta, kun kaikki tarvittavat osat ovat paikallaan pakkausosastolle tai jatkojalostettaviksi, mistä ne saadaan pakattavaksi lähettämöön tai vielä jatkojalostettavaksi. Kun tilauksia on satoja, menee niiden etsimiseen todella paljon turhaa aikaa.

4.3 Sisätilanpaikannusjärjestelmät ja järjestelmientarjoajat

Tutkin erilaisia sisätilanpaikannusjärjestelmiä mitkä sopivat teollisuus käyttöön. Tutkiessani huomasin, että teollisuus käyttöön sopii erityisen hyvin UWB- sisätilanpaikannusjärjestelmä, koska se ei ole häiriöille herkkä, eikä se häiritse muita yhteyksiä. Usein sisätilanpaikannusjärjestelmien heikkouksina on sisätiloissa epätarkka paikannus, erilaiset häiriötekijät, sekä toimivuuden ongelmat. UWB- järjestelmässä ei näitä heikkouksia ole. UWB- paikannusjärjestelmää tarjoaa vain harva yritys. Löysin viisi erilaista yritystä, jotka tarjoavat kyseistä paikannusjärjestelmää. Rupesin vertailemaan saatavilla olevien teknisten tietojen, sekä ohjelmiston perusteella yritysten tarjoamia järjestelmiä.

Taulukosta 1, löytyy vertailu kohteeni Eliko, Trumpf, Infsoft, Pozyx ja Sexiota. Kaikki nämä yritykset tarjoavat potentiaalisen ratkaisun sisätilanpaikannusjärjestelmän suhteen. Arvioin taulukossa sisätilanpaikannusjärjestelmien ominaisuuksia eri valmistajantarjoajien ratkaisussa. Taulukon yhteispisteet koostuvat tärkeys kerrottuna korrelaatiopisteillä. Laskemalla kaikki kerrotut ominaisuudet yhteen saadaan pisteet yhteensä eri järjestelmientarjoajilta, mitä korkeampi arvosana on, sitä paremmat ominaisuudet yrityksen tarjoamassa järjestelmässä on. Tärkeys on arvioituna asteikolla 1-5 ja korrelaatiokerroin eli järjestelmäntarjoajan tarjoamat ominaisuudet asteikolla 0-5. Arviointikriteereinä vertailussa minulla oli tarjottava ohjelmisto- ja sovellus, merkkauksen tagin ominaisuudet, tagin akun kesto, tagin käyttöönotto, sekä yrityksen tarjoama tuotetuki. Kaksi järjestelmän tarjoajaan nousi hyvin vertailutaulukossa esiin, Trumpf 60 -pisteellä ja Infsoft 50 -pisteellä. Näistä kahdesta järjestelmästä tein tarkemman vertailun, koska näissä järjestelmissä on eniten potentiaalia ratkaista yrityksen ongelma sisätilanpaikannuksen suhteen.

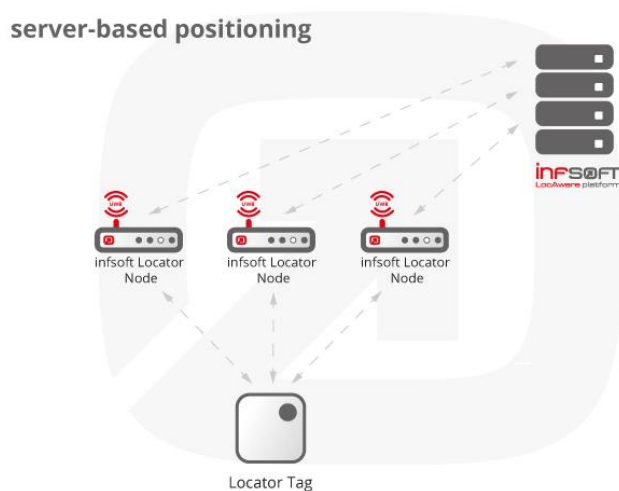
TAULUKKO 1: Järjestelmäntarjoajan vertailutaulukko. (Paakkari, A. 2019.)

Ominaisuudet	Tärkeys (1-5)	Järjestelmäntarjoajat (korrelaatio 0-5)				
		Eliko	Trumpf	Infsoft	Pozyx	Sewio
Ohjelmisto/sovellus	5	2	4	3	2	2
Merkkauksen tagin ominaisuudet	4	3	4	3	3	3
Tagin akku kesto	2	4	2	4	4	4
Tagin käyttöönotto	2	3	4	3	3	3
Tuotetuki	3	3	4	3	3	3
pisteet yhteensä		45	60	50	45	45

4.4 Infsoft

Infsoft on saksalainen yritys, joka on tarjonnut sisätilapaikannus ratkaisuja vuodesta 2005 lähtien. Infsoftin ratkaisuja käyttäviä yrityksiä on muun muassa Siemens, Bosch ja Volkswagen. Infsoft tarjoaa kokonaisvaltaisia sisätilapaikannusratkaisuja yritysten käyttöön. (Infsoft, 2016-2018e.)

Infsoftin sisätilapaikannusjärjestelmään kuuluu ohjelmisto, merkkauksen pointteri (tagi) ja etäisyyden lukija (node). Tärkein asia järjestelmässä on tagien ja nodejen kanssa yhteen toimiva ohjelmisto. Infsoft tarjoaa useita erivaihtoehtoja ohjelmiston rakenteeksi, jolla pystytään kasaamaan yrityksen tarpeisiin sopiva järjestelmä. Kuvassa 4 on Infsoftin järjestelmän rakenne. Tagi on asetettu kohteeseen, jota halutaan paikantaa. Tagi lähettää tietoa nodeille, jotka paikantavat tagin ja lähettävät tiedon Infsoftin järjestelmään eli ohjelmaan. Ohjelma laskee tagin sijainnin ja näyttää sen reaaliaikaisesti ohjelmistoon syötetyllä karttapohjalla. Kuvassa 5 UWB sijaintia osoittava tagi. Kuvassa 6 on järjestelmään kuuluva paikannuslaite eli node, joka lähettää tietoa ohjelmistoon.



Kuva 3: Infsoftin järjestelmä (Infsoft 2016-2018).

Tagin tekniset tiedot

Koko: 110x36x36mm

Paino: 112g

Taajuus: UWB 3.1-6.9 GHz

Akunkesto: Noin yksi vuosi.



Kuva 4: UWB sijainti tagi (Infsoft, 2016-2018.)

Paikannuslaitteen eli noden tekniset tiedot

Koko: 125x125x25mm

Yhteydet: WI-fi 802.11 b/g/n/i, 2.4 GHz/5GH, Ulkoinen RJ45 yhteys.

Virta: 5V

Sensorit: WI-fi, Bluetooth Low Energy (BLE), Ultrawideband (UWB)



Kuva 5: Paikannuslaite (Infsoft, 2016-2018)

Järjestelmän datakeskuksena toimii Infsoft LocAware- alusta. LocAware kerää sijaintitiedot. Infsoftin tarjoaman järjestelmän ratkaisut perustuvat geodeettisiin tietoihin. Ratkaisut ovat yhdistetty ja käsitelty älykkäästi LocAware alustalla. LocAware alustan ominaisuudet ovat käytettävissä yhdellä sisäänkirjautumisella. Verkko pohjaisilla työkaluilla voidaan hallita sijaintia, määrittellä reittejä, kalibroida sijainnin, hallita tageja, nodeja ja analysoida liiketietoja. Käyttäjystävällinen käyttöliittymä tarjoaa joustavuutta ja mukavuutta yksittäisiin sovelluksiin. (Infsoft 2016-2018f.)

Infsoftin sisätilapaikannusjärjestelmä vaatii rakennuksien pohjapiirustukset, joissa sisätilapaikannusta halutaan käyttää. Tämä auttaa hahmottamaan missä päin tuotantotiloja paikannustagi liikkuu. Paikannus ohjelmistosta näkee missä tagi on reaaliaikaisesti. Paikallistamisohjelmistossa voidaan etsiä ja karsia tagien joukosta vain ne tagit, jotka halutaan löytää. Tageja ohjelmoidaan Infsoftin tagien hallinta ohjelmalla, jolla syötetään tagiin tiedot.

4.5 TRUMPF

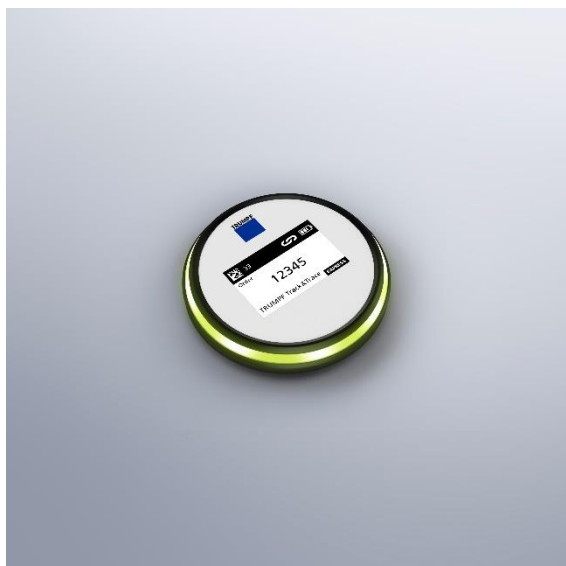
Korkean teknologian yritys TRUMPF tarjoaa tuotantoratkaisuja metallintyöstöalan tarpeisiin. TRUMPF on maailman teknologioita- ja markkinoita johtava yritys ohutmetallin valmistukseen käytettävissä työstökoneissa, sekä ohjelmistoissa. TRUMPF saavutti vuonna 2017/2018 myynnin 3.6 miljardia euroa ja yhtiössä työskentelee noin 13 400 työntekijää. Yhtiöllä on yli 70 tytäryhtiötä, ja se on edustettuna lähes kaikissa maissa Euroopassa, Pohjois-Amerikassa ja Aasiassa. (Trumpf,2018.)

Track and Trace on Trumpfin järjestelmä, joka on suunniteltu paikallistamaan tilauksia tuotannossa. Tämä järjestelmä on osa Trumpfin Smart factory ajattelua. Järjestelmään kuuluu ohjelmisto, merkkaukiskiekko, kiekkojen latausasema, teollisuustietokone ja satelliitti vastaanotin.

Merkkauskiekossa on E-Ink display näyttö ja led-valo, joka syttyy, kun merkkaukiskiekkoa etsitään ohjelmistolla. Kuvassa 7 näkyy hyvin kiekon ulkoiset ominaisuudet. Merkkaukiskiekkojen latausasemalla pystytään lataamaan 10 merkkaukiskiekkoa kerrallaan.

Kuvassa 8 on satelliittivastaanotin tämä laite ottaa vastaan merkkaukiskiekon lähettämää signaalia ja lähettää tiedot ohjelmistoon.

Ohjelmistoltaan Trumpfin järjestelmä on suunniteltu tilaustenpaikannukseen. Tilaukset voidaan syöttää ohjelmistoon ja ohjelmoida merkkaukiskiekko vastaamaan tilauksen numeroa. Tällöin nähdään ohjelmistoa käytettävällä laiteella, mitä tilaus pitää sisällään sekä pystytään paikallistamaan tilauksen sijainti tuotannossa. Ohjelmisto on pilvipohjainen.



Kuva 6: Merkkaukiskiekko (TRUMPF,2019.)



Kuva 7: Satelliittivastaanotin (TRUMPF,2019.)

4.6 Järjestelmien Infsoft ja Trumpf Vertailu

Infsoft ja Trumpf tarjoavat hyvin samanlaiset ratkaisut. Molempien paikannusjärjestelmä perustuu UWB- signaaliin ja näin ollen saavutetaan sama paikannustarkkuus molemmilla järjestelmillä. Järjestelmä tyyliltäänkin molemmat ovat hyvin saman kaltaisia. Merkkauslaite, vastaanotin ja ohjelmisto perustavat järjestelmän yksinkertaisuudessaan.

Eroja on kuitenkin merkkauslaiteessa, Trumphin tarjoamassa merkkauskiekkossa on E-Ink display näyttö, josta pystytään näkemään tilausnumero. Näyttö on myös muokattavissa yrityksen tarvitsemiin tietoihin sopivaksi, eli näyttöön voidaan asettaa muitakin hyödyllisiä tietoja. Infsoftin merkkaustagi ei tarjoa tällaista mahdollisuutta. Trumpfin merkkauskiekkosta löytyy myös led-valo, joka sytty merkkauskiekkoa etsittäessä. Infsoftin merkkaustagin akunkesto on noin vuosi, joka on huomattavasti pidempään kuin Trumphin järjestelmällä. Trumpfin järjestelmässä merkkauskiekkon akunkesto on vain noin viikon. Tämä on aika suuri miinus järjestelmässä, koska yrityksellä tilaukset saattavat olla tuotantotiloissa useammankin viikon.

Ohjelmistoltaan Trumpf tarjoaa helppokäyttöisen ohjelmiston tilauksienpaikantamiseen, sekä tilauksien muuntamisen sähköiseen muotoon. Trumpfin järjestelmällä pystytään poistamaan tilauksissa kulkevat tilauslomakkeet. Nämä näkyvät Trumpfin ohjelmistossa, joka on avattavissa tabletilla, tietokoneella tai kännykällä. Infsoftin järjestelmästä vastaavaa sovellusta ei löydy. Infsoftin järjestelmä pystyisi paremmin paikallistamaan samoina pysyviä kohteita, kuin jatkuvasti muuttuvia tilauksia.

Vastaanottimiltaan Infsoft tarjoaa mahdollisuuden useamman paikannusjärjestelmän samanaikaiseen käyttöön, koska sama vastaanotin pystyy mittaamaan useampien taajuuslähettimien etäisyyttä esimerkiksi BLE tai Wi-fi signaaleja. Trumpfin järjestelmä on keskittynyt vain paikallistamaan omat merkkauskiekkonsa tuotantotiloista. Tämä asia on molempien järjestelmien heikkous sekä vahvuus. Infsoftin järjestelmään pysytyttään tuomaan muitakin sisätilapaikannus laiteita mukaan mutta tämä saattaa häiritä tilausten paikannusta. Trumphin järjestelmän keskittyessä paikallistamaan omat merkkauskiekkonsa toimintavarmuus paranee varmasti mutta muiden paikannuslaitteiden käyttö ei ole mahdollista.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli selvittää tilauksien paikannukseen sopiva ratkaisu, jolla pystytään seuraamaan tilauksien liikkumista reaaliajassa tuotannontiloissa. Tuotannossa liikkuu erilaisia kuormalavoja, joilla tilaukset kulkevat seuraavaan työvaiheeseen. Kuormalavoja liikutellessa vain niitä liikuttava henkilö tietää minne on kuormalavan jättänyt. Kuormalavoja ollessa useita satoja unohtuu kuormalavojen paikat nopeasti. Tilauksienpaikantamisjärjestelmällä pyritään pääsemään eroon tilauksien häviämisestä ja löytämään tilaukset nopeammin tuotannontiloista.

Tutkittuani aiheeseen sopivia ratkaisuja päädyin sisätilapaikannusjärjestelmiin. Sisätilapaikannusjärjestelmiä on useita ja ne käyttävät erilaisia tekniikoita. Teollisuuden tilat ovat kumminkin haastavat ja aiheuttavat useimpiin tekniikoihin häiriöitä. Tekniikoista sopivin oli UWB, joka ei ole niin häiriöherkkä teollisuuden aiheuttamille häiriötekijöille. Sisätilapaikannusjärjestelmä pitää sisällään myös ohjelmiston. Ohjelmistoltaan järjestelmän piti sopia tilauksien paikantamiseen. Ohjelmiston ollessa helposti käytettävä ja muokattava onnistuu tilauksien sisätilapaikannus helposti ja nopeasti eri laitteilla. Parhaimman kokonaisuuden sisätilapaikannusjärjestelmistä tarjoavat vain muutamat yritykset.

Yllätyksenä itselleni tuli teollisuuteen tarkoitettujen sisätilapaikannusjärjestelmien vähyys ja tilauksien paikannukseen sopivien järjestelmiä määrä. Tilauksien sisätilapaikannukseen löytyi vain yksi järjestelmä, joka toimisi sellaisenaan tilauksien paikallistamiseen ja tämäkin järjestelmä on vasta tullut markkinoille. Toinen järjestelmä olisi mahdollisesti ollut sovellettuna käyttökelpoinen mutta käyttäminen olisi ollut haasteellista, koska järjestelmä oli tarkoitettu enemmän samoina pysyvien esineiden esimerkiksi trukkien paikantamiseen.

Vertailtuani eri sisätilapaikannusjärjestelmien tarjoajien ominaisuuksia. Olen tullut siihen lopputulokseen, että Track and Trace järjestelmä Trumpfilta sopii yrityksen käyttöön. Tämän järjestelmän ohjelmisto sopii hyvin yrityksen tiloihin ja vaatimuksiin. Trac and Trace järjestelmä poistaisi tilauksissa kulkevan paperit ja muuntaisi ne sähköiseen muotoon, jotka pystytään lukemaan tietokoneilta, tableteilta tai kännykältä samalla nähdessä tilauksen reaaliaikaisen sijainnin. Pienenä miinuksena järjestelmässä on merkkaukiskiekkojen akunkesto, joka on vain noin viikon. Laturiin menee 10 kiekkoa kerrallaan, joten yrityksen pitäisi hankkia useampi laturi ladatakseen riittävän nopeasti kiekot toimintaan uudelleen. Akkujen kesto merkkaukiskiekoissa asettaa myös haasteen tilauksien ollessa pidemmän ajan kuin viikon tuotannontiloissa, koska tällöin merkkaukiskiekko tulee vaihtaa tilauksen päälle akun loppumisen vuoksi viikoittain.

Yrityksen tulisi selvittää seuraavaksi pystytäänkö lyhyen akunkeston vuoksi käyttämään järjestelmää tuotannossa sujuvasti. Jos yritys päätyy käyttämään ehdotettua järjestelmää, tulee yrityksen selvittää, kuinka järjestelmä otetaan käyttöön häiritsemättä tuotantolinjastoja. Samalla pitää suunnitella, kuinka merkkaukiskiekot vaihdetaan akun varauksen loppuessa uusiin kiekkoihin. Hyvällä suunnittelulla vältetään järjestelmänkäyttöönottovaiheen ongelmat.

LÄHTEET

Aaltonen, K. & Torvinen, S. 1997. Konepaja-automaatio. Helsinki: WSOY.

Fosberg, K. 2012. Teknologia avuksi ihmisten ja esineiden paikantamisessa. Käkäte. [PDF- julkaisu.] [Viitattu 2019-04-28.] Saatavissa: https://www.vtkl.fi/document/1/2229/bc7eea1/Teknologia_avuksi_ihmisten_ja_esineiden_paikantamisessa.pdf

Eliko, s.a. [www.sivu.] [viitattu 2019-04-24.] Saatavilla: <https://www.eliko.ee/>

Infsoft, 2016-2018a. Bluetooth Low Energy beacon. [www.sivu.] [viitattu 2019-04-24.] Saatavissa: <https://www.infsoft.com/technology/sensors/bluetooth-low-energy-beacons>

Infsoft, 2016-2018b. Wi-fi. [www.sivu.] [viitattu 2019-04-26.] Saatavilla: <https://www.infsoft.com/blog-en/articleid/40/indoor-navigation-using-wifi-as-a-positioning-technology>

Infsoft, 2016-2018c. Visible light communication. [www.sivu.] [viitattu 2019-04-26.] Saatavissa: <https://www.infsoft.com/blog-en/articleid/42/indoor-navigation-indoor-positioning-and-location-based-services-using-vlc-visible-light-communication>

Infsoft, 2016-2018d. Ultra-wideband. [www.sivu.] [viitattu 2019-04-26.] Saatavissa: <https://www.infsoft.com/technology/sensors/ultra-wideband>

Infsoft, 2016-2018e. Yleistietoa. [www.sivu.] [viitattu 2019-04-26.] Saatavissa: <https://www.infsoft.com/>

Infsoft, 2016-2018f. Ohjelmisto. [www.sivu.] [viitattu 2019-04-26.] Saatavissa: <https://www.infsoft.com/software>

Kemppainen, P. & Mäkelä, E. 1989. Tekninen tiedotus 3:89. Valimon laadunohjausjärjestelmän kehittäminen. Helsinki: Metalliteollisuuden keskusliitto. 10.

Kuusniemi, H. s.a. Sisätilanavigointi. Tutkimus. [www.sivu.] [viitattu 2019-04-26.] Saatavissa: <https://www.maanmittauslaitos.fi/tutkimus/teematietoa/sisatilanavigointi>

Lean yhdistys. s.a. Suomalaisen lean-ajattelun sanansaattaja. [www.sivu.] [viitattu 2019-05-05.] Saatavissa: <https://www.leanyhdistys.fi/>

Logistiikan maailma. s.a. Lean-ajattelu. [www.sivu.] [viitattu 2019-05-05.] Saatavissa: <https://www.leanyhdistys.fi/>

Malinen, P. 1996. Tekninen tiedotus, Met-julkaisu 10:96. Malinen, P. (toim.) Konepajan tuotanto-prosessien tehokkuuden, tuottavuuden ja laaduntuottokyvyn parantaminen kunnossapidon avulla. Helsinki: Metalliteollisuuden keskusliitto. 183.

Oscar, s.a. Tuotannonohjaus. [www.sivu.] [viitattu 2019-05-05.] Saatavissa: <https://www.oscar.fi/tuotannonohjaus>

Peltola, V & Toivanen, P. 2017. Sisätilapaikannus- tekniikat ja tuotteet. Centria ammattikorkeakoulu. Kokkola. [PDF- julkaisu.] [viitattu 2019-04-25.] Saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/132844/978-952-7173-27-5.pdf;jsessionid=71EE7E44F6809E6304DB9BAB6D595C9F?sequence=1>

Pozyx, s.a. [www.sivu.] [viitattu 2019-04-25.] Saatavissa: <https://www.pozyx.io/>

Sewio, s.a. [www.sivu.] [viitattu 2019-04-25.] Saatavissa: <https://www.sewio.net/uwb-tags/>

TRUMPF, 2018. Lehdistö tiedote Trac and Trace järjestelmästä. [PDF- julkaisu.] [viitattu 2019-04-28.] Saatavissa: https://www.trumpf.com/filestorage/TRUMPF_Master/Corporate/Press/Press_releases/2018_19/Euroblech/Track_Trace/20181023-TRUMPF-PR-Track-and-Trace.pdf

Volontinen, V. 1996. Digitaalitekniikka perusteet ja sovellukset. Helsinki: WSOY