

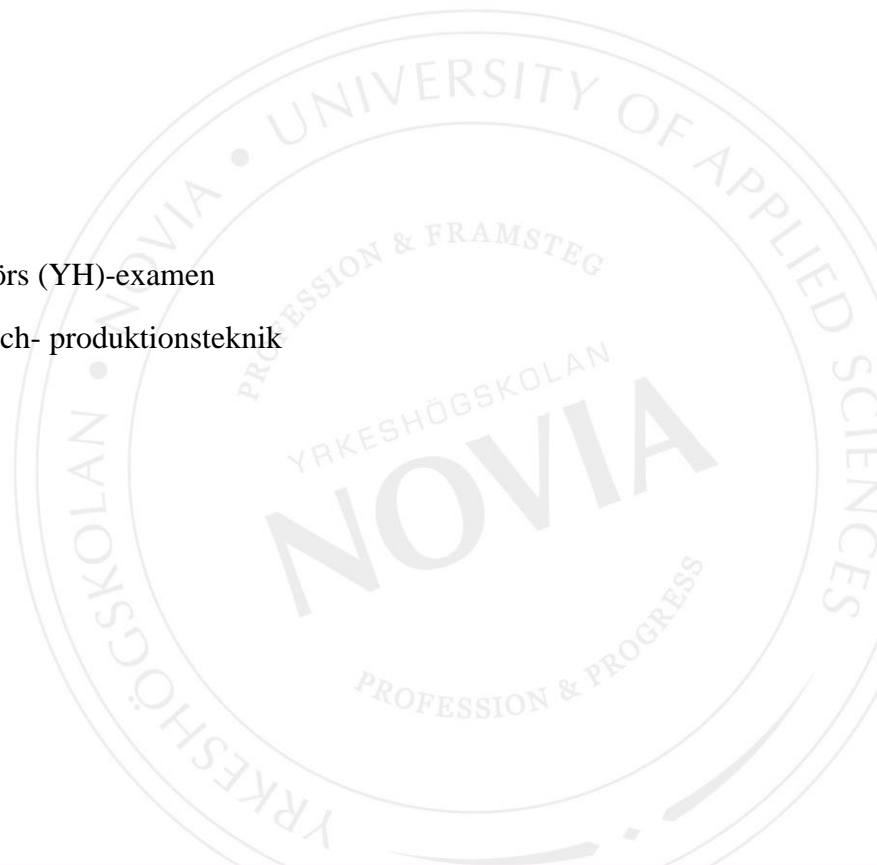
# System för redskapslokalisering

Jakob Nilsson

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningen för maskin och- produktionsteknik

Vasa 2021



## EXAMENSARBETE

Författare: Jakob Nilsson  
Utbildning och ort: Maskin- och produktionsteknik  
Yrkeshögskolan Novia, Vasa  
Inriktningsalternativ: Drift- och energiteknik  
Handledare: Tobias Ekfors, Novia  
Mika Hemming, Bröderna Hemming

Titel: *System för redskapslokalisering*

---

Datum 19.4.2021

Sidantal 31

Bilagor 8

---

### **Abstrakt**

Detta examensarbete har gjorts på uppdrag av Ab Bröderna Veljekset Hemming Oy. Ab Bröderna Veljekset Hemming är ett familjeföretag inom infrabranschen med mångårig branscherfarenhet. Företaget bygger och planerar tele, el-, kommunaltekniska projekt samt hela levnadsmiljöer med nyckel i hand-principen.

Syftet med detta examensarbete var att kostnadseffektivera hanteringen av redskap genom att utreda olika moderna lösningar för spårning av utrustning i fält, såsom grävskopor och dylikt. Med hjälp av det kan resursplanering i fortsättningen optimeras ytterligare och spara mycket tid.

Arbetet har genomförts genom informationssökning angående tekniker och lösningar, intervjuer med företaget och praktiskt test av spårningsenhet. Som grund för jämförelsen mellan de olika lösningarna har offerter använts och analyserats.

Resultatet av arbetet är förslag till olika lösningar för redskapslokalisering samt en jämförelse av dessa baserat på de data som samlats in och analyserats. I resultaten framkommer mera detaljerat för och nackdelar med systemen, prisbilder, montering, drift, problemscenarior och datahantering. För att ytterligare få grepp om den vardagliga användbarheten testades en spårningsenhet i fält.

---

Språk: svenska

Nyckelord: spårning, nätverk, internet of things

---

# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Jakob Nilsson  
Koulutus ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka  
Vaasa  
Suuntautumisvaihtoehto: Käyttö- ja energiatekniikka  
Ohjaajat: Tobias Ekfors, Novia  
Mika Hemming, Veljekset Hemming

Nimike: *Työkalujen paikannusjärjestelmä*

---

Päivämäärä 19.4.2021

Sivumäärä 31

Liitteet 8

---

## Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on suoritettu Ab Bröderna Veljekset Hemming Oy:n toimeksiannosta. Ab Bröderna Veljekset Hemming Oy on perheyrittys infra-alalla monen vuoden alan kokemuksella. Yhtiö rakentaa ja suunnittelee tele-, sähkö-, ja kunnallisteknisiä projekteja sekä kokonaisias elinympäristöjä avaimet käteen menetelmällä.

Työn tarkoitus oli tehdä työkalujen käsittelystä kustannustehokkaampi eri moderneilla ratkaisuille työkalujen paikantamista varten kentällä, kuten kaivinkoneenkauhoja tms. Tämän avulla resurssisuunnittelu voidaan jatkossa edelleen optimoida ja täten säästää paljon aikaa.

Työ on tehty tekniikkojen ja ratkaisujen tiedonhaulla, yrityksen haastatteluilla ja käytännöllisillä testeillä paikannuslaitteesta. Eri ratkaisujen vertailun pohjana on käytetty ja analysoitu tarjouksia.

Opinnäytetyön tuloksena on ratkaisuehdotuksia työkalujen seurannalle. On myös vertailu eri ratkaisuja, ja vertailu perustuu kerättyjen tietojen analysointiin. Tulos esittää tarkemmin etuja ja haittoja, hintoja, asennuksia, käyttöä, ongelmaskenaarioita ja tietojenkäsittelyä. Saadakseen paremman käsityksen jokapäiväisestä käytöstä testattiin yhtä paikannuslaitetta kentällä.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: seuraaminen, verkko, esineiden internet

---

## BACHELOR'S THESIS

Author: Jakob Nilsson  
Degree Programme: Mechanical and production engineering  
Specialization: Operational and energy technology  
Supervisors: Tobias Ekfors, Novia  
Mika Hemming, Bröderna Hemming

Title: *System for attachment tracking*

---

Date 19.4.2021

Number of pages 31

Appendices 8

---

### **Abstract**

This thesis work was commissioned by Ab Bröderna Veljekset Hemming Oy. Ab Bröderna Veljekset Hemming Oy is a family corporation within the infrastructural construction industry. The company plans and builds telecommunication, electrical, and municipal engineering projects as well as complete housing areas as turnkey solutions.

The purpose of this thesis work was to make the handling of attachments cost-effective through investigation and evaluation of different solutions using modern technology for tracking on worksites. By using these solutions the resource planning can be further optimized in the future and save a lot of time.

The thesis work has been accomplished through theoretical research regarding different technology and solutions, interviews with the company and practical test of a tracking device. As a basis of the evaluation between the different solutions, offers from sellers and manufacturers have been used and analyzed.

The results are suggestions to different solutions for the attachment tracking and also a comparison of them based on the data collected and analyzed. In the result section more detailed information emerges such as pros and cons about the systems, pricing, mounting, operation, problem areas and data management. For additional grasp of the daily use a tracking device was tested on a worksite.

---

Language: swedish

Key words: tracking, network, internet of things

---

# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Syfte.....	1
1.3	Avgränsning.....	2
1.4	Ab Bröderna Veljekset Hemming Oy.....	2
1.5	Disposition.....	3
1.6	Problem.....	3
2	Teori.....	4
2.1	GPS – Global Positioning System.....	4
2.2	RFID – (Radio frequency identification).....	6
2.3	QR-koder – (Quick Response).....	8
2.4	IoT – Internet Of Things.....	9
2.5	Trådlösa nätverksstrukturer.....	12
2.6	LPWAN- (Lowpower wide-area network).....	12
2.7	Sigfox.....	13
2.8	LoRaWan.....	14
3	Metoder och tillvägagångssätt.....	15
3.1	Teoretisk informationssökning.....	15
3.2	Intervju.....	15
3.3	Praktiskt test.....	16
4	Resultat.....	17
4.1	RFID-Lösning.....	17
4.2	LoRaWan-lösning.....	20
4.3	Sigfox-lösning.....	22
4.4	Kombinerad lösning.....	24
4.4.1.	Kombination 1.....	24
4.4.2.	Kombination 2.....	24
4.5	Jämförelse av lösningar.....	25
4.6	Test av enheten.....	26
4.7	Resultatdiskussion.....	28
4.8	Förslag till fortsatt utveckling.....	29
5	Diskussion.....	29
6	Litteraturförteckning.....	31

# 1 Inledning

Inom infrabranschen i dagens läge är flexibilitet och mångsidighet en mycket betydande egenskap för att utföra entreprenader. Detta gör att många olika redskap och utrustningar används och behövs. För företag som handhar många arbetsplatser på olika orter blir det väldigt mycket utrustning att övervaka.

I detta examensarbete görs en omfattande utredning av alternativ för att lösa lokaliseringsproblematiken för ett lokalt infraföretag. Grundtanken till arbetet har en tid varit en vision i företaget och passade ytterst bra för att göra till ett examensarbete för studerande. Eftersom företaget är välbekant för mig genom tidigare arbete kändes det bra att kunna bidra med denna forskning. Eftersom inget direkt liknande system använts internt förut gavs det ganska fria händer men med några önskingar och krav. Kostnadseffektivitet och ett mervärde är något de flesta förväntar sig av en investering.

## 1.1 Bakgrund

Detta projekt har länge funnits i planerna eftersom det skulle effektivera användningen och spara mycket tid för redskapshanteringen i företaget. Spårningsteknik är väldigt vanlig och är dessutom kostnadseffektiv för konsumenter vilket gör att även mindre företag är intresserade att använda tekniken. Samtidigt har en redskapsinventarielista uppdaterats. Fram tills nu har redskapshanteringen skötts manuellt av produktionspersonalen vilket i sig nog fungerar men den mänskliga faktorn kan ställa till det och risker/ felmarginaler är väldigt stora.

## 1.2 Syfte

Huvudsyftet med detta examensarbete var att kostnadseffektivera hanteringen av redskap och att samtidigt effektivera användningen genom bra planering. Samtidigt kan produktionspersonalen fokusera mera på deras arbete och en viss stressfaktor försvinner. Syftet var också att utreda hur man kan lokalisera olika utrustningar med modern tillgänglig teknik samt vilken lösning som lämpar sig bäst för företaget i fråga. Eftersom liknande tjänster redan finns till förfogande på marknaden har utredningen beaktat dessa angående deras kostnad och användningsgrad.

### 1.3 Avgränsning

Detta examensarbete begränsas till utredningen av olika alternativa lösningar på lokaliseringsproblematiken med hjälp av jämförelse mellan olika leverantörer, tekniker och kostnadsförslag för implementering av dessa i företaget. Övrigt kring ämnet kan då diskuteras i ett vidareutvecklingsskede med företaget.

### 1.4 Ab Bröderna Veljekset Hemming Oy

Bröderna Hemming är ett familjeföretag inom infrabranschen med mångårig branscherfarenhet. Företaget grundades som dess nuvarande form i Övermalax 1958. Företaget bygger och planerar tele, el-, kommunaltekniska projekt samt hela levnadsmiljöer med nyckel i hand-principen. Företagets verksamhetsområde är västra Finland men med många projekt i övriga Finland och även i Sverige. Bröderna Hemming är idag ett stabilt företag som är mån om att personalen trivs samt att knyta långvariga kundrelationer. Företaget har en modern och mångsidig maskinpark med grävmaskiner av olika storlekar från 1,5 ton till 32 ton samt både på bält och hjul. Den tekniska personalen består fyra byggnadsingenjörer och en byggmästare. Den övriga personalen består av chaufförer, montörer, laddare och borrhare. All personal har lång branscherfarenhet och kan garantera en hög kvalitet samt flexibel service på tjänsterna. (Ab Bröderna Veljekset Hemming Oy, 2019).



Figur 1. Bröderna Hemming. (Ab Bröderna Veljekset Hemming Oy, 2019)

## 1.5 Disposition

Här förklaras i korthet vad de olika kapitlen i arbetet innehåller.

Inledningen ger en snabb genomblick i hur arbetet inletts och vad som stadgat grunden till examensarbetet samt behandlar underrubrikerna bakgrund, syfte, avgränsningar, företagspresentation, disposition och problem.

Det andra kapitlet behandlar teoridelen för arbetet och i regel den teori som används i arbetet. Där presenteras olika tekniker som kan användas för spårning samt hur de fungerar.

Det tredje kapitlet behandlar metoderna, val av metod och insamlingen av data som använts för att göra denna utredning.

Fjärde kapitlet behandlar resultaten som framkommit av utredningen samt att det innehåller resultatdiskussion och förslag till fortsatt utveckling.

Femte kapitlet behandlar diskussion och reflektioner av examensarbetet och utredningen.

Sjätte kapitlet tar upp källorna som används i arbetet.

## 1.6 Problem

Infrabranschen är en bransch med väldigt tuffa förhållanden från väder och vind och det sätter även krav på utrustningen som används. Det är ofta fråga om robusta konstruktioner i stål för att klara av utmaningarna. Samtidigt kan det skapa en hel del problemområden förstås. Detta arbete fokuserar på att utnyttja tekniker för spårning av grävskopor och annan utrustning, vilket ofta ses i form av sändare-mottagare konfiguration.

Centrala delar av problematiken är sändningsförmågan, så att signaler kan skickas och vilka avstånd det gäller. Även produktklassificering, montering, stöld och skadegörelse samt fysisk brutalitet när utrustningen sändaren monterats på används. Genom att beakta dessa faktorer före val av system är många problemområden redan under kontroll. Med många produkter av detta slag förväntas ett mervärde av investeringen, dvs. att systemet skapar mer nytta än besvär för användaren och man kan se antingen en direkt eller indirekt vinst i det hela.



## 2 Teori

I detta kapitel tas teorin som används i arbetet upp för att förstå sig på olika tekniker som används idag vid spårning av objekt. En central punkt som också tas upp är Internet of Things samt befintliga globala nätverk som används vid IoT-applikationer.

### 2.1 GPS – Global Positioning System

GPS-systemet är idag ett välkänt positioneringssystem som används världen över. Detta system har rötterna från USA:s försvarsdepartement för att bistå med navigationsinformation för militärens trupper, flygplan och fartyg. I dagens läge har GPS-teknologin blivit mycket mera ekonomisk och funnit många användningsområden. Eftersom sändarna har blivit mera volyminimerade används dessa ofta som en faktor för effektivisering och säkerhet på allt från bilar, flygplan, byggutrustning men även handhållna apparater för personbruk. Sedan inbruktagandet av systemet 1978 har det funnits fyra generationer av GPS-satelliter.

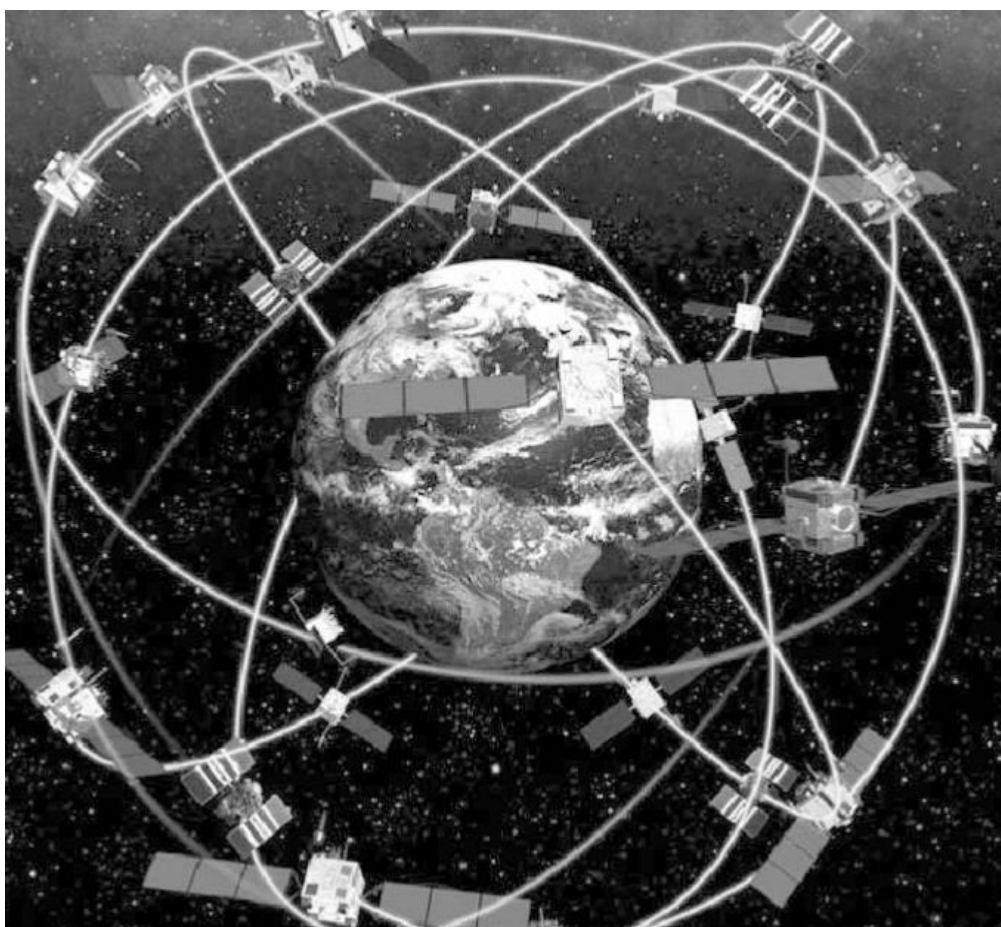
GPS-systemet är indelat i tre delar: rymdsegmentet, kontrollsegmentet och användarsegmentet. Rymddelen beskrivs som ett nätverk av satelliter i omloppsbanor runt jorden med en höjd på cirka 20,2 km. Varje satellit sänder ut radiosignaler vilket kan användas av mottagare för att räkna ut positioner. Kontrolldelens uppgift är att övervaka satelliternas positioner i rymden eftersom dess integritet förlitar sig på dess färd i omloppsbanor. Detta kontrolleras från tio stycken passiva övervakningsstationer världen över var även skicket på satelliterna och signalerna kontrolleras.

Användardelen är som namnet beskriver är uppbyggt av användarna av GPS-signalerna, oavsett om det är på jorden eller i rymden kalkylerar GPS-mottagaren dess position genom att lösa ekvationer vilket är baserat på längden mellan den och flera andra satelliter. Användardelen omfattar alla användare som är intresserade av att räkna ut sin position med hjälp av utsända GPS-signaler.

Principen bakom GPS-systemet är förvånansvärt enkel egentligen och sammanfattas ofta genom formeln  $Längd = Hastighet * Tid$ . Om då hastigheten och tiden är kända variabler kan ju då längden som något färdats räknas ut. Egentligen använder sig systemet av mycket komplicerade algoritmer och ekvationer för beräkningarna men principen är enkel.

Detta sker genom tidtagningen från satelliten i rymden till användaren genom radiosignal med ljusets hastighet, och när det sker från de olika satelliterna är det bara frågan om geometri för att bestämma användarens exakta position.

Eftersom systemet använder L-band våglängd (1-2GHz) kan de gå genom moln, regn och stormar och ändå klara av att sända. Dock uppkommer svårigheter vid sändning till insidan av betongkonstruktioner eller kraftiga vegetationsområden.



**Figur 2. GPS- Funktionsschema. (Ogaja, 2011)**

GPS-mottagare finns i flera utföranden med olika noggrannhetsklasser för olika ändamål. Navigations-/fritidssändare har den lägsta noggrannheten med ett kast på två till femton meter. Dessa är förstås de billigaste och används mest av vandrare och andra som vill spåra sin position i fritidssyfte.

Kartläggningssklassificerade mottagare är då skapade för proffs med en noggrannare felmarginal på 0,1 till 5 m och andra funktioner till exempel loggningsegenskaper. För användning i forskningssyfte och för ingenjörer finns även geodetisk mätningmottagare vilka använder komplexa dataprocesseringsalgoritmer och är de noggrannaste mottagarna med felmarginaler på millimeter till centimeters klassen. Dessa är väldigt dyra och har en prisklass från fem till tiotusentals euron.

Innan man bestämmer sig för att integrera GPS-system i projekt bör man också som med det mesta inom projekthantering och ingenjörarbete avgöra vilka möjligheter, risker och kostnader detta medför. Till exempel om systemet kan samverka med andra system för en kostnadseffektivare helhet och så vidare. (Ogaja, 2011)

Speciella beaktande när man väljer GPS-sändare eller system är bland annat:

- Tillämpningsområde (statiskt/dynamiskt)
- Noggrannhetskrav
- Strömförbrukning och batterilivslängd
- Användningsområde (utomhus/inomhus)
- Signalprocesseringskrav
- Kostnader (Ogaja, 2011)

## 2.2 RFID – (Radio frequency identification)

Radio frequency identification är en större teknologiart som utvecklats märkbart redan i flera årtionden. RFID baserar sig på informationsutbyte genom elektromagnetiska vågor mellan en så kallad tag och en avläsare.

I dagens läge finns det tusentals användningsområden som involverar RFID. Taggar har många så kallade produktfamiljer för att tillgodose alla olika användningstillämpningar. Dessa taggar har etiketter sammansatta av en antenn och medium var information lagras som oftast brukar vara ett microchip.

Det finns två olika huvud sorter av taggar, aktiva taggar och passiva taggar. Skillnaden mellan dessa är att de aktiva taggarna använder sig av en intern strömkälla och de passiva gör inte det.

Funktionsprincipen är den samma som för klassiska trådlösa kommunikationsnätverk med sändare och mottagare. Avläsaren upprätthåller en samverkan mellan identifieraren (ID) i taggen och en databas används för att få tillgång till den nyttiga informationen i chipet. Dessa tar emot en del av radiofrekvensen (RF) varpå taggens antenn samlar in signalen och för den till RFID-chippet. För passiva taggar används radiofrekvenskraften från avläsaren för att förse taggen med kraft för att den skall fungera och ge ut information.



**Figur 3. Funktionsschema för ett RFID system. (Perret, 2014)**

Den första artikeln som handlade om funktionsprincipen av RFID skrevs 1947 och den första appliceringen av tekniken användes under andra världskriget för att känna igen allierade flygplan, detta under namnet ” Identification Friend or Foe” (IFF). I framtiden kommer chiplösa RFID-taggarna bli vanligare och det utreds kontinuerligt (Perret, 2014).

I dagens läge används RFID-teknik i allt från säkerhetsbranschen, logistikbranschen för spårning av varuflöden samt i djurmärkning och åtkomstnycklar. Taggarna kan kapslas in så att de håller i tiotals år och för hårt bruk i industrier. RFID-taggar kan dessutom innehålla mer information och är säkrare än vanliga streckkoder. (RFIDLab Finland ry, 2021)

Läsräckvidd kallas det avstånd som en RFID-tag kan bli avläst på och beror på en del faktorer. Dessa faktorer är frekvensen av radiovågor som används för tag-avläsning, storleken av tagen, uteffekten av avläsaren eller om det är en aktiv tag med batteri eller en passiv tag. Aktiva taggar med batteri har ofta ett läsavstånd på ca 100 meter. Passiva taggar har ett läsavstånd på upp till en meter. UHF-taggar som används på lastpallar i logistiken har vanligtvis ett läsavstånd på 6 till 9 m. Det är förstås i ideala förhållanden, ifall taggarna blockeras på något vis blir det ett mycket mindre läsavstånd. (RFID Journal, 2021)

### **2.3 QR-koder – (Quick Response)**

QR-koden är en två dimensionell kod som skapades 1994 av företaget Denso. Denna symbol var menad för produktionskontroll inom bilindustrin men den har spridit sig till många andra tillämpningsområden. Nu ses och används QR-koder världen över varje dag. Några orsaker varför, är mycket fler egenskaper vilka är överlägsna jämfört med vanliga linjära streckkoder så som:

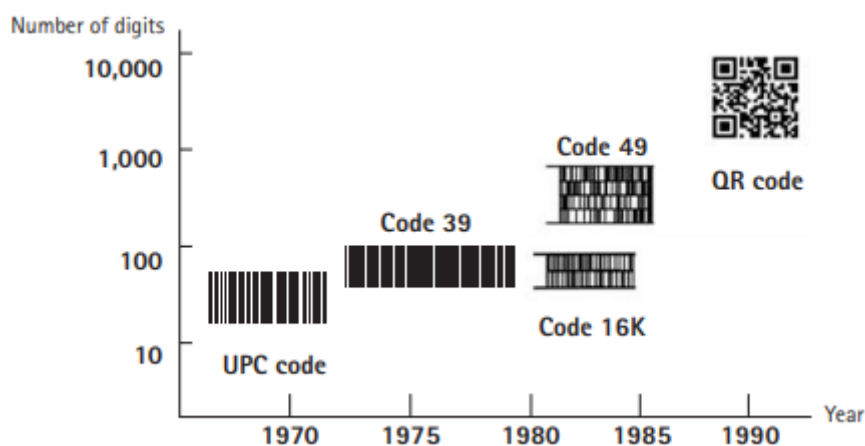
- De har mycket högre datadensitet och stöder kinesiska tecken osv.
- De kan användas av vem som helst eftersom Denso har givit patenten till allmänheten.
- De flesta mobiler är utrustade med kameror och applikationer som kan avläsa QR-koder och få åtkomst till internet automatiskt genom att avläsa den inkodade URL i QR-koden.

QR-koderna kan läsas i 360° och med en mycket hög hastighet, ungefär 100 gånger snabbare än vanliga streckkoder tack vare deras sök mönster som hittar positionen av symbolen med dess tre större hörnpunkter. De har också förmågan att läsas fast koden är utanför dess normala fyrkantiga form, vilket ofta kan uppstå vid appliceringar av runda objekt. QR-koderna kan hantera många olika typer av information, det kan vara numerisk data, alfabetiska kombinationer, symboler och foton enligt deras storlek.

Inom vissa användningsområden finns det risker att QR-koden delvis förstörs eller blir smutsig. Därför har QR-koderna en restaureringsfunktion av data vid olika nivåer. Nivåerna är 7 %, 15 %, 25 % och 30 % av kodens area och de ställer man in när man skapar QR-koden.

Därför är det smart att lägga högsta nivån av återställning för ett objekt som man vet att kan bli utsatt för mycket smuts eller i värsta fall vidröra något annat föremål så att den går sönder till viss del.

Eftersom det går att göra varje QR-kod unik för varje ändamål är det också lätt att göra QR-koden krypterad och ingen annan än behöriga kan då avläsa koden. QR-koder används i många olika branscher som till exempel hälso- och sjukvårdsbranschen, sjöfartsbranschen samt i metallindustrin. (Tan Jin Soon, 2008)



Figur 4. Symbolernas utveckling från streckkod till QR-kod. (Tan Jin Soon, 2008)

## 2.4 IoT – Internet Of Things

IoT uttrycks ofta som sakernas Internet på svenska. Det definieras som en samverkan var nätverksanslutning och datoranvändning sträcker sig även till sensorer och föremål som förut inte haft någon uppkoppling. På så sätt kan föremålen numera generera, ge information i utbyte samt använda data med minimalt mänskligt agerande.

Själva Internet of Things-termen användes för första gången 1999 av den brittiske teknologipionjären Kevin Ashton för att beskriva hur föremål i den fysiska världen kunde vara anslutna via internet med hjälp av sensorer.

Fastän sakernas Internet är relativt nytt fenomen är konceptet att kombinera datorer och nätverk till kontrollpaneler och skärmar inte det, i själva verket har det funnits sedan drygt slutet av 1970-talet.

På 1990-talet när den trådlösa teknologin avancerade uppkom möjligheten för maskin till maskin-konceptet (M2M). Det var dock slutna system enbart för detta ändamål och med industriella standarder. På samma årtionde gjordes även den första internetbaserade ”av och på” styrningen av en brödrost vilket gick via Internet Protocol (IP).

Det finns nästan oändligt många tillämpningsområden för IoT och var dess funktion skulle vara till nytta, några tillämpningar är till exempel fabriker, fordon, byggarbetsplatser, handeln samt även i hemmen.

Kommunikationen inom IoT sker i huvudsak genom fyra vanliga kommunikationsprinciper, dessa är:

- Apparat till apparat-kommunikation
- Apparat till moln-kommunikation
- Apparat till terminal-modell
- Bakdörr-datadelningsmodell

Apparat till apparat kommunikationen är som namnet säger en modell var två eller flera apparater direkt ansluter till varandra och kommunicerar. Ofta används Bluetooth, ZigBee eller Z-Wave, men också IP-baserade system används. Detta kan dock innebära att apparaterna måste vara tillverkade för att använda samma kommunikation så att det inte uppstår kompatibilitetsproblem.

Genom apparat till moln kommunikation ansluter IoT-enheten direkt till en internet molntjänst. På det viset ger det en betydlig skillnad mellan klassisk sladdbaserad Ethernet eller wifi-anslutning för att skapa kontakt. Kompatibilitets problem kan även uppstå med denna metod om många enheter av olika tillverkare försöker slås ihop i samma molntjänst.

I modellen som använder sig av apparat till terminal ansluter IoT-apparaten först till en ALG (application level gateway) för att sedan ansluta till molnet.

På detta sätt kan terminalen fungera som en brandvägg eller en protokollöversättare mellan molnet och apparaturen. Denna modell används mycket för populära konsumentprodukter så som personliga spåringsenheter där ofta telefonen fungerar som terminal.

Bakdörrens datadelningsmodellen kan beskrivas som en metod vilket möjliggör för användare att exportera och analysera data från en molntjänst men även kombinera data från andra källor. Det är en vidare utveckling av apparat till moln modellen och data från apparater kan hämtas för att sammanfogas till ”data-silos” eller analyseras. En annan bra egenskap för denna modell är att det möjliggörs för användare att flytta deras data när det byts mellan IoT-tjänster.

För det mesta finns det en baksida med problemområden och så finns det även för tillämpningar av sakernas Internet. Några frekventa diskussionsämnen angående IoT-problem är: säkerhet, integritet, interoperabilitet, rättsliga föreskrifter och rättigheter samt utveckling.

Vad gäller säkerheten för IoT är det likadant som användandet av Internet i övrigt, att kunna använda det tryggt och för det ändamålet det är tänkt för. Om detta inte kan uppnås för användaren uppstår givetvis en motvillighet att använda Internet.

När vi ökar användningen och ansluter enheter och apparater till Internet kommer nya säkerhetssvagheter att växa fram.

Dåligt säkrade IoT-enheter kan då komma att användas som en ingång för cyberattacker för att till exempel omprogrammera enheter, eller skada enheter så att de slutar att fungera. Dåligt designade enheter kan då också avslöja användar data genom att dataströmningen är otillräckligt skyddade.

När en enhet är på internet är den också en del av Internet, vilket betyder att effektiva och lämpliga säkerhetslösningar kan nås om de som är inblandade angående enheterna gör ett samarbete angående säkerheten. Samarbetsmodellen har framstått som en effektiv lösning bland industrin, regeringar och offentliga auktoriteter för att hjälpa till med att säkra internet och cyberrymden, vilket också inkluderar sakernas Internet.



Samarbetsmodellen använder sig av olika praxis och verktyg, så som: informationsdelning, incidentsförberedning och cyberövningar, medvetenhets höjning och träning, avtal om beteende normer samt utveckling och internationella standarder. Ständigt utvecklingsarbete krävs för att möta IoT-enheternas säkerhetsfrågor i framtiden. (The Internet Society (ISOC), 2015)

## **2.5 Trådlösa nätverksstrukturer**

Olika strukturer av nätverk som används inom IoT-sektorn är Point-to-Point (P2P), Stjärnform (Star), och maskform (Mesh). Point-to-point är en direkt länk mellan två trådlösa enheter och används ofta i kombination av BLE (bluetooth low energy). Detta är ett PAN nätverk som står för Personal Area Network, vilket innebär att det är på en personlig nivå.

Star nätverket använder sig av en central terminal som samlar in information från alla enheter och då antingen förmedlar det direkt till nästa enhet eller till molnlagring, det används ofta i kombination med NB-IoT eller Sigfox och LoRa. Det är ett WAN nätverk som står för Wide Area Network som används på större område eller regionala nätverk.

Masknätverket är en typ av utveckling av point to point-metoden och där är alla enheter kopplade till varandra som ofta används i kombination med Z-Wave, ZigBee, eller wifi och BLE. Det är ett WLAN nätverk som står för Wireless Local Area Network som används i hem och kontor. (Lindén, 2020)

## **2.6 LPWAN- (Lowpower wide-area network)**

LPWAN-teknologi framträdde som en term år 2013. Det var inte en ny teknologi standard men mera som en ny klass av trådlösa teknologier och lämpar sig bra för behoven för M2M och IoT-enheter. Denna teknologi erbjuder en kraft och kostnadseffektiv lösning som utnyttjar existerande nätverk, global räckvidd och en stark inbyggd säkerhet.

LPWAN stöder dataöverföring i små data paket i storlekar från 10 till 1000 bytes, vilket förbättrar effektiviteten och hastigheten varierande från 3Kbps till 375Kbps. Eftersom nätverket fungerar med högre effekt och över ett större område behövs mindre infrastruktur och hårdvara. Dessa egenskaper resulterar i bättre kostnadseffektivitet. (Thalesgroup, 2021)

De kritiska faktorerna i ett LPWAN är:

- Nätverksstruktur
- Kommunikationsavstånd
- Batterilivslängd
- Störningsmotstånd
- Nätverkskapacitet
- Nätverks säkerhet
- En- eller tvåvägskommunikation
- Varierande användningsapplikation (LoRa Alliance, 2021)

## 2.7 Sigfox

Sigfox är ett världsledande globalt nätverk som är IoT-baserat med hjälp av låg effekt, lång räckvidd och små data mängder. Det grundades 2010 av fransmännen Ludovic LeMoan och Christophe Fourtet. Deras vision var att ansluta alla objekt i vår fysiska värld till det digitala universumet. Nätverket finns nu i fler än 70 länder och täcker ca 5,8 miljoner km<sup>2</sup>.

Sigfox använder sig av stjärnformat datanät vilket skickar vidare informationen till molnet via master. Nätverket erbjuder en mjukvara var all nätverks och data processering sker i molnet i stället för på enheterna, vilket drastiskt reducerar energikonsumtion och enhetskostnad. (Sigfox, 2021)

Nätverket kan användas i Finland. Den globala täckningskartan för Sigfox visas i bilaga 1.



Figur 5. Sigfox dataflödesschema. (Sigfox, 2021)

## 2.8 LoRaWan







LoRaWAN definieras som kommunikationsprotokollet och systemuppbyggnaden för nätverket, medan LoRa är kommunikationslänken med lång räckvidd. Nätverksuppbyggnaden har stort inflytande vad gäller nätverkskapaciteten, tjänstens kvalitet, säkerheten och så vidare. (Thalesgroup, 2021)

LoRaWAN är ett dataöverförings nätverk som är specifikt utformat för trådlös och snabb men också låg effektiv dataöverföring. LoRaWAN-nätverket är lämpligt för att skicka och ta emot små mängder data. Nätverkets huvudfunktioner är tvåvägs dataöverföring, mobilitet, platstjänster och enkel användning. LoRaWAN är en global och öppen standard som består av LoRa-terminaler och routrar samt servrar och applikationer.

Nätverket är ett trådlöst LPWAN som utvecklats av LoRa Alliance. LoRa står för Long Range (lång räckvidd) och är en modullösning som använder terminaler och routrar för att kommunicera med varandra. IoT-lösningar som använder LoRaWAN är förmånliga och håller länge, det beror dock förstås på enhetens egenskaper.

Sensorerna är enkla att installera och kräver ingen kabeldragning. Batterier som används kan i bästa fall räcka upp till tio år, vilket gör dem i princip underhållsfria. Vanliga överföringshastigheter för meddelanden är 15 till 60 minuter. En terminal eller basstation kan täcka hela städer och även hundratals kvadratkilometer, men detta beror såklart på omgivningen och eventuella hinder. (LoRa Alliance, 2021)

Nätverket kan användas i Finland. Den globala täckningskartan för LoRaWAN ses i bilaga 2.

	<b>Local Area Network</b> Short Range Communication	<b>Low Power Wide Area</b> (LPWAN) Internet of Things	<b>Cellular Network</b> Traditional M2M
	<b>40%</b>	<b>45%</b>	<b>15%</b>
	Well established standards In building	Low power consumption Low cost Positioning	Existing coverage High data rate
	Battery Live Provisioning Network cost & dependencies	High data rate Emerging standards	Autonomy Total cost of ownership
			

Figur 6. Jämförelse av nätverkstekniker. (Lindén, 2020)

### **3 Metoder och tillvägagångssätt**

I detta kapitel framgår vilka metoder som använts för att nå resultaten samt hur data samlats in och hur de tolkats. Det framgår också vad metoderna är och hur de användes.

När detta arbete fick sin början sattes ett möte med ledningen vid Bröderna Hemming upp var vi tillsammans diskuterade arbetets och ämnets möjligheter, problemområden samt systemets syfte och användning i vardagen. Ett möte med handledare från Novias sida gjordes också för att få svar på en del frågor angående arbetets gång och så vidare. Eftersom egna färdigheter inte inkluderar avancerad kodning eller dylikt gjordes det i huvudsak en utredning av vilka leverantörer av IoT som finns i Finland i dagsläget samt vilka lösningar och tjänster de erbjuder och för vilket pris.

#### **3.1 Teoretisk informationssökning**

Eftersom ämnet för detta examensarbete var relativt nytt och komplext för mig blev det till en början att söka information kring tekniker och nätverken samt tidigare forskning för att få en uppfattning om det hela. I enlighet med det är examensarbetet i grunden till stor del teoretiskt. Inget direkt liknande har funnits internt i företaget förut vilket satte stor vikt på extern informationssökning och analys av data från leverantörer. Med hjälp av detta kunde en bredare kunskap erhållas och besvara om dessa system kan hjälpa till med effektiveringen av redskapsspårningen för företaget.

#### **3.2 Intervju**

Intervju är en tvåvägskommunikation i form av möte som görs med ett förbestämt syfte genom att ställa frågor och ge svar på dem runt ett specifikt tema. Detta kan dokumenteras fritt, dvs. ostrukturerade och strukturerade intervjuer enligt intervjuarens mål. (Folkloristiska samlingarna, 2006)

Eftersom intervjuer kan uppföras i olika strukturer, var intervjun och observationerna i detta fall mera likt en vanlig konversation med företagsledningen. Eftersom det är på så sätt omätbara data i siffror. I det skedet funderade vi över krav och önskningar angående systemets funktion och vilka mätdata som var av intresse.

### 3.3 Praktiskt test

För att verkligen analysera hur saker och ting fungerar i praktiken kan det vara bra med ett konkret test, speciellt när det gäller mätdatas apparatur. Detta ger en bild av hur apparaturen kommer att fungera i produktion och vilka justeringar som eventuellt kan göras för att nå de data som söks.

Examensarbetet skulle varit praktiskt taget helt teoretiskt ifall denna del inte varit med. Lyckligtvis efter diskussion med företaget som också var lika intresserade i frågan beställdes en enhet för prövning i fält. Då kunde egna mätdata genereras och praktiskt pröva användargränssnittet från datalagringsplattformen.

Nedan ses tabellen med krav och önskemål som uppgjordes vid mötestillfället.

**Tabell 1. Lista med krav och önskemål.**

Egenskap	K (krav)	Ö (önskemål)
Spårbar	K	
Loggning av data	K	
Användargränssnitt		Ö
Lätthanterligt	K	
Kostnadseffektiv	K	
Karta		Ö
(Lång batteritid)		Ö
Stöldskydd		Ö

## 4 Resultat

I detta kapitel redogörs resultaten som erhållits av arbetet. Här ges förslag till olika lösningar av lokaliseringsproblemet för företaget. Förutom lösningsförslagen framkommer test av spåringsenheten, resultatdiskussion och förslag till fortsatt utveckling.

Manuell lokalisering som nu används med hjälp av produktionspersonal har i och för sig fungerat men det börjar ses som gammalmodigt och ger en extra stressfaktor hos personalen. När det finns så pass många skopor och utrustningar blir det väldigt minneskrävande. Därför har denna metod inte beaktats i detta examensarbete.

### 4.1 RFID-Lösning

Eftersom RFID-teknik används enormt mycket inom logistikbranschen i dagensläge ansågs det som en möjlig teknik att använda som lösning även i detta fall. Utrustningen som används i företaget är väldigt många och på så vis skulle det med RFID bli ett förmånligt alternativ. RFID-taggar är ofta små till formatet vilket gör att det skulle lämpa sig för montering på just grävskopor och dylikt.

Eftersom ett minimikrav var att användare manuellt ska kunna skanna av eller lägga till i ett användargränssnitt den utrustning som förflyttas till eller från arbetsplatsen är RFID ett idealt alternativ eftersom de kan skannas av manuellt eller läsas på avstånd med en läsare, vilket samtidigt kan fungera som en terminal för dataförflyttning till en server och molntjänst. Förstås ger det bara information när och var den skannats av när avläsaren varit i närheten.

Företaget som det frågades offert från på RFID-systemet hade en kombinerad Bluetooth och QR-kodlösning som skannas av med hjälp av mobiltelefon för att personalen skall kunna avläsa med valfri telefon. Därefter skickas data till deras tillverkarens webapplikation var övrig personal kan logga in för att se utrustningens information, plats samt vilken tid det avlästes.

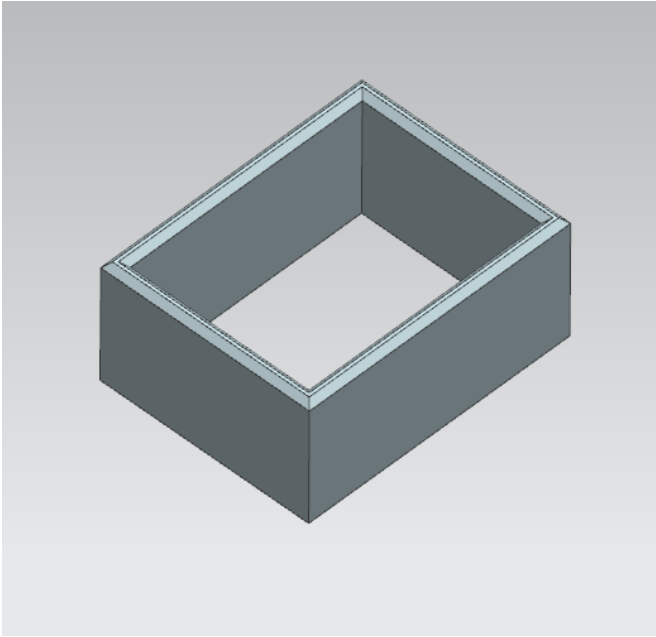
Designen för enheten var väldigt kompakt och enligt tillverkaren väldigt tålig.



**Figur 7. RFID-enheten.**

Vad gäller montering av RFID på grävskopor är det en utmaning, det på grund av det hårda klimatet som de används i och hur de blir placerade i byggnadsmiljöer samt också när grävmaskiner tar tag i dem för fastsättning i redskapsfästet. Från tillverkaren fanns att köpa häftningsmassa för att taggarna skall hållas på plats.

Även någon stödanordning i stål skulle vara behövligt runt taggen. Stödets storlek kunde vara rektangulärt format med inre mått 40 mm x 35 mm eftersom tagen också är det fast med måtten ca 38 mm x 30 mm. Höjden för stödet skulle vara ca två centimeter för att skydda taggen men så att taggen ändå kan läsas. I figuren nedan visas det tänkta skyddet som svetsas fast i redskapen.



**Figur 8. Skydd för RFID tag.**

Räckvidden för signalen var enligt tillverkaren upp till 30 m, vilket är helt bra. På så sätt behöver personal inte gå ända fram till utrustningen för att skanna av den.

Det enda som erfordrades av systemet för att börja använda det var att ladda ner applikationen till telefonen eller logga in web-baserat samt att applicera taggarna på objekten som skall spåras. På användarplattformen kunde all utrustning ses och hittas enkelt enligt tillverkaren. Angående ett stöldscenario kan ju taggen bara läsas av inom det avstånd som läsaren befinner sig på från taggen vilket gör att det är detta systems svaga punkt.

Priset för detta system var en i bruktagsavgift på 2500 euro samt en månadsvis bruksavgift på 249 euro. För detta pris inkluderades 500 enheter. Extratjänster fanns att tillgå som support och analys av företagsbehov.

Fördel med detta system är det förmånliga priset per enhet, att det inte behöver något batteri för att fungera samt det är litet i formatet vid applicering. Nackdel med systemet är tillgängligheten till färsk data eftersom det bara uppdateras när man med avsikt gör det eller är inom räckhåll.



## 4.2 LoRaWan-lösning

Vid informationssökningen kring olika lokaliseringstekniker och lösningar fanns LoRaWAN som ett alternativ. Systemet erbjuds i Finland av några företag. Ett av dessa företag kontaktades för att få information om deras produkter.

Deras system använder sig av LPWAN-nätverket LoRaWAN med kommunikationslänken med lång räckvidd kallat LoRa.

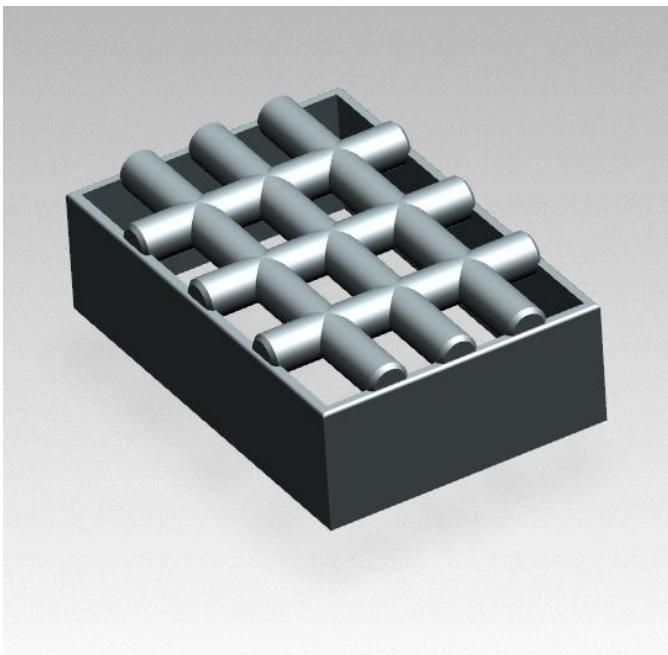
De hade många typer av sändarenheter för olika användningsområden och med olika övriga sensorer inbyggda i enheten. En enhet rekommenderas för spårning av arbetsmaskiner som var i ett slutet format för bästa vädertålighet. Enheten var i större laget med en längd på 100 mm, bredd på 65 mm och en höjd som var 19 mm. I Figuren nedan ses LoRaWAN-enheten.



**Figur 9. LoRaWAN-enheten.**

Montering av själva enheten kan göras med bultförband eller med annan fastsättning. Storleken på enheten spelar roll vid monteringen vilket gör att enheten bör skyddas på något effektivt sätt för att inte gå sönder av till exempel fysisk brutalitet.

Monteringen kan då alternativ se ut som en typ av skyddshölje i stål ovanpå redskapen, men ändå men någon armering ovanpå höljet. Ett annat alternativ skulle vara att sänka ner sändaren i redskapens övre balk. All utrustning har inte det och det kan påverka redskapets hållfasthet vilket gör att olika alternativ behövs. I figuren nedan kan ett alternativ till monteringskydd ses.



**Figur 10. Skydd för LoRaWAN-enhet.**

Räckvidden för LoRaWAN är globalt stor och där inkluderas hela Finland. Signalerna skickas automatiskt via master till molntjänsten enligt inställda intervall och som användare behöver man inte göra något förutom att applicera sändaren på objektet som skall spåras. Mätdata skickas till plattformen var man på gränssnittet kan se det i olika former. För att komma åt mätdata loggar man in på tillverkarens applikation.

Mätdata kunde också fås till egna plattformar eller om man bara ville ändra några detaljer i gränssnittet gick det också bra. Sensorn i fråga hade position, acceleration och temperatur data som den genererade. Denna enhet använde batterier för att uppnå livslängden på tre år. Batterierna var utbytbara vilket gör att man kan använda den igen efteråt.

Eftersom positionen för enheten uppdateras kontinuerligt och alarmfunktioner kunde aktiveras hjälper det vid stöld eller skadegörelse. Även geofence alarm gick att ställa in.

Det är också till fördel när det visas exakt var redskapet befinner och vilken tidpunkt i stället för att se när redskapet senast blivit förflyttat för en vecka sedan eller dylikt.

Priset för detta system var per köpt enhet och ett abonnemangsavgift per månad. Enheternas pris var 125 euro per stycke utan moms och bruksavgiften 6,9 euro per månad. Extra funktion var GSM-meddelanden till telefon.

Fördel med detta system är den kontinuerliga uppdateringen av position och acceleration sker automatiskt samt att det är tillgängligt så länge sändaren har strömstyrka att sända. Nackdel med systemet är priset per enhet är högt vid applicering på många objekt, att batterierna måste bytas ut med jämna mellanrum samt sändarens storlek.

### 4.3 Sigfox-lösning

Vid fortsatt sökning av alternativ till lösningar hittades Sigfox. Nätverket erbjuds i Finland av några företag. Ett mera lokalt företag erbjöd dess tjänster och egna spåringsenheter så de kontaktades för att få mera information.

Deras system använder sig av LPWAN-nätverket Sigfox vilket är världsledande inom deras bransch. Det använder sig av låg effekt, lång räckvidd och små datamängder.

De hade många typer av sändarenheter för olika användningsområden men också olika övriga sensorer för andra tillämpningar. En enhet rekommenderas för vårt område av spårning med en robust modell med bästa väderåtlighet. Enheten var ganska stor i formatet med en längd på 140 mm, bredd på 60 mm och en höjd som var 40 mm. I Figur 11 ses spåringsenheten som använder Sigfox nätverk.



**Figur 11. Sigfox enheten.**

Storleken på enheten var aningen större än de tidigare alternativen och de gör ju också skillnad vid monteringen. Montering av själva enheten kan göras med bultförband eller med annan fastsättning. Denna enhet bör också skyddas på något sätt för att inte gå sönder vid produktion. Monteringen kan då alternativt se ut som ett likadant skyddshölje i stål som för LoRaWAN-enheten eftersom de fungerar på samma sätt. Ett annat alternativ skulle vara att sänka ner sändaren i redskapens övre balk. All utrustning har inte det och det kan påverka redskapets hållfasthet vilket gör att olika alternativ behövs.

Sigfox räckvidd är globalt stor och där inkluderas även hela Finland. Signalerna skickas automatiskt via master men först till Sigfox molntjänst för att sedan distribueras till användarens molntjänst enligt egna inställda intervall. För att köra i gång och använda systemet behöver man inte göra något förutom att applicera sändarenheten på objektet som man vill spåra och sedan logga in på en applikation. Mätdata skickas till plattformen var man på gränssnittet kan se det i olika former.

Mätdata kunde också fås till egna plattformar och automationssystem med hjälp av företagets API-(applikationsprogrammeringsgränssnitt) gränssnittstjänster. Deras plattform kunde också skräddarsys för att passa användarens önskemål. Sensorn som rekommenderades hade position, acceleration, temperatur och lutnings data som den genererade. Denna enhet använde större batterier för att uppnå livslängden den långa livslängden på 5 till 10 år. Batterierna var utbytbara vilket gör att man kan använda den igen efteråt.

Eftersom positionen för enheten uppdateras kontinuerligt och alarmfunktioner kunde aktiveras hjälper det vid stöld eller skadegörelse. Även GSM-alarm gick att fås som tillägg.

Det är också till fördel när det visas exakt var redskapet befinner och vilken tidpunkt i stället för att se när redskapet senast blivit förflyttat för en vecka sedan eller dylikt.

Priset för detta system var också per köpt enhet men med en abonnemangs tid på två år. Enheterpris var 178 euro per stycke utan moms, bruksavgiften ingick i priset i två år.

Fördel med detta system är den kontinuerliga uppdateringen av position och acceleration sker automatiskt för att se när objektet rör sig samt den långa batteritiden upp till 10 år. Nackdel med systemet är priset per enhet är högt vid applicering på många objekt samt dess större format än andra modeller.

## **4.4 Kombinerad lösning**

För att inte haka upp sig på vissa tekniker presenteras även kombinerade lösningar för att svara på lokaliseringsproblematiken. När redskapen i antal är många blir investeringen fort kostsam och där kan en kombinationslösning vara lämplig. Eftersom RFID är smidigt vid hantering av stora volymer och små till formatet anses det som en faktor att beakta. Samtidigt är GPS-systemens uppdaterande position och stora täckning utan tillfört arbete en mycket värderad faktor.

Redskapen är oftast materialeffektivt konstruerade vilket ej lämnar överflödigt utrymme, därmed är allt som appliceras i efterhand en utstickande svag punkt.

### **4.4.1. Kombination 1**

Med tanke på utrymmeseffektiviteten skulle RFID rekommenderas för applicering på redskapen vilket också ger möjlighet till en stor tillväxt av redskap för en förmånlig summa. Samtidigt när redskap används är det bara de nödvändiga som tas till arbetsplatsen och lagras på en planerad lagerplats när de inte används men ändå är ute till fält. Då är det enkelt för till exempel arbetsledare eller vilken annan ur personalen som helst att åka via för att snabbt skanna av de redskap som finns där eller som finns nära maskinerna. Det löser dock inte problemen vid ett stöldscenario men om det kan förhindras på andra sätt blir det en effektiv lösning.

När redskapen sköts via RFID kan då tänkas att det används Sigfox enheter för spårning av arbetsmaskinerna eftersom de är färre i antal, dyrare och heller inte har någon spårningsutrustning från förut. Med hjälp av sensorerna inbyggda i spårningsenheterna kan då arbetsplanering underlättas genom att få tillgång till temperaturen på arbetsplatsen så att personalen är mera förberedd för startproblem av maskinerna och dylikt vid tuffa vinterklimat. Samtidigt kan då Sigfox-enheten fungera som stöldskydd för de mindre maskinerna som väger mindre.

### **4.4.2. Kombination 2**

Alternativ till lösningar behövs eftersom det finns många synvinklar på problem och hur de kan lösas. Därför planerades också ett annat kombinationsalternativ. Eftersom smidighet och effektivitet är stora faktorer att beakta utvärderades systemens batteritider i denna kombination. Den ena GPS-lösningen hade batteritid på tre år och den andra fem till tio år.

RFID som använde BLE hade också en batteritid på tre år, men 2D-koden på den är förstås oberoende sådant.

Med det i baktanke skulle Sigfox-enheten vara lämplig för de redskap som används var dag. De är ca 60 stycken vilket gör att det inte blir så kostsamt som för hela arsenalen. De specialredskap och övriga redskap som normalt förvaras på ett redskapslager och inte används frekvent kunde då i stället för Sigfox-enheter utrustas med LoRaWAN-enheter eftersom de var billigare och hade en månadsvis bruksavgift. För att inte göra användningen allt för invecklad med kombination av tre olika system bör nog isåfall GPS-systemen som liknar varandra angående funktion och datahantering användas tillsammans.

#### **4.5 Jämförelse av lösningar**

Efter att ha studerat de olika lösningarna och lyft fram för och nackdelar med dem gjordes en mera detaljerad jämförelse.

RFID anses vara ett bra system med hjälp av dess räckvidd och mängdkapacitet. Taggarna var också så små till formatet och skulle därför vara enkla att installera. De var också smidigt att köra i gång när så lite arbete behövde sättas in. Data tillgängligheten var för detta system också smidigt eftersom det bara erfordrades att logga in på användarplattformen för att komma åt det. Montering var enkel med tillverkarens häftmassa men något skyddshölje kunde vara bra för att utstå det tuffa klimatet. Dock innebär detta system en risk om föremål blir utsatta för stöld och avläsaren inte kan läsa det långa avståndet. Dock om stöldproblemet går att lösa på annat sätt till exempel med inhängande områden kan det fungera. Priset som offererades var för 500 enheter och det är mycket överflödigt eftersom företagets redskap inte uppgår till den mängden ännu. Priset för två år för detta system var 10 510,40 euro med inkluderad moms. Prisen beräknades för två år eftersom Sigfox-leverantören bara hade abonnemang för den tiden och det gör då jämförelsen rättvis.

LoRaWAN-lösningen ger bättre täckning och kräver lika mycket monteringsarbete som RFID-lösningen. Montering av dem kräver ett större skyddshölje dock som tar en del tid att tillverka. Datatillgängligheten är lika smidig för de övriga systemen vilket tas från leverantörens användarplattform med hjälp av inloggning. Kostnaden för två år blev med detta system 9 505,34 euro med inkluderad moms, vilket är helt sakligt eftersom enheterna förblir i kundens ägo. Det positiva var GSM-meddelande utan extra kostnad och att bindningstiden för användargränssnittet var baserat per månad vilket är bra vid uppsägning av avtal. Det negativa var nog batteritiden som uppgick till tre år.

Sigfox-lösningen ger också bra täckning och monteras ungefär likadant som LoRaWAN-systemet vilket inte hindrar det på grund av dess större storlek. Det var också enkelt att köra i gång och data lagringen kunde bestämmas fritt men leverantörens egen plattform fick användas under abonnemangstiden. Priset för denna lösning var totalt 13 243,20 euro med inkluderad moms. Det var då det högsta priset. Dock hade den längsta batteritiden på upp till 10 år vilket uppskattas när det på lång tid blir underhållsfritt. Den var också speciellt utformad för dessa typer av användningsändamål.

Kostnaderna för GPS-lösningarna är beräknade för köp av 60 produkter, eftersom det är det effektiva antalet enheter som används dagligen. Det är också beräknade enligt ett avtal för två år eftersom den ena leverantören bara erbjöd för en bindningstid över den tiden.

Dessa kostnadsbilder är förstås företagsspecifika enligt de företag som offerterna fåtts ifrån. Företaget som erbjöd en lösning med RFID hade sin lösning märkesbaserad och var ämnad för byggnadsbranschen. När de två LPWAN-baserade systemen jämfördes lades stor vikt på batteritiden, storleken och priset.

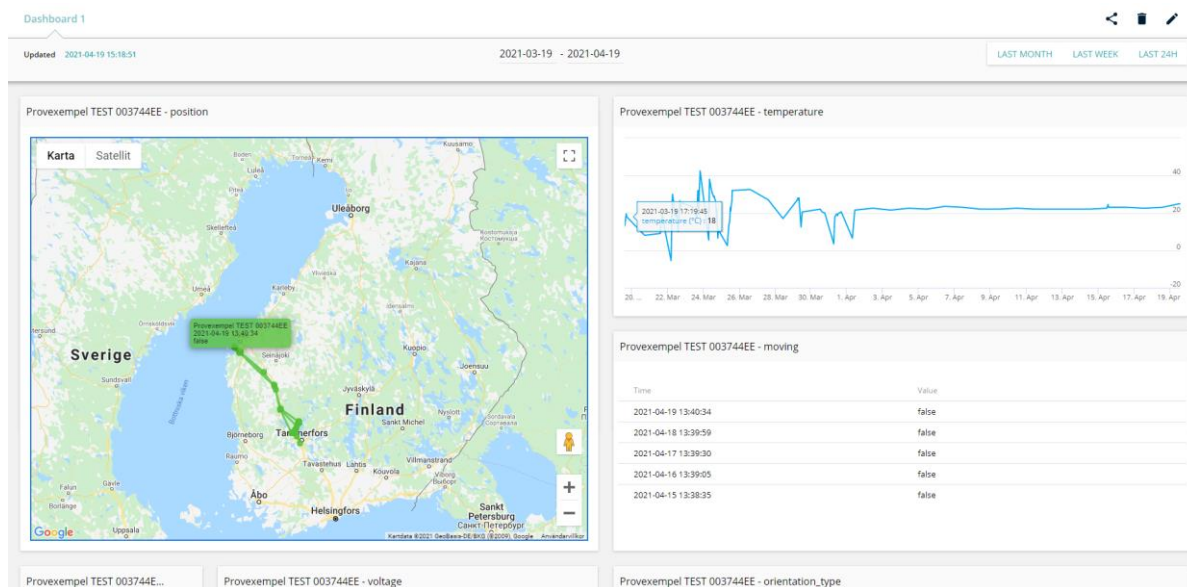
Leverantören som erbjöd Sigfox hade högsta pris men den hade bäst batteritid men var därför störst också vilket inverkar vid montering. Som extra tjänst fanns GSM-meddelandefunktion. Från denna leverantör erbjuds en test enhet för 99 euro inklusive moms.

Sigfox-lösningen valdes för test eftersom den var billigaste för testningssyftet, att den hade den längsta batteritiden och gav användarlicensen för två år utan extra kostnad. Det utlovades dessutom ett bättre rabatterat pris vid volymköp av flera enheter från denna leverantör i framtiden.

#### **4.6 Test av enheten**

Med företagets medgivande beställdes demo-enheten för att testa den i fält. Testperioden blev över en arbetsvecka vilket innebär måndag till torsdag med längre dagar än åtta timmar som företaget ofta använder. Där inkluderades även arbetsresor till och från arbetsplatserna. På så sätt kunde långa sträckor simuleras samt de korta när maskinen arbetar. Exempel på korta sträckor presenteras i bilaga 4.

Det fungerade mycket bra och gav en väldigt exakt position. Enheten uppdaterar sin position några gånger per dag och om den flyttas långa sträckor visas det enligt ”fågelvägen”, dvs. linjer som inte går enligt vägnätet. Det presenteras i bilaga 3. Temperaturen visades som graf under veckans gång vilket kan ge fördelar när arbetsveckor skall påbörjas ifall något är fastfruset och dylikt. Det kan ses i bilaga 7. Nedan visas ett skärmdokument hur användarplattformen såg ut och fungerade.



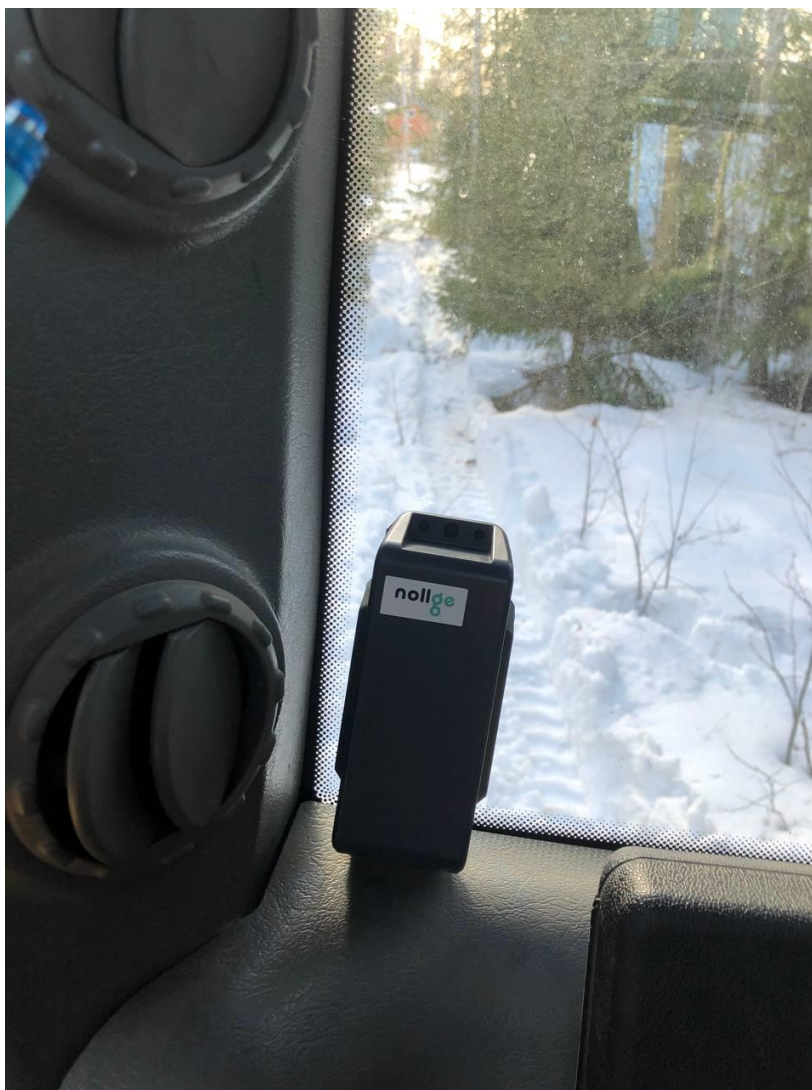
**Figur 12. Skärmdokument från gränssnittet.**

Andra parametrar som visades var till exempel enhetens spänning som kan ses i bilaga 6. Ifall enheten rörde sig eller inte vilket presenteras i bilaga 5. Enhetens vinkel var enligt enhetens koordinatsystem och visade att Y-koordinaten var vänd uppåt och då att den var onormal mot vanliga fall. Det visas i bilaga 8. Spänningen varierade lite grann men höll sig kring 3,5 Volt. Rörelsedata beskrevs som ett True eller False värde enligt tidpunkterna. All data uppdaterades samtidigt för minskad dataöverföring och minskad batterikonsumtion.

I mitten av veckan hade enheten flyttats ca 30 kilometer vilket syntes bra på kartan. Först kunde det övervägas som ett programfel men det visade sig vara maskinflytt från en arbetsplats till en annan och uppgifterna som gavs nog var korrekta.

På grund av tidsbrist monterades inte enheten som planerat och sattes då med i hytten på en grävmaskin. Det simulerade ändå likadana rutter som vid planerig montering samt att den togs med tillbaka till hemorten vid avslutad vecka för att simulera längre förflyttningssträckor. I figuren nedan ses en bild på spårningsenheten från simuleringsveckan.





Figur 13. Bild från arbetsveckan på spårningsenheten.

#### 4.7 Resultatdiskussion

Resultatet från denna utredning blev ungefär som tänkt från början och de olika lösningarna svarar bra på företagets efterfrågan angående data av intresse och funktionalitet rent praktiskt. Sedan får företaget ta ställning till vilken lösning de vill tillämpa eller om de väljer att inte tillämpa något alls. Tack vare ett likadant intresse och initiativ också från företagets sida kunde då en enhet testas i fält vilken enligt mig gav ett mycket stort mervärde till undersökningen och för framtida utveckling. Användarplattformen var mätdata lagrades var enkel att använda och fungerade bra. Där kunde man se på karta var enheten befann sig, om den rörde sig samt vilken temperatur den kände av. Dessa data kan ses per månad, vecka eller dygn och sparas i ett år bakåt i tiden. Upplevelsen av resultaten har varit mycket positiva eftersom de svarar bra på behovet av redskapslokalisering.

## 4.8 Förslag till fortsatt utveckling

Eftersom det finns många tillämpningsområden för system som behandlats i detta examensarbete finns det många utvecklingsområden, både för systemförbättringar över lag och för företagets användningsändamål.

Ett utvecklingsområde skulle kunna vara att utveckla en företagsspecifik applikation var företaget kan spara sina mätdata och andra infoblad för hela personalen, så att det enkelt går att logga in och se en helhet. Det vill säga funktionsprincipen för ett intranät.

Det skulle underlätta mycket enligt egen mening och skulle vara smidigt med utrustningslokaliseringen integrerad som en del i det. Enligt egen mening skulle redskapslokaliseringdelen vara byggt i ett pyramid schema var användarna står i fokus, arbetsprojekt och platser samt utrustning kan då ses desto mer man öppnar rullgardinsmenyer nedåt i schemat.

Ett annat förslag till fortsatt utveckling skulle till exempel kunna vara tillämpning av RFID-teknik i företagets lagerhantering för effektivare inventering. Eftersom många människor rör sig där och antingen lägger till eller för bort varor skulle någon form av automation vara passlig. Eftersom det finns många olika storlekar av taggar kan de då ypperligt användas för till exempel handverktyg och dylikt.

Ytterligare förslag skulle kunna vara hur användningen av ytterligare sensorer som använder IoT-teknik kan användas för att till exempel hålla koll på luftkvalitet i olika utrymmen eller fyllnadsnivåer och tryck i olika tankar. Det är ypperligt för att optimera bränslebeställningar.

## 5 Diskussion

Syftet för detta examensarbete var att kostnadseffektivera och planeringseffektivera hanteringen av redskap för företaget Ab Bröderna Veljekset Hemming Oy. Enligt egen åsikt har det varit ett väldigt intressant och spännande ämne att göra ett examensarbete om, samt att jag kunnat bidra med inte tidigare internt känd kunskap till ett företag som kan använda det för effektiviserad hantering av redskap till deras produktion.

Detta är en teknologiart som kommer bli mycket användbar i framtiden och själv ser jag ofattbart många möjligheter för användningen av det för effektivisering och kostnadsminskning. Det var mycket teoretisk informationssökning angående teknikerna och systemens uppbyggnad eftersom det var ett nytt ämne även för mig.

Största utmaningen var nog att reda ut vilken lösning som verkligen lämpar sig för denna typ av lokalisering eftersom det finns ganska många olika tekniker som verkar på samma sätt fast med bara några kritiska skillnader. Att jämföra olika offerter var det också en del utmaning med eftersom alla leverantörer har olika offerter och en del ger ut mera information än den andra och förstås vill alla gömma de mera negativa punkterna för sina system.

Dock har alla företag varit hjälpsamma med att erbjuda hjälp redan nu och för framtiden samt välformade dokument vid offert. Eftersom prisjämförelse och teknisk jämförelse blev gjord valdes det att lämna bort företagsnamnen och bara framhäva vilka system som användes vid lokaliseringen.

Testningen av apparaturen gav verkligen ett mervärde både för företaget och examensarbetet eftersom en bild och statistik säger mer än tusen ord. Samtidigt kunde det ses hur systemet faktiskt fungerade i praktiken och därför blir det enklare för företaget att välja om de vill fortsätta i samma spår och implementera flera enheter i framtiden. Eftersom de resultat som erhöles var goda och svarade på företagets behov av spårning ger det också ett mera personligt mervärde, förstås skulle det även varit intressant ifall det inte skulle fungerat eftersom det då går att utesluta något system. Samtidigt när redskapen kollades upp gjordes även uppdatering av utrustningsinventarielistan vilket företaget också har nytta av i framtiden samt att det bidrog med den nyttiga informationen av ungefär hur många skopor och utrustningar som används mest frekvent ute på fältet.

Sist och slutligen tackar jag Bröderna Hemming som företag för att jag fått göra detta examensarbete för dem och Mika Hemming som stått till förfogande med information som bidragit till arbetet från företagets sida. Jag vill också tacka Tobias Ekfors som varit handledare från skolans sidan och bidragit med handledning och idéer till arbetet.

## 6 Litteraturförteckning

- Ab Bröderna Veljekset Hemming Oy. (2019). Hämtat från <https://www.hemming.fi/>
- Folkloristiska samlingarna. (2006). *Åbo Akademi*. Hämtat från <http://web.abo.fi/arkiv/folk/intervju.html>
- Holme, I. M., & Solvang, B. K. (1997). *Forskningsmetodik: Om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Lindén, H. (den 2 Oktober 2020). Basics in Internet of Things. Finland.
- LoRa Alliance. (2021). Hämtat från [https://lora-alliance.org/resource\\_hub/what-is-lorawan/](https://lora-alliance.org/resource_hub/what-is-lorawan/)
- Ogaja, C. A. (2011). *Applied GPS for Engineers and Project Managers*. Reston: American Society of Civil Engineers.
- Perret, E. (2014). *Radio Frequency Identification and Sensors*. London, UK: ISTE Ltd.
- RFID Journal. (2021). *RFID Journal*. Hämtat från <https://www.rfidjournal.com/faq/from-how-far-away-can-a-typical-rfid-tag-be-read>
- RFIDLab Finland ry. (2021). *Mitä on RFID?* Hämtat från [rfidlab.fi: https://www.rfidlab.fi/rfid-teknologia/mita-on-rfid/](https://www.rfidlab.fi/rfid-teknologia/mita-on-rfid/)
- Sigfox. (2021). Hämtat från <https://www.sigfox.com/en/sigfox-story>
- Tan Jin Soon. (2008). Hämtat från QR-Code: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51791265/Three\\_QR\\_Code.pdf?1487080826=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DThree\\_QR\\_Code.pdf&Expires=1616161723&Signature=SdRibgrEWX1TP-q04x2HEdhNVNkthC9D~LbDkpWHYiALI9VY5rheOhelwinHPsE51g7eORwcZfDZ39xY-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51791265/Three_QR_Code.pdf?1487080826=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DThree_QR_Code.pdf&Expires=1616161723&Signature=SdRibgrEWX1TP-q04x2HEdhNVNkthC9D~LbDkpWHYiALI9VY5rheOhelwinHPsE51g7eORwcZfDZ39xY-)
- Thalesgroup. (2021). Hämtat från <https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/iot/resources/innovation-technology/low-power-wide-area-technology>
- The Internet Society (ISOC). (Oktober 2015). *The internet of things: an overview*. Hämtat från <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/08/ISOC-IoT-Overview-20151221-en.pdf>

## **Bilagor**

Bilaga 1: Sigfox global täckningskarta

Bilaga 2: LoRaWAN global täckningskarta

Bilaga 3: Rörelsekarta

Bilaga 4: Rörelsekarta på kort avstånd

Bilaga 5: Rörelsevärde

Bilaga 6: Spänning i enheten

Bilaga 7: Temperatur graf

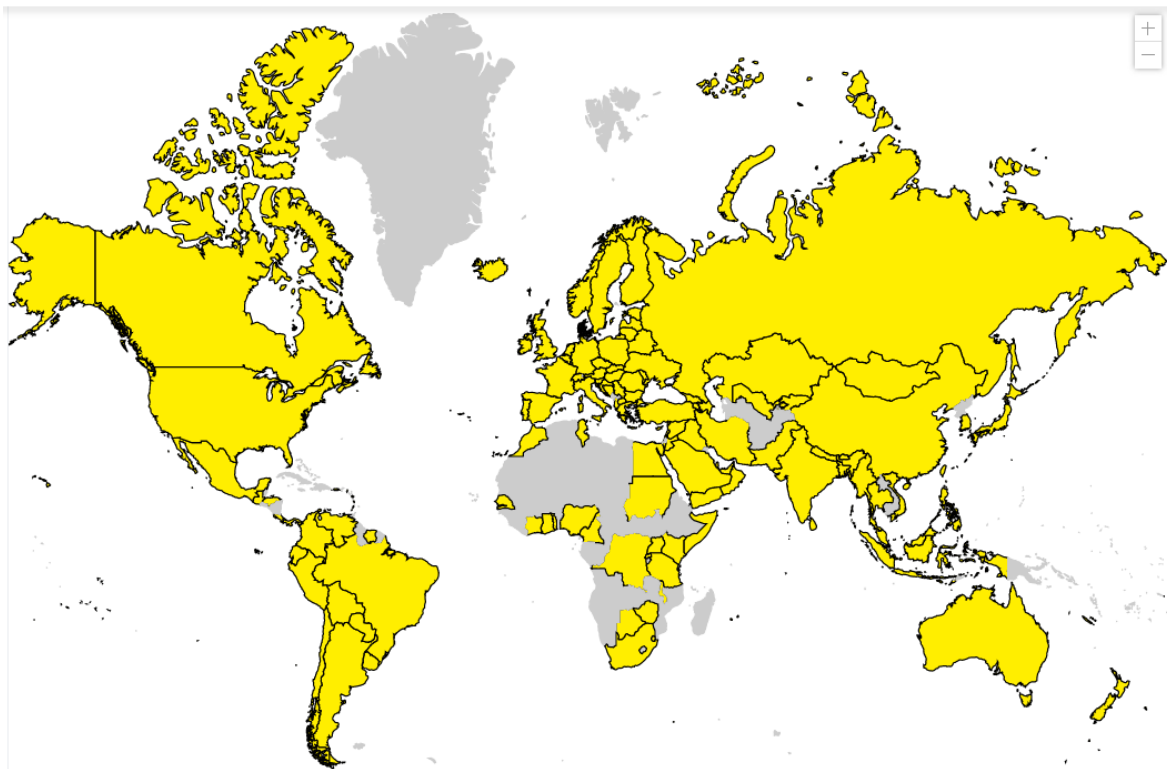
Bilaga 8: Vinkel orientering

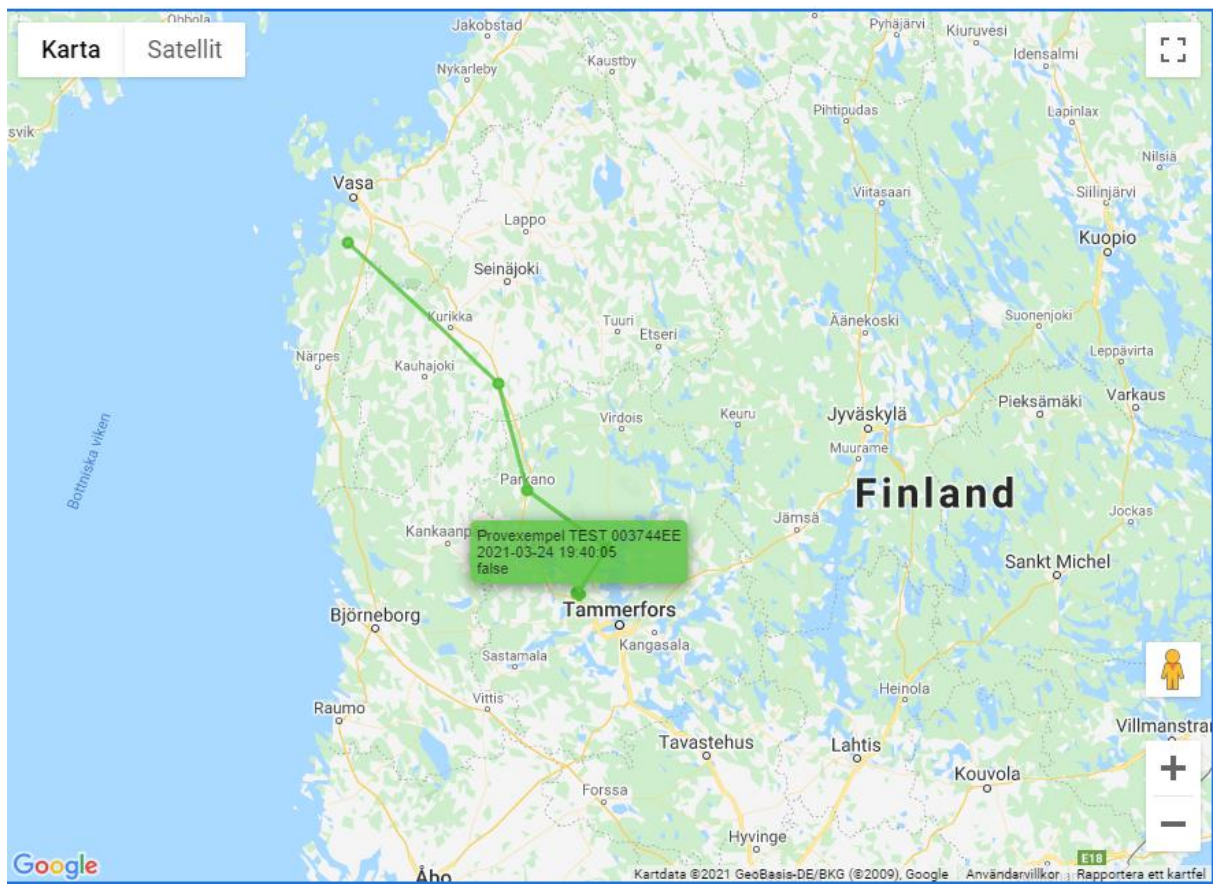


## We've got you covered!

Sigfox is already available in 72 countries and regions and aims to cover 100% of the globe in the next few years...











## Provexempel TEST 003744EE - moving

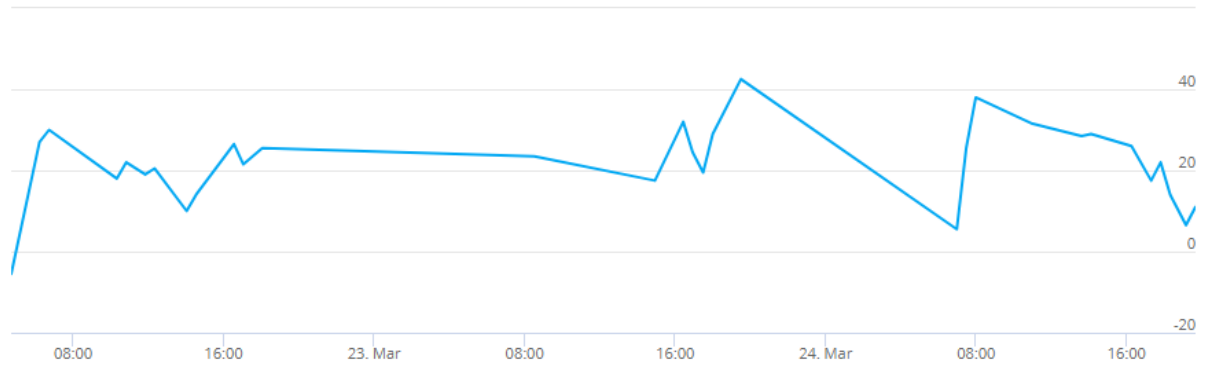
Time	Value
2021-03-24 19:40:05	false
2021-03-24 19:09:47	true
2021-03-24 18:19:28	false
2021-03-24 17:48:47	true
2021-03-24 17:18:40	true

Provexempel TEST 003744EE - voltage

3.450 V

2021-03-24 19:40:05

Provexempel TEST 003744EE - temperature



## Provexempel TEST 003744EE - orientation\_type

Time	Value
2021-03-25 14:25:03	Y up
2021-03-25 13:54:34	Y up
2021-03-25 12:54:38	Y up
2021-03-25 12:24:03	Y up
2021-03-25 11:53:33	Y up