

Precisionsodling

Tillämpning av modern GNSS-teknik på jordbruksmaskiner

Henrik Aho

Examensarbete för (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för lantmäteriteknik

Vasa 2019



EXAMENSARBETE

Författare: Henrik Aho

Utbildning och ort: Lantmäteriteknik, Vasa

Handledare: Sem Timmerbacka

Titel: Precisionsodling – Tillämpning av modern GNSS-teknik på jordbruksmaskiner

Datum 29.4.2019

Sidantal 46

Bilagor

Abstrakt

Examensarbetet är en utredning om var vi ligger i dagsläget när det kommer till precisionsodling och tillämpning av modern positioneringsteknik av jordbruksmaskiner. Arbetet redogör för hur modern satellitpositioneringsteknik fungerar, samt hur det tillämpas på en traktor eller jordbruksmaskin. Precisionsodlingen förklaras, och olika former av tekniska och automatiserade tillämpningar som kan användas i samband med precisionsodlingen tas upp. Traktorn som fordon definieras och det har även redogjorts för hur man enligt Finlands lagstiftning får använda traktorn i olika sammanhang och situationer.

Utredningen har i huvudsak gjorts på basis av faktabaserade källor, men även med en stor vikt på intervjuer. De intervjuade är återförsäljare av traktorer samt jordbrukare och entreprenörer. Orsaken till att examensarbetet består av en stor del intervjuer, är för att få en så bra bild av det praktiska som möjligt.

Utgångsläget för examensarbetet var bristen på vetskap när det kommer till att tillämpa satellitpositionering på en traktor eller jordbruksmaskin. Frågan: "Hur skall man få detta att verka enklare och mera lönsamt?", var den mest centrala frågeställningen och problemet inför detta projekt. Detta examensarbete försöker svara på frågan, vilket därmed är resultatet för utredningen.

Språk: svenska

Nyckelord: precisionsodling, jordbruk, satellitpositionering

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Henrik Aho

Koulutus ja paikkakunta: Maanmittaustekniikka, Vasa

Ohjaaja: Sem Timmerbacka

Nimike: Täsmäviljely – Nykyaikaisen GNSS-tekniikan käyttö maatalouskoneissa

Päivämäärä 29.4.2019

Sivumäärä 46

Liitteet

Tiivistelmä

Opinnäytetyö on tutkimus siitä missä vaiheessa kehitystä ollaan, kun puhutaan täsmäviljelyksestä ja modernista satelliittipaikannuksesta maatalouskoneissa. Opinnäytetyö kuvailee modernia satelliittipaikannusta ja kuinka sitä käytetään traktoreissa ja muissa maatalouskoneissa. Täsmäviljely selitetään kokonaisuudessaan, ja myös erilaisia teknillisiä järjestelmiä, jota voidaan käyttää täsmäviljelyn yhteydessä otetaan esille. Traktorin sallittu käyttö eri tilanteissa ja traktori ajoneuvona määritellään.

Tutkimus perustuu pääasiassa faktapohjaisiin lähteisiin, mutta myös moneen haastatteluun. Haastateltavat muodostuvat traktoreiden jälleenmyyjistä, maanviljelijöistä ja alan urakoitsijoista. Että saisi mahdollisimman parhaan kuvan käytännöstä, ovat haastattelut iso osa tätä työtä.

Opinnäytetyön lähtökohtana oli tiedon puute siitä, kuinka modernia satelliittipaikannusta käytetään traktoreissa ja muissa maatalouskoneissa. Lähtökohtana oli myös kysymys, Kuinka saadaan tämä vaikuttamaan helpommalta ja kannattavammalta? Tämä kysymys seurasi mukana läpi koko prosessin. Tutkimuksen tuloksena toimii tämä opinnäytetyö, joka myös yrittää vastata alussa oleviin kysymyksiin ja lähtökohtiin.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: täsmäviljely, maatalous, satelliittipaikannus

BACHELOR'S THESIS

Author: Henrik Aho

Degree Programme: Surveying technology

Supervisor: Sem timmerbacka

Title: Precision Farming – Modern Application of GNSS Technique for Farm Machinery

Date 29.4.2019

Number of pages 46

Appendices

Abstract

This thesis is an investigation, where we are regarding precision farming and implementation of modern positioning technology with farm machinery. The thesis explains for how modern satellite positioning techniques work, as well how they are implemented on a tractor or farming machine. Precision farming as a concept is explained, as well as different forms of technical and automated implementation and how they can be used together with precision farming. The tractor as a vehicle has been defined and have also been declared, by Finnish legislation, how it is allowed to use the tractor in different situations and scenarios.

The sources of this investigation have mainly been fact-based, but a big part is also interviewing. The interviewees are dealers of tractors, but also farmers and entrepreneurs. The reason for this is to get a good insight to the practical area.

Starting position for the thesis was the lack of knowledge, when it comes to implementing satellite positioning on a tractor or farm machinery. The question; "How can you get this to seem simpler and more profitable?", was the most central question and problem before this project. This thesis tries to answer this question and is therefore the result for the investigation.

Language: swedish

Key words: precision farming, agriculture, satellite positioning

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Problemformulering	2
1.2	Syfte och mål	2
1.3	Tidigare forskning.....	3
1.3.1	Tidigare examensarbeten.....	3
1.4	Metodval	4
1.5	Avgränsning.....	5
2	Traktorn som arbetsredskap i dagens jordbruk.....	6
2.1	En modern traktor med ISO 11783 standard.....	7
2.2	Förekomst av den moderna traktorn utrustad med GNSS-teknik	8
3	Förutsättningar för att få använda en traktor.....	9
3.1	Traktorn som fordon.....	9
4	Satellitpositionering.....	11
4.1	Positioneringstyper och noggrannhet.....	13
5	GNSS och utrustning till en traktor	16
5.1	Mottagare	17
5.2	Displayer.....	19
5.3	Automatiska system och autostyrning.....	21
5.4	Användning och användbarhet hos jordbrukare.....	23
6	Val av rätt positioneringstyp	24
7	Precisionsodling	27
7.1	Förutsättningar	28
7.2	Kontroll över odlingarna med GIS	28
7.2.1	Kartläggning och analyser.....	29
7.2.2	Från karta till arbete.....	31
7.2.3	Kontinuerlig kartläggning med realtidssensorer.....	32
7.2.4	Dokumentering.....	34
7.3	Praktisk tillämpning av precisionsodling	35
7.3.1	Autostyrning och guidning enligt körspår.....	36
7.3.2	Praktiskt samarbete i fält	38
8	Diskussion och tankar	39
8.1	Vidareutveckling.....	41
9	Källor.....	43
9.1	Litteraturförteckning.....	43
9.2	Finlands författningssamling.....	44
9.3	Figurförteckning.....	44

1 Inledning

Detta dokument som du nu har i din hand är ett examensarbete i form av en utredning. Det är en utredning på hur långt tekniken är kommen när det kommer till modern tillämpning av satellitpositionering för jordbruksmaskiner. Denna teknik tillämpas ofta i samband med precisionsodling, så därför är även precisionsodlingen en viktig sak i detta sammanhang och därmed en stor del av detta arbete.

Först i detta arbete har det lagts upp ett klart syfte och mål för mig själv och för detta arbete. Avgränsningen av arbetet har gjorts så att det blivit lämpligt enligt anvisningarna för ett examenarbete, men också med tanke på att kunna bibehålla arbetets struktur och avsikt. Forsknings och tillvägagångsmetoder redogörs under skild rubrik, där det finns förklarat tillvägagångssätt samt vilka metoder som använts under processens gång. Även en problemformulering, som är grunden till detta arbete har lagts upp.

Upplägget för själva utredningen går i ordningsföljd. Till att börja med definieras och redogörs det för den moderna traktorn, samt vilken roll den har i ett jordbruk. Detta arbete innefattar även en utredning om hur och vem som får använda en traktor i olika sammanhang, även traktorn som fordon är definierad. Därefter kommer man till själva ämnet som handlar om satellitpositioneringen och hur den tillämpas på en traktor. Det har förklarats allt från hur satelliter rör sig till hur man på ett lämpligt sätt tillämpar denna teknik på en traktor i olika sammanhang och situationer. Olika former och slag av tillhörande utrustning till denna teknik är även redogjorda i detta examensarbete.

Precisionsodlingen tas upp i slutet av detta arbete. Där definieras och redogörs begreppet och de teoretiska grunderna för precisionsodlingen. Vilka förutsättningar precisionsodlingen kräver av användaren samt hur man tillämpar precisionsodlingen i praktiken. I samband med att den praktiska delen tas upp, förklaras och redogörs det hur positioneringen är en del av precisionsodlingen.

Till sist i detta arbete råder en diskussion kring ämnet, där största delen är mina egna tankar och reflektioner kring detta arbete. Även förslag till vidareutveckling av arbetet tas upp i slutet. Hur resultatet av examensarbete framförs, tas upp under rubriken problemformulering.

1.1 Problemformulering

Utgångsläget för detta arbete är bristen på vetskap när det kommer till modern tillämpning av satellitpositionering av jordbruksmaskiner. Själva problemet presenteras som en forskningsfråga som lyder: ” Hur skall man få detta att verka enklare och mera lönsamt?”.

Man kan tänka sig att det bland vissa jordbrukare inte finns vetskap om hur en sådan modern teknik fungerar och används. Begreppen precisionsodling och GPS är sådana begrepp som kanske är bekanta, men att man nödvändigtvis inte har en aning om hur de tillämpas i ett jordbruk. Läser man broschyrer eller tar del av annan reklam eller material kan detta hastigt verka invecklat och dyrt.

Är alla som inte använder sig av denna teknik säkra på att det inte finns någon lönsamhet för just dem att ta i bruk denna teknik? Var kunde just jag som jordbrukare ha nytta av denna teknik? Vilka är förutsättningarna för att kunna kalla sig precisionsodlare? Dessa är frågor som kan tänkas komma upp bland jordbrukarna som känner till ämnet, men ändå inte har en aning om vad det innebär. Detta arbete försöker svara på dessa frågor och samtidigt öppna upp en helt ny uppfattning av modernt jordbrukande bland de läsare som inte har vetskap om ämnet. På samma gång är denna utredning också resultatet för detta examensarbete.

1.2 Syfte och mål

Syftet med detta arbete var att utreda vad precisionsodling innebär samt hur modern positioneringsteknik tillämpas på en traktor eller jordbruksmaskin. Det är också meningen att arbetet är skrivet ur ett sådant perspektiv och med ett sådant språk, så att oberoende av vem som läser detta skall kunna förstå vad de läser.

Det mest centrala målet med denna utredning är att få svar på frågorna som ställdes under rubriken Problemformulering. Med andra ord skall man efter att man läst detta arbete få en bred och förenklad bild av modernt jordbrukande. Bilden av en komplicerad tekniktillämpning skall försummas hos läsaren, och läsaren skall i stället få en bild av en enkel, användbar och möjligtvis lönsam teknik som inte kräver speciellt mycket av användaren.

Tanken är att kunna nå läsare i jordbruksbranschen, men även att sådana som har mycket lite vetskap om jordbrukande skall kunna få en helhetsbild av vad detta innefattar. Målet är också att få jordbrukare att övergå till modernare teknik för lönsammare och mera miljövänligt jordbrukande. Jordbrukaren skall också kunna slå upp saker ur detta arbete för att snabbt få svar på eventuella frågor som uppkommer. Om en endaste jordbrukare slår upp en sak ur detta arbete och får svar på frågan, har jag uppnått mitt personliga mål med detta examensarbete.

1.3 Tidigare forskning

Före beslutet om att utföra denna utredning i form av examensarbete gjordes en undersökning om att det inte tidigare gjorts precis liknande utredningar eller examensarbeten som detta. I huvudsak togs det fasta på examensarbeten, och de två mest relevanta och liknade som hittades är beskrivna nedan. Eftersom det visade sig att inte vara det enklaste att hitta ett examensarbete precis som detta, kunde det konstateras att detta kommer bli unikt. Detta stärkte också beslutet för att göra denna utredning.

1.3.1 Tidigare examensarbeten

Det första examensarbetet jag tog fasta vid är ett examensarbete skrivet av Janne Paloviita år 2013. Till följd av detta examensarbete har Paloviita examinerats från Seinäjoen Ammattikorkeakoulu.

I detta examensarbete har han undersökt möjligheter samt den eventuella nyttan med positioneringen av traktorn i åkerarbete. Han har även gjort sitt arbete på basen av en uppdragsgivare där han infört positioneringen av traktorer till ett jordbruk. I sitt examensarbete har han redogjort utförligt vad positionering är samt hur det fungerar men även hur det tillämpas och fungerar på en traktor i olika former och sammanhang. Paloviita beskriver också bra förutsättningarna för det konkreta arbetet han gjort för uppdragsgivaren, samt arbetets gång.

Mitt examensarbete tangerar detta arbete ganska långt men till skillnad från Paloviita har denna utredning ingen uppdragsgivare, i detta dokument kommer man även att gå djupare in på vissa saker.

Följande examensarbete med rubriken Investering i GPS-teknik i lantbruk. Det har skrivits av Filip Brånstrand, Mats Jansson och Gustav Wennerberg Eriksson. Deras arbete har gjorts som en examinationsform i Sveriges lantbruksuniversitet och utgivet i Uppsala 2012

I detta arbete tangerar skribenterna mera kring den ekonomiska nyttan kring positioneringen för ett jordbruk. De ställer sig ofta frågan, ”är det lönsamt?”. Som grund till detta arbete ligger två olika jordbruk som har två olika sätt att skörda och använda jorden. Arbetet går långt ut på att de jämför dessa två genom att hela tiden tangera till den ekonomiska delen.

Arbetet tangerar mitt examensarbete i form av positionering, men skillnaden är att detta arbete är mera en jämförelse mellan två olika jordbruk. Detta examensarbete tar också mest fasta vid den ekonomiska nyttan, vilket jag inte tar ställning till i mitt examensarbete.

1.4 Metodval

I sin huvudsak är detta arbete skrivet på basis av faktabaserade källor. Källorna som jag använt mig av i huvudsak är traktortillverkarnas hemsidor och deras material. Med finns också en hel del intervjuer samt en del lagtext taget från Finlands lagsamling.

Efter beslutet för detta ämne gjordes det upp en innehållsförteckning som har legat som en grund för hela arbetet. Enligt mig innebär en fungerande innehållsförteckning från begynnelsen, en bra struktur på arbetet och man bibehåller den röda tråden som man enkelt mistar när det är frågan om en faktabaserad utredning. Som redan nämndes består detta examensarbete av en hel del intervjuer. Personer jag intervjuat är en tjänsteman från TRAFICOM, några näringsidkare i branschen samt personer från traktoråterförsäljare som sitter på ansvariga poster när det kommer till positionering av jordbruksmaskiner och precisionsodling.

När det kommer till källorna anser jag själv att intervjuerna är de viktigaste källorna i hela arbetet. Intervjuerna med jordbrukarna har gett möjligheten till en mycket bra bild av verkligheten som sedan lätt kunnat förknippas med teorin. De intervjuer som gjorts med personerna från traktortillverkarnas sida har lett till fakta och dokument som varit till stor nytta under processens gång. Dessa personer har även hjälpt mig och förklarat diverse saker som jag inte förstått utifrån skriftliga dokument. Likadant har den intervjuade tjänstemannen hos TRAFICOM hjälpt mig. Personen i fråga besvarade mina frågor genom att hänvisa till lagen och hjälpte mig att tolka vissa saker. När det kommer till intervjuerna bör det påpekas

att jag har fått tillstånd av alla intervjuade att hänvisa till diskussionerna vi haft, samt tillåtelse att nämna deras namn.

Metoderna som använts av har visats sig vara bra och fungerande. Vissa intervjuer från traktoråterförsäljarna har tagit sin tid före jag fått svar från, men slutresultatet har dock blivit bra. Källorna har även hittats ganska smärtfritt från olika håll, de flesta var dock finsk och engelskspråkiga, som förstås medför sina utmaningar när det kommer till tolkning. På sidan av detta arbete har jag även följt med traktorer i arbete, besökt återförsäljare samt diskuterat en hel del med bekanta som bedriver jordbruksverksamhet. Det har lett till nya idéer under processens gång, och på sätt och vis väglett mig till det resultat jag åstadkommit med denna utredning.

1.5 Avgränsning

I detta arbete har jag tagit fasta vid det som jag anser vara mest väsentligt och betydelsefullt, för att läsaren skall få en så bra och förenklad helhetsbild av ämnet som möjligt. De saker som utretts utförligare är saker som jag anser vara viktigt för en jordbrukare att kunna, när det kommer till att tillämpa precisionsodling eller delar av det. Ämnet jag valt är synnerligen brett. För att behålla strukturen och arbetet intressant för alla läsare finns det också saker som jag valt att inte ta upp.

I början av denna utredning har det tagits fasta på hur man får använda en traktor. Lagar och förordningar är utredda, även vad typgodkännande innebär samt var och hur man får köra med en traktor. Detta anser jag att är viktigt att kunna och vara medveten om, för att undvika problem och sanktioner vid användning av jordbruksmaskiner.

Satellitpositioneringen är grunden och en stor del av ämnet, därför har det redogjorts grundligare angående satellitpositioneringen. Däremot när det kommer till att sammankoppla olika tillämpningar till en traktor via ISOBUS har det inte redogjorts precis hur det går till, detta för att alla traktormärken är unika. Samma sak gällande hur körandet/användningen går till eller hur exempelvis displayer och menyer ser ut. ISOBUS standarden är också en aning invecklad och omfattar ett mycket brett område, därför har det inte heller retts ut hur dataöverföringen fungerar i detalj. När det kommer till traktormärken och tillverkare har det i huvudsak tagits fasta vid märket John Deere, men även vid märket VALTRA. John Deere har jag valt eftersom märket verkar vara långt i utvecklingen när det kommer till utnyttjande av positionering och precisionsodling, VALTRA är med för att det är ett inhemskt traktormärke.

Själva precisionsodlingen samt vad det innebär som en process har utretts en aning utförligare. Vissa saker som t.ex. varför en kamera fungerar på ett visst sätt eller hur fysiken bakom en sensor fungerar har jag valt att lämna bort. Detta för att inte detta arbete skall mista sin struktur. När det är frågan om invecklad men betydelsefull teknik, är tekniktillämpningen naturligtvis nämnd och beskriven med en kort förklaring, samt vad den används till. Däremot när det kommer till ekonomisk lönsamhet har jag inte själv tagit ställning till varken om det är lönsamt eller inte. Det anser jag att hör till ett separat arbete där man utreder ekonomin i det hela.

2 Traktorn som arbetsredskap i dagens jordbruk

För att få en så bra bild som möjligt om vad en traktor riktigt har för roll i ett jordbruk så beslöt jag mig att intervjua en jordbrukare. Jordbrukaren Albin Gåsström bedriver ett rätt så stort jordbruk tillsammans med sin far Anders Gåsström, de brukar en areal på ca 180 hektar och skördar drygt 450 ha per år. De har boskap i form av nötkreatur på 350 – 400 djur, beroende på årstid och tillfälle.

Albin Gåsström påstår att traktorerna för dem är det viktigaste arbetsredskapet, han påpekar att utan dessa traktorer skulle deras jordbruk inte fungera. Men han tillägger att vissa tjänster som innefattar traktorkörning kan köpas in av en entreprenör i branschen, men att man inte klarar sig helt utan traktorer i ett jordbruk. I jordbruket används traktorerna varje dag, totalt kör vi ca 2900 timmar / år, sammanlagt på 3 traktorer. Det om något borde berätta hur viktig traktorn är som arbetsredskap för oss och att den verkligen används, tillägger han.

I detta jordbruk används traktorerna nästan till allt. Plöjning, harvning, såning, gödsling samt bärgning av skörden, övriga arbeten såsom ogräsbekämpning och konstgödsling hör också till vardagsarbetet för traktorn. Traktorn i detta jordbruk är en maskin som används året om, på vintrarna används traktorerna främst till utfodring och underhåll för djuren, men mest används den nog under sommaren påpekar Gåsström. (Personlig kommunikation med jordbrukare Albin Gåsström, 21.12.2018)



Figur 1. Bild på en av Anders och Albin Gåsströms traktorer i arbete. VALTRA T214

2.1 En modern traktor med ISO 11783 standard

Vartefter att jordbruken har blivit större och kraven angående effektivitet har ökat under tidens gång, har arbetsmaskinerna och traktorerna blivit allt mera moderna i form av elektronik och automatik. Det ställer större krav på både själva traktorn och på arbetsmaskinen som är kopplad till traktorn, detta för att man skall kunna ha nytta av dessa moderniserade tillämpningar. Bland dessa tillämpningar har elektroniken blivit allt mer vanlig. Problemet med detta är att varje arbetsmaskin har sitt eget elektroniksystem med egna kabelkopplingar och display. Problemet framkommer när man med en och samma traktor kör många olika maskiner, i sådana fall behöver man en display för varje arbetsmaskin som är anpassad till maskinen i fråga. För att lösa detta problem har man utvecklat en standard ISO 11783, som är tillämpad för jord- och skogsbruksmaskiner. (Tuunanen, 2014)

Standardserien ISO 11783 består av en samling standarder som handlar om hur styrning och överföring av data sker mellan arbetsmaskinen och själva traktorn. Dataöverföring och styrsignaler sker via olika sensorer på både arbetsmaskin och traktor. Som redan nämntes är ISO 11783 anpassad för jord-och skogsbruksmaskiner, denna standard är mera känd som ISOBUS i folkmun. Denna standard möjliggör att man kan koppla vilken som helst arbetsmaskin till traktorn med samma kablage och kopplingar, oberoende hur arbetsmaskinen är kopplad till traktorn. Ingen enskild display behövs heller för alla maskiner

skilt, utan en och samma display kan användas. Detta möjliggör också en friare valbarhet bland kombinationen av arbetsmaskiner och traktorer hos användaren. I praktiken kan användaren fritt välja vilken kombination av vilka tillverkare och märken som helst, förutsatt att ISOBUS tillämpas. Detta ger nytta och enkelhet för användaren i och med att alla maskiner som har ISO 11783 gemensamt kan man dela data mellan dessa maskiner, fastän de är av olika märke eller tillverkare. Man kan ha nytta av att dela denna data mellan olika arbetsmaskiner när man t.ex. gör en odlingsplan. Man kan använda data som alla maskiner samlat in och därmed slå ihop denna data som man i ett senare skede har nytta av. (Tuunanen, 2014)

Rent praktiskt fungerar ISOBUS enkelt och smärtfritt enligt VALTRA, som är en traktortillverkare som tillämpar ISO 11783 standarden. Sammankoppling mellan en arbetsmaskin och en VALATRA traktor sker via ett ISO 11783 standard kablage. Som display fungerar traktorns egen SmartTouch-armstöd, på sådant sätt kan man manövrera vilken arbetsmaskin som helst från SmartTouch-displayen. Detta förutsätter att arbetsmaskinen tillämpar samma standard. Detta ger möjligheten en mera praktisk, ekonomisk lönsam och ordningsammare vardag för användaren. (AGCO, u.d.)

2.2 Förekomst av den moderna traktorn utrustad med GNSS-teknik

För att få ett grepp över hur vanligt det är att en traktor i dagsläget är utrustad med GNSS-teknik har jag tagit fasta på försäljningsstatistik i samband med intervjuer jag gjort både hos AGCO Suomi och John Deere återförsäljning i Finland.

I intervjun med Marko Niemi på AGCO Suomi Oy kommer det fram att i Finland säljs årligen ungefär 750 nya traktorer, varav knappt 20 procent av dessa är utrustade med GNSS-teknik och autostyrning. (Personlig kommunikation med Marko Niemi, 25.2.2019) Även Olli Korhonen på Hankkija Oy som är återförsäljare av John Deere i Finland påstår att över hälften av alla traktorer som säjs i Finland har GNSS och autostyrnings beredskap. Han hade dock ingen statistik på hur många John Deere traktorer såldes totalt 2018 i Finland men han kunde bekräfta att 98 stycken med denna beredskap såldes via återförsäljaren Hankkija Oy. (Personlig kommunikation med Olli Korhonen, 29.1.2019)

3 Förutsättningar för att få använda en traktor

Traktorer i Finland delas in i olika klasser, klasserna benämns enligt T1, T2, T3, T4, samt klass C. Traktorer avsedda för jord- och skogsbruk är vanligtvis av klass T1, klasserna T2 och T3 är traktorer som är avsevärt mindre till sitt format, till exempel traktorregistrerade fyrhjulingar hör i huvudsak till klass T3. T4 är däremot en klass som innefattar mer speciella traktorer, dessa traktorer är mera speciella till sin form och kan vara extra breda, höga eller låga traktorer. Utöver dessa klasser indelas traktorerna i A och B klass. Denna klassificering hör ihop med den maximala hastigheten som traktorn i fråga kan färdas. A klassen är traktorer som har en maximal fart på 40 km/h, och till B klassen hör de som har en hastighet över 40 km/h. Till C klassen hör traktorer som rör sig på bälten. (Liikenneturva, u.d.)

För att få köra en traktor i Finland behövs ett traktorkörkort, T. Traktorkörkortet kan man redan som 15 åring anskaffa. Med detta körkort berättigas man att köra alla de så kallade T klasser förutom T3-b klassen, till den klassen behövs ett körkort av minst AM/121, det är körkort avsett för lätta fyrhjulingar och mopedbilar. Med vanligt bilkörkort, B berättigas man att köra alla dessa klasser. Om totalvikten på fordonet överskrider 3500kg och hastigheten 60 km/h, krävs C1 eller C körkort. C1 och C körkort är lastbilskörkort. Kombinerar dessa ännu med ett släp fodras C1E eller CE körkort som är körkort för kombinationsfordon. 1.7.2018 togs klassen ”trafiktraktor” bort vilket innebär att man får köra trafiktraktor med minst T och AM/121 körkort. (AJOKORTTI-INFO, u.d.) (Liikenneturva, u.d.)

3.1 Traktorn som fordon

Traktorn anses vara ett fordon som rörs i trafiken, precis som vilket fordon som helst, därför tillämpas fordons lagen för traktorer. Denna lag tillämpas inte för ett fordon som används på utsidan av trafikens gränser. I lagen beskrivs det att ett fordon befinner sig utanför trafikens gränser eller trafikområde när det inte är i direkt anknytning till trafik. Ett sådant område kan vara en arbetsplats, ett fabriksområde eller annat område som tydligt stängts ut från allmän trafik. För att ett fordon skall få användas på ett allmänt trafikområde skall fordonet vara EG-typgodkänd. Lagen hänvisar också till EU – förordningar som kräver att inte bara fordonet skall vara godkänd utan alla separata komponenter, elektronik och teknik som tillämpas på fordonet bör också ha ett godkännande. (Fordonslagen, 11.12.2002/1990)

För att kunna tolka och förstå lagen ur en synvinkel för jordbruksmaskiner bättre har jag intervjuat en tjänsteman på Liikenne ja Viestintävirasto, TRAFICOM. Intervjun gjordes via e-post och den intervjuade var Reijo Jälkö. Intervjun gick till så att han svarade på mina frågor och tolkade lagen ur den synvinkel jag ställde frågorna. Alla frågor ställdes ur den synvinkel att det är frågan om en jord- och skogsbruksmaskin, d.v.s. en traktor.

Angående användningen av traktorer påpekar Jälkö att ett bra utgångsläge för funderingarna i vår diskussion, är att traktorn alltid bör vara registrerad när den används bland allmän trafik. För att en traktor skall kunna vara registrerad förutsätts också typgodkännande. Frågan är hur man avgränsar ett område från allmän trafik, hör en åker till allmänt trafikområde? Jälkö påpekar att området, i detta fall åkern, bör vara tydligt avgränsat från allmän trafik. Avseendet med detta är att inte den allmänna trafiken kan under några omständigheter komma in på området. En avgränsning eller inhägnad görs rent praktiskt rätt, när man sätter upp ett staket och inhägnar området, ingen bom eller dylikt behövs vid infarter påstår Jälkö. Han påstår också att även om en åker skiljer sig tydligt från vägområdet hör den till område för allmän trafik, om det inte är tydligt och på rätt sätt avgränsat. (Personlig kommunikation med Reijo Jälkö, 23.1.2019)

Det intressanta i intervjun kom fram när det blev på tal om autostyrningar och självgående traktorer. Enligt Jälkö är det möjligt i Finland att chauffören befinner sig utanför fordonet, men han hänvisar direkt till vad lagen säger om typgodkännande. Precis som fordons lagen säger, behövs det typgodkännande för all form av elektronik och annan teknik som tillämpas i ett fordon. Detta gäller för ett fordon som befinner sig på ett område avsett för allmän trafik. Detta innefattar också traktorer och deras autostyrningar samt självgående system påpekar Jälkö. Han säger också att ett bra utgångsläge att minnas här är att chauffören alltid bär ansvaret för fordonet, även om han befinner sig utanför fordonet. Jälkö sammanfattar denna diskussion med att användningen av autostyrningar och självgående traktorer är möjligt om den tekniska tillämpningen som används är typgodkänd, eller om traktorn befinner sig på ett område som är avgränsat från allmän trafik. Om det finns typgodkända autostyrningar på någon traktor i Finland kunde han inte svara på. (Personlig kommunikation med Reijo Jälkö, 23.1.2019)



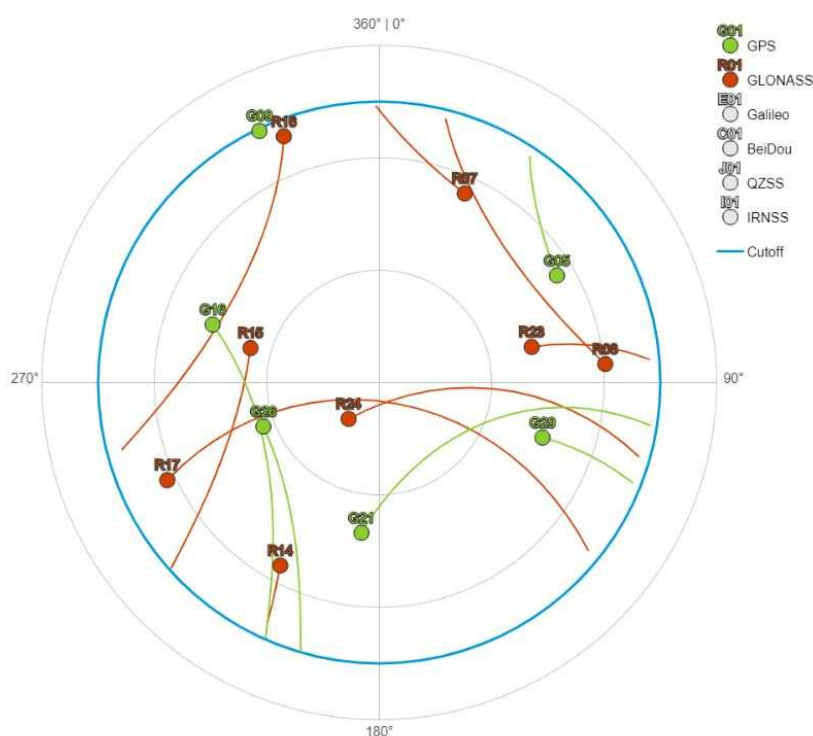
Figur 2. Illustration av en traktor i trafik.

4 Satellitpositionering

Satellitpositionering innebär att man med hjälp av satelliter får fram en position för en mottagare. För de flesta innebär satellitpositioneringen GPS-positionering, vilket också är ett vanligt uttryck i detta sammanhang. Men GPS-positionering hänvisar bara till det amerikanska positioneringssystemet, Global Positioning System. I och med att det är vanligt att vi använder oss också av andra system än det amerikanska GPS-systemet är GNSS (Global Navigation Satellite Systems) mera lämpligt namn, för att det greppar satellitpositioneringen i sin helhet utan att definiera ett specifikt system. (Laurila, 2012) Därför kommer GNSS att användas framöver i detta arbete.

Till en av dessa andra system som används hör det ryska systemet GLONASS som har varit i användning sedan 1990-talet. Detta system kan direkt jämföras med GPS-systemet i och med att systemet har tillräckligt många fungerande satelliter som gör att systemet är heltäckande och globalt. Europeiska unionen håller också på att utveckla ett eget system, GALILEO. Japan, Indien och Kina har också sina egna positioneringssystem. I praktiken används ofta flera än ett system vid positionering i civilt bruk, där t.ex. GPS och GLONASS är två olika system men de kombineras och fungerar tillsammans. Med andra ord kan en mottagare kan ta emot positionsdata från både GPS och GLONASS satelliter samtidigt. (Laurila, 2012)

Dessa positioneringssatelliterna kretsar kring jorden på ungefär 20 200 kilometers höjd. De kretsar enligt så kallade satellitbanor som är närapå runda banor, dessa banor har en ca 55 graders vinkel i förhållande till ekvatorn och har en omloppstid på ungefär 11 timmar och 58 minuter. I och med att omloppstiden för satelliterna är en aning snabbare än klockan och dygnet uppträder satelliterna inte på samma tid och plats varje dag, utan det varierar. Satelliterna kretsar inte heller runt jordklotets poler, detta beror på vinkeln i förhållande till ekvatorn som satelliterna kretsar runt. Detta betyder att i norra Finland ser man betydligt färre satelliter än vad man gör på en plats närmre ekvatorn. (Laurila, 2012) I figur 3 illustreras hur satelliterna rör sig över Kilpisjärvi den 22.1.2019 från kl. 0:00 till 24:00. Fastän Kilpisjärvi är rätt så långt från nordpolen ser man att ingen satellit går rakt över platsen (cirkelns mitt), man kan också konstatera att de närmaste satelliterna rör sig på södra sidan av platsen. I denna bild ser man både GPS och GLONASS satelliter, men man har valt att inte visa de satelliter som ligger lågt ner i horisonten. Därmed visas inte de satelliter som har en horisontalvinkel på mindre än 15 grader.



Figur 3. En överblick på hur satelliterna rört sig över Kilpisjärvi (cirkelns mitt) den 22.1.2019

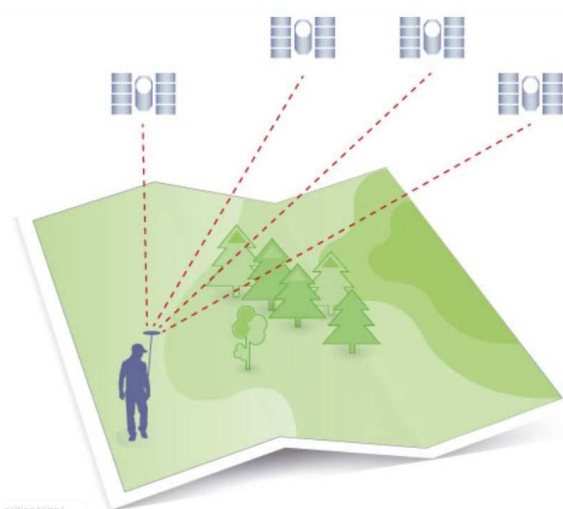
Som redan nämnts behövs en mottagare som lyssnar på signaler som satelliter skickar ut för att kunna tillämpa satellitpositionering. Dessa signaler som mottagaren lyssnar på består i huvudsak av tre olika typer av signaler. Bärivågorna finns tre av i de nyaste satelliterna men minst två, positioneringskoderna samt ett navigationsmeddelande som innefattar data som har att göra med tiden, satelliternas position samt satelliternas tillstånd och skick. Satellitpositioneringen går i huvudsak ut på att man beräknar avstånd med hjälp av bärivågorna som satelliter skickar ut och mottagaren lyssnar på. Med hjälp av dessa bärivågor får man beräknat avståndet mellan satelliterna och mottagaren. Rent teoretiskt behövs det kontakt med minst 3 olika satelliter för att man skall kunna bestämma en position för mottagaren. Det rekommenderas ändå fyra satelliter för att man skall få en överbestämning av positionen och således kan utesluta de grövsta felen. Förutom dessa bärivågor behöver man också tid som ett hjälpmedel för positioneringen. I ett rörligt system är det omöjligt att bestämma en position om man inte har koll på tiden. Systemet är rörligt för att satelliterna rör sig, mottagaren rör sig och jorden roterar. Positioneringskoderna är också en viktig faktor för en noggrann positionering. Dessa koder stöder och stärker signalerna på ett sådant sätt att även en svag signal kan upptäckas av en mottagare och därmed blir det svårare för utomstående faktorer att störa signalen. (Laurila, 2012)

Pasi Laurila påpekar i sin bok att en vanlig användare inte behöver fundera allt för mycket eller kunna allt om dessa saker, t.ex. hur tiden har en inverkan på positioneringen. Han anser att det viktigaste är att man har en grundlig inblick i detta system samt dess funktioner. (Laurila, 2012) Detta är orsaken till att det inte har grundligt gått in på vad dessa signaler består av, och hur mottagaren uppfattar och använder dessa olika signaler.

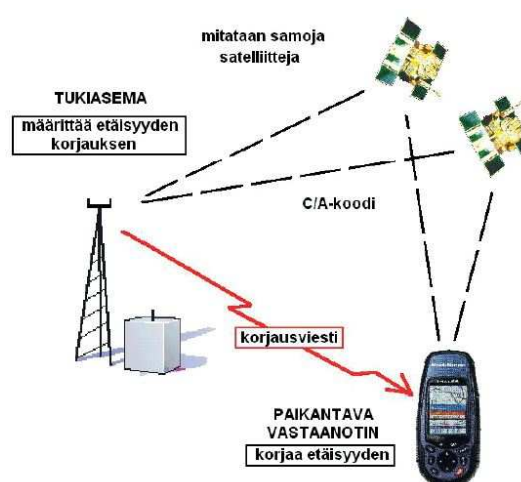
4.1 Positioneringstyper och noggrannhet

I huvudsak finns det tre olika typer eller sätt att tillämpa satellitpositionering. Dessa olika typer har sina för och nackdelar men även en skillnad i noggrannhet. Vad som kommer till noggrannheter beror dels på vilken typ av positionering man använder sig av, men det finns också andra utomstående faktorer som inverkar på noggrannheten negativt. Till dessa faktorer hör bl.a. ljusets hastighet i atmosfären som kan variera i olika förhållanden, satelliternas antal och position i förhållande till varandra, satellitsignalerna kan reflekteras från saker i omgivningen och därmed ge felaktiga data till mottagaren. Signalerna går inte heller igenom materia och därmed kan hinder såsom t.ex. träd störa signalen och ge upphov till sämre noggrannhet. Laurila påpekar också i sin bok att orsaken till en icke noggrann position kan också bero på att användaren använder utrustningen fel. (Laurila, 2012)

Den enklaste, och överlag mest använda typen kallas för absolut positionering. Denna typ går ut på att satellitmottagaren har direkt kontakt med satelliterna men endast med satelliterna. Man använder satelliterna som kända punkter och räknar ut mottagarens position utifrån satelliternas position. I denna typ av positionering är tiden en mycket viktig faktor i och med att man använder de rörliga satelliterna som referens. Denna typ av positionering är också den som är minst noggrann. En riktgivande noggrannhet för denna positioneringstyp är 5 – 10 meter för mottagaren. (Laurila, 2012) I Figur 4 illustreras absolut positionering.



Figur 4. Illustration av Absolut positionering

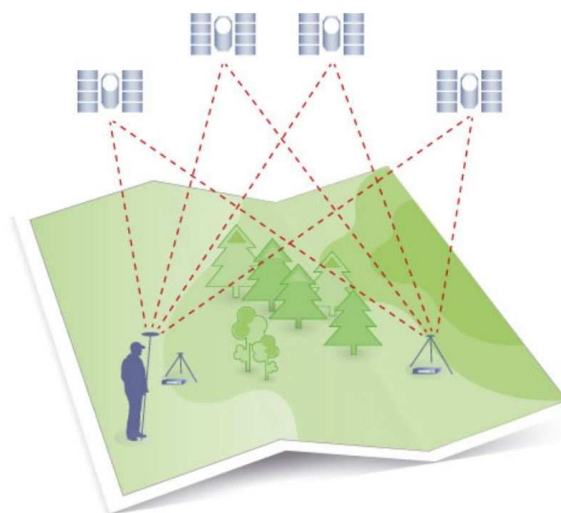


Figur 5. Illustration av DGNSS

Den andra typen som är en aning mer invecklad men avsevärt noggrannare kallas för differentialpositionering eller DGNSS som illustreras i Figur 5. För denna typ av positionering är en riktgivande noggrannhet för mottagaren 0.5 – 5 meter. Denna typ av positionering har på samma sätt en kontinuerlig förbindelse mellan satelliterna och mottagaren vars position räknas ut på samma sätt med avstånd, tid etc. Men den stora skillnaden är att denna positioneringstyp använder sig av en referensstation. I detta fall får mottagaren en korrektionssignal för positionen från en referensstation. Mellan mottagaren och referensstationen finns det en dataförbindelse som kan vara i form av telefonnät. Denna signal som tas emot från referensstationen ger kontinuerligt korrektioner för positionen åt mottagaren, dessa korrektioner kallas för differentialkorrektioner. I och med att dessa korrektionssignaler fås får man bort så kallade gemensamma systematiska fel, fel som uppstår vid den tidpunkt då positionen bestäms i en mottagare. Dessa fel kan vara fel som uppstår när signalerna från satelliten färdas genom atmosfären. I denna typ av positionering

behöver användaren bara en mottagare, precis som i den absoluta positioneringen men användaren behöver dock ha en förbindelse till en referensstation. Utav dessa referensstationer finns det ett flertal i Finland. (Laurila, 2012)

Den tredje typen kallas för Real Time Kinematic, även kallat RTK. Denna typ är den mest invecklade för användaren men den noggrannaste av dem alla. En riktgivande noggrannhet för denna positioneringstyp är <0.05 meter, men i bästa fall kan det vara frågan om bara några millimetrar i precision. Till skillnad från den absoluta positioneringen bestämmer man inte positionen med satelliterna som referens utan använder sig av en annan mottagare som referens. För att förenkla funktionsprincipen för denna positioneringstyp går det ut på att man använder sig av två mottagare. Båda mottagarna tar emot data från samma satelliter och med hjälp av kommunikation mellan dessa två mottagare jämför man och korrigerar positionen. Rent praktiskt förutsätter denna positioneringstyp naturligtvis tillgång till två mottagare för användaren. För det mesta har man en mottagare som fungerar som BASE, d.v.s. stillastående mottagaren som man jämför emot, och en ROVER som är den rörliga mottagaren som man får positionen för. (Laurila, 2012) I Figur 6 illustreras RTK.



Figur 6 Illustration av RTK

5 GNSS och utrustning till en traktor

I sin enkelhet fungerar detta så att en GNSS-mottagare fästes på traktorn, vanligtvis uppe på hytten. I figur 9 ser man en mottagare som är monterad på en John Deere. Denna mottagare kopplas sedan till en display som placeras inuti traktorn, varifrån man kan manövrera utrustningen och få t.ex. guidning i själva körningen. När finesserna ökar till utrustningen tillkommer ofta mera kablage som gör att det kan bli opraktiskt. Lösningen till detta är ISOBUS standarden. (Ketomäki, 2018) På en traktor av märket VALTRA innebär detta att man inte behöver ha en skild display till utrustningen, utan man kan manövrera utrustningen och få guidning ur traktorns egen display. När det är frågan om VALTRA så fungerar Smart Touch-armstödet som manövreringsredskap till ISOBUS, detta innebär att man kan styra GNSS-utrustning och manövrera det från armstödet. (AGCO, u.d.) I Figur 7 ser man VALTRA Smart Touch-armstödet.

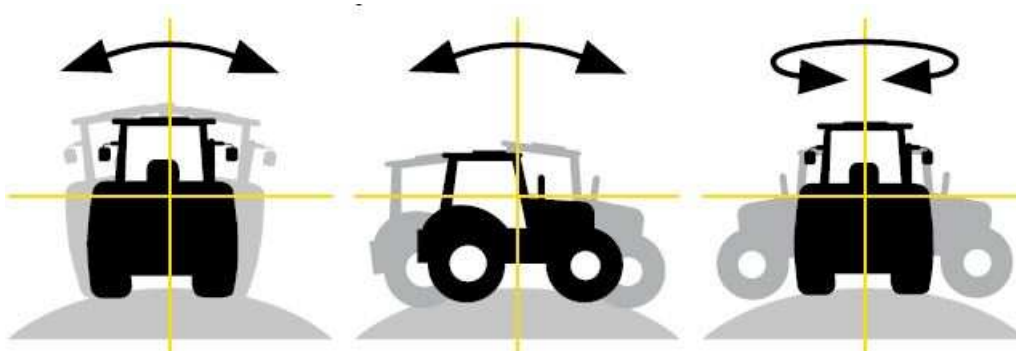


Figur 7. VALTRA Smart Touch-armstöd, manövrering av ISOBUS

5.1 Mottagare

Vid investering i denna teknik finns det olika möjligheter och alternativ bland satellitmottagare. Traktormärket John Deere använder sig av sina egna mottagare och utrustning överlag, som är designade för deras egna traktorer, men en del kan även tillämpas på andra märken. (John Deere, 2018) Även icke traktortillverkare utvecklar system och mottagare som är anpassade för traktorer och jordbruksmaskiner, en av dessa tillverkare är Trimble. Trimble marknadsför mottagare, men även lösningar till RTK-positionering i form av basstationer och radiomodem, även licenser för korrektionssignaler finns att köpa i deras sortiment. (Trimble, 2018)

Den nyaste mottagaren som John Deere utvecklat är STARFIRE 6000. I jämförelse med de äldre mottagarna har denna en ny design och är bättre skyddad. Den har även en förbättrad noggrannhet och en stabilare signal som gör att själva arbetet försnabbas och noggrannheten förbättras. Denna mottagare känner igen kvaliteten på korrektionssignalerna och väljer själv de bästa signalerna som den tar korrektionsdata från. Den kan också samla korrektionsdata från flera signaler samtidigt. Dess egenskap är att snabbt kunna byta signal ifall en signal plötsligt blir svagare. STARFIRE 6000 är även utrustad med TCM (Terrain Compensation Module), detta är illustrerat i figur 8. Detta innebär att mottagaren känner av lutningar och svängningar som görs med traktorn. När mottagaren känner av lutningar och svängningar är det lättare att räkna ut den verkliga positionen för traktorn, detta resulterar till bättre noggrannhet. (John Deere, 2018) I figur 9 ser man en monterad STARFIRE 6000.



Figur 8. TCM och traktorns lutningar illustrerade



Figur 9. En monterad STARFIRE 6000 mottagare.

John Deere har också utvecklat ett system (AutoTrac Implement Guidande - passive) där man kan fästa en mottagare på både traktorn och arbetsmaskinen, och därmed använda sig av två mottagare samtidigt. Detta innebär att man får en förbättrad position av maskinen i förhållande till traktorn och maskinen hålls med en högre precision på körspåret. De båda mottagarna kommunicerar med satelliter och tar emot eventuella korrektionssignaler, men kommunicerar även med varandra. Denna lösning används för att inte få gap eller överlappningar vid branta svängar eller allmänt utmanande terräng. Denna teknik har sedan vidareutvecklats till en aktiv typ. Det kan användas om en arbetsmaskin har sådana egenskaper, att en bom, tallrikar eller dylikt kan styras sidledes i förhållande till körriktningen. Detta tillämpas om traktorn plötsligt spårar ur för några sekunder, i en lutande nedförsbacke eller slänt styrs maskinen automatiskt sidledes för att inte gap eller överlappning skall uppstå. I figur 10. ser man en John Deere som använder sig av två mottagare. (John Deere, 2018)

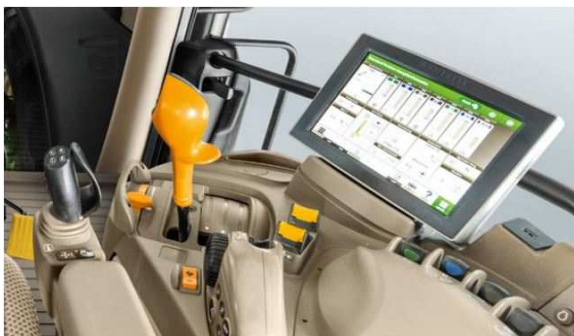


Figur 10. En John Deere som använder sig av två GNSS mottagare.

5.2 Displayer

En traktor som är utrustad med ISOBUS har som oftast en display monterad, för att man skall kunna styra och manövrera ISOBUS-systemet från displayen i fråga. Denna samma display kan också användas till manövrering av GNSS-utrustningen, ifall utrustningen är tillämpad för traktorn i fråga. (AGCO, u.d.) (Trimble, 2018) Trimble tillverkar också displayer som är avsedda för GNSS-positionering och en stor del av dessa displayer kan man sammankoppla med traktorns ISOBUS. (Trimble, 2018)

John Deere använder sig av många olika displayer och kombinationer av dem. Displayen 4200 COMMANDCENTER (i figur 11), är en display som hör till standardutrustningen för traktormodellerna 6R till 9R. Detta är en display som möjliggör en fullständig ISOBUS manövrering samt manövrering av GNSS-tekniken. Denna display är 8.4 tum stor och är en form av touch display, denna möjliggör även trådlös överföring av data. Utav John Deeres displayer finns det många olika alternativ, beroende på användarens önskan och krav. I utbudet finns det även externa displayer som är utvecklade skilt för GNSS-utrustningen, men som kan sammankopplas med ISOBUS. John Deere har bland annat utvecklat en så kallad ”Extended monitor” lösning, som består av två olika displayer. Denna display är avsedd för en sådan användare som behöver kunna manövrera många olika saker samtidigt. I figur 13 visas en Extended monitor. (John Deere, 2018)



Figur 11. 4200 COMMANDCENTER.



Figur 12. 4600 COMMANDCENTER.

De olika typer av displayer som John Deere erbjuder har olika funktioner och möjligheter. Vissa displayer har ett bredare användningsområde medan andra är mera så kallade standard displayer. Men det går att aktivera funktioner och uppdatera displayerna för att få tillgång till funktioner användaren eventuellt saknar. För 4200 COMMANDCENTER är det möjligt att aktivera bland annat AutoTrac, d.v.s. manövrering för autostyrning. Det som dock bör påpekas är att man inte kan uppdatera alla displayer till samma nivå, t.ex. en 4600 COMMANDCENTER som är fullt uppdaterad är betydligt mångsidigare än en fullt uppdaterad 4200 COMMANDCENTER. En skillnaderna mellan dessa är att man inte kan tillämpa "Extended monitor" tillsammans med en 4200 COMMANDCENTER, medan detta är möjligt med en 4600 COMMANDCENTER. Denna display har också mångsidigare manövreringsfunktioner till AutoTrack. En 4600 COMMANDCENTER-display ser man i figur 12. (John Deere, 2018)



Figur 13. Extended Monitor.

5.3 Automatiska system och autostyrning

Dessa system innebär att chauffören inte behöver styra traktorn eller arbetsmaskinerna själv, utan systemet sköter om körandet. Precis som med mottagare och manövreringsdisplayer tillverkar också Trimble Autostyrningssystem till traktorer. Utav endast Trimbles utbud finns det en mängd olika modeller med olika egenskaper och finesser. Dessa som är utvecklade av Trimble är inte märkesspecifika och kan tillämpas på olika traktormärken. Dessa autostyrningar manövreras från en lämplig display. (Trimble, 2018) John Deere tillverkar också egna självgående system, de går under namnet AutoTrac. Utbudet bland dessa är allt från enklare till mera avancerade system. Även flera olika kan tillämpas samtidigt. Systemen ger en förbättrad precision i själva körandet vilket minimerar överlappning vid körning och ökar effektiviteten. De enklare varianterna är i form av att traktorn kan följa spår eller köra enligt ett gammalt spår automatiskt. (John Deere, 2018)

AutoTracUniversal300, är ett autostyrnings utrustning utvecklat av John Deere. Denna utrustning är i form av en ratt som installeras i traktorn. Detta system går också att tillämpa på andra traktormärken än John Deere. Denna utrustning installeras i en traktor på mindre än 30 minuter och passar till hundratals olika traktorer och maskiner. John Deere har också utvecklat ett "AutoTrac Turn Automation". Systemet kan greppa ett helt område åt gången och köra helt självständigt utan att chauffören behöver manövrera något. Denna utrustning kan variera hastigheten enligt vad som är angivet eller enligt behov, samt lyfta upp och sänka ner arbetsmaskinerna som är kopplade till traktorn automatiskt. Detta vid rätt tidpunkt och geografisk position. (John Deere, 2018)



Figur 14. AutoTracVision-kamera.



Figur 15. AutoTracVision-utrustning

En typ av tilläggsutrustning som kan användas kombinerat med AutoTrac, är AutoTracVision. Denna utrustning innefattar en kamera som är kopplad till traktorn och eventuellt autostyrningssystemet. Kameran kan se växter och läsa av växt rader, även 10 cm hög brodd kan avläsas. Detta system ger korrektioner till autostyrningen för att man inte skall köra över växtrader, utan kunna köra mellan raderna. I figur 14 ser man en sådan kamera och i figur 15 är en traktor utrustad med denna teknik som kör mellan växtraderna. Denna utrustning kan även kombineras med AutoTrac Implement Guidance – Active. Detta innebär att man får en väldigt hög precision, t.ex. vid spridning av bekämpningsmedel. Denna kombination används oftast vid manuell styrning men med högt krav på precision. I praktiken kan det se ut så att man kör själv mellan växtraderna medan kameran läser av växtraderna och arbetsmaskinen förflyttar sig automatiskt sidledes enligt växtligheten och dess rader. I Figur 16 är detta illustrerat. (John Deere, 2018)



Figur 16. AutoTracVison med aktiv korrektion av arbetsmaskinen

För att återgå till hur man får använda sig av dessa självgående fordon, återgår jag till intervjun med Jälkö på Liikenne ja Viestintävirasto, TRAFICOM. Som tidigare nämndes bör dessa automatstyrningar vara typgodkända för att de skall få användas utan att behöva inhägnas en åker. (Personlig kommunikation med Reijo Jälkö, 23.1.2019) För att få reda på hur det står till med John Deeres autostyrningar och självgående system, intervjuade jag Olli Korhonen som är produktkategorichef på Hankkija Oy. Korhonen påstår att alla John Deeres autostyrningar och självgående system är typgodkända, även AutoTracUniversal300 är typgodkänd för över 700 olika traktorer och modeller. Detta innebär att man har en typgodkänd autostyrning även om man installerar AutoTracUniversal300 på en traktor av

annat märke än John Deere, förutsatt att den traktormodellen är anpassad för utrustningen. (Personlig kommunikation med Olli Korhonen, 29.1.2019)

5.4 Användning och användbarhet hos jordbrukare

För att få en så bra bild som möjligt av hur denna teknik och dessa olika finesser används i praktiken av jordbrukare och entreprenörer på våra breddgrader, har jag intervjuat användare i Österbotten.

Mikael Wentjärvi bedriver en mjölkgård i Karleby tillsammans med sin bror Anders Wentjärvi. De skördar gräs av 150 hektar årligen, vilket innebär en total skörd av 450 ha eftersom skörden tas 3 gånger per år. Deras maskinpark består av bl.a. en John Deere som är utrustad med GNSS-positionering. (Personlig kommunikation med jordbrukare Mikael Wentjärvi, 2.2.2019) Den andra jag intervjuade var Jan Asplund från Vörå. Han bedriver entreprenadverksamhet i form av att han sprider kalk och konstgödsel åt jordbrukare i nejden, han besprutar också bekämpningsmedel. Asplunds maskinpark består av två traktorer av märket Fendt, som är utrustade med GNSS-utrustning. De kör sammanlagt ca. 750 timmar per år med sina traktorer. (Personlig kommunikation med entreprenör Jan Asplund, 4.3.2019)

Wentjärvi anser att han har mest nytta av denna teknik när han kör gödsel med tunna, till mycket annat används inte denna teknik på vår gård säger han. Wentjärvi påstår också att det vore bra att kunna använda sig av denna teknik även vid konstgödsling. Men problemet för hans del är att traktorn utrustningen är installerad i är så pass tung att den skulle förstöra åkrarna och den blivande skörden, speciellt när skiften är blöta. (Personlig kommunikation med jordbrukare Mikael Wentjärvi, 2.2.2019) Asplund däremot använder sig i stort sätt hela tiden av GNSS-positionering i sitt arbete med traktorn. Han påstår att det arbete han utför på åkarna åt sina kunder är arbete som förutsätter att man vet vad man håller på med. ”Utan denna teknik vet jag inte var jag är, eller vad jag håller på med på åkern” påstår Asplund. Han förklarar att arbeten han i huvudsak utför är i form av spridning av kalk, konstgödsling och besprutning av bekämpningsmedel. Dessa arbeten är sådana som inte lämnar några spår på åkrarna. Därför är det viktigt att veta precis var man redan kört, för att undvika överlappning men ändå kunna försäkra sig om att man kört över alla ställen på åkern. ”Det är en sak som kunden kräver av entreprenören i dagens läge” tillägger han. Asplund påstår att han inte skulle klara sig utan denna teknik numera. (Personlig kommunikation med entreprenör Jan Asplund, 4.3.2019)

Jordbrukaren Gåsström är däremot av den åsikten i vår intervju, att han inte ser någon form av lönsamhet för honom att investera i denna teknik just nu. Han anser att den är för dyr i förhållande till nyttan han skulle ha av den. Men han påpekar dock att i vissa arbeten skulle det underlätta, såsom vid slåtterarbeten och konstgödsling. Han tillägger att det inte är en omöjlighet att han i framtiden kör med en traktor som är utrustad med GNSS-teknik. (Personlig kommunikation med jordbrukare Albin Gåsström, 21.12.2018)

6 Val av rätt positioneringstyp

Som redan konstaterades har olika positioneringstyper olika noggrannheter. (Laurila, 2012) När det handlar om att positionera en traktor, är det själva arbetet som utförs som bestämmer vilken positioneringstyp man bör använda sig av. Man behöver helt enkelt ha rätt positioneringstyp till rätt arbete. Fastän hur ny och avancerad teknik man har installerad i traktorn kommer man inte till en optimal noggrannhet om inte positioneringstypen är tillräcklig för arbetet i fråga, påstår Olli Korhonen i intervjun. (Personlig kommunikation med Olli Korhonen, 29.1.2019)

John Deere använder sig i stort sätt av egna korrektionssignaler när det är frågan om DGNSS-positionering. SF1 och SF3 är korrektionssignaler som John Deere använder sig av, dessa signaler kommer direkt från satelliterna men det råder dock en viss skillnad mellan dem. Signalen SF1 är gratis och noggrannheten ligger på ± 15 cm men i praktiken åstadkommer man en noggrannhet inom 10cm, påstår Korhonen. Däremot är signalen SF3 en signal som är en betydligt noggrannare. Med denna korrektionssignal uppnår man en noggrannhet på ± 3 cm. SF3-signalen är dock en signal som måste aktiveras i mottagaren och har även en årlig eller månadsvis licenskostnad. (John Deere, 2018) (Personlig kommunikation med Olli Korhonen, 29.1.2019)

Om man för en John Deere ytterligare vill ha en högre precision än vad SF3-signalen har att erbjuda, övergår man till RTK-positionering. Med RTK-positionering kommer man till en noggrannhet på $\pm 2,5$ cm. Till mottagaren på traktorn kan man installera en separat RTK-mottagare som tar emot korrektionssignaler från 4G nätet, eller så kan t.ex. en StarFire 6000-mottagare ta emot korrektionssignaler i form av radiosignaler. Är det frågan om en mottagare som tar emot radiosignaler behövs en RTK-basstation som är belägen på åkern eller intill åkern arbetet utförs på. I detta fall kan man få RTK-korrektionssignalerna från sin egen basstation. Om man använder sig av RTK-signalerna som fås via 4G nät behövs ingen mottagare intill åkern. (John Deere, 2018) Dessa nätverks RTK-signalerna kan även fås från

tredje part, även om John Deere har att erbjuda sina egna RTK-sig­naler påpekar Korhonen i intervjun. (Personlig kommunikation med Olli Korhonen, 29.1.2019) I figur 17. ser man en egen RTK-basstation monterad.

Korhonen anser att SF1-signalen är mycket noggrann för att vara en gratis korrek­tionssignal, han påstår även att noggrannheten räcker till de flesta typer av arbeten. Besprutning och gödsling anser han att är mycket lämpliga arbeten för denna signal, men även såning ifall man uppnår 10cm noggrannhet. Han tillägger att vid tillämpning av (AutoTrac Implement Guidande - passive eller active), behöver man en noggrannare typ av positionering. Även när det är frågan om autostyrning överlag, eller vid mera speciella fall eller arbeten där man kräver extrem noggrannhet. (Personlig kommunikation med Olli Korhonen, 29.1.2019)



Figur 17. Egen John Deere RTK- basstation.

För att jämföra vad AGCO använder sig av för lösningar och signaler har jag intervjuat Marko Niemi som är produktskolare på AGCO Suomi Oy. Enligt Niemi har AGCO två olika alternativ när det gäller val av rätt typ vid positionering. Alternativerna är att man använder sig av DGNSS-positionering med EGNOS-korrek­tionssignalen, (Personlig kommunikation med Marko Niemi, 25.2.2019) EGNOS är en allmäneuropeisk korrek­tionssignal som används i samband med DGNSS positionering. (ESA, u.d.) Signalen är kostnadsfri enligt Niemi, men han tar dock inte ställning till vad den exakta noggrannheten är för denna signal, (Personlig kommunikation med Marko Niemi, 25.2.2019) men enligt John Deere kommer man till en noggrannhet på ± 40 cm. (John Deere, 2018) Det andra alternativet för AGCO

traktorer är RTK-positionering. AGCO har inga egna signaler eller basstationer att erbjuda, utan härleder kunden till att köpa RTK korrektionssignalen från tredje part. Niemi anser att gratis signalen EGNOS precision räcker bra till allt annat än såning. (Personlig kommunikation med Marko Niemi, 25.2.2019)

I intervjun med Asplund kommer det dock fram att han använder sig av en RTK-korrektionssignal från tredje part under sommarhalvåret, då en högre precision krävs. Men under vintern då det är mest kalkning på agendan räcker det bra till med EGNOS-signalen tillägger han. (Personlig kommunikation med entreprenör Jan Asplund, 4.3.2019) Wentjärvi använder sig av SF1-signalen året runt och påstår att noggrannheten räcker till för de arbeten som utförs på gården. (Personlig kommunikation med jordbrukare Mikael Wentjärvi, 2.2.2019)

Precisionsodling Sverige (POS), har även gjort upp en lista för olika arbeten och positioneringstyper som rekommenderas för dem. I figur 18, som är direkt tagen från deras hemsida är olika arbeten och rekommendationerna av positioneringstyperna upplistade. (Precisionsodling, u.d.)

Användning	Absolutpositionering	DGPS Egnos	DGPS Köpt licens	RTK
Mäta in en yta	*	**	***	***
Sprida gödning/kalk	**	***	***	b
Hitta en inmätt punkt	a	*	**	***
Skördekartering	*	***	***	b
Guidning vid körning	a	**	***	***
Autopilot	a	*	**	***
Detaljerad höjdmätning	a	a	a	***

- a* = Mindre lämplig
- ** = Fungerar för denna användning men noggrannheten kan variera
- *** = Lämplig för denna användning
- **** = Perfekt anpassad för denna användning
- b* = Onödigt avancerad för denna användning

Figur 18. Tabell över rekommenderade positioneringstyper för olika arbeten

7 Precisionsodling

Hur man ökar produktiviteten och avkastningen för en jordbrukare utan att öka på arbetsinsatsen är en aktuell frågeställning enligt en artikel ur *Scientific American*. Skribenterna för denna artikel anser att detta är viktigt i och med att behovet av mat kontinuerligt ökar i takt med folkmängden på jorden. Med hjälp av precisionsodling vore detta möjligt. Det vore även ett sätt för jordbrukarna att anpassa sig till det kontinuerligt ökande behovet av mat. (Ling & Bextine, 2017) Tanken med precisionsodling är också att det skall vara enklare att utföra arbeten, på alla vis lönsammare samt spara tid och prestation av bonden. (AGCO, u.d.)

Tidigare har man odlat enligt gammal vana, och växtlighetens behov av omsorg har uppskattats på basen av föregående årens erfarenheter samt visuella syner över växtligheten. (Ling & Bextine, 2017) Däremot innebär precisionsodling i dagsläge en fullständig kontroll över odlingskiften, samt över insatsen som görs på dessa skiften. En insats kan vara gödsel, såningsfrön eller annat som man med hög precision vill få ut på rätt plats med rätt mängd. (Agritek, u.d.) Detta är möjligt när man kan utnyttja realtids feedback och information utav odlingarna med hjälp av olika sensorer, kartläggningsmetoder, positionering, analyseringsverktyg samt annan avancerad teknik. Man anser även genom att tillämpa precisionsodling gynnar man miljön, i form av att man inte använder sig av en onödig mängd vatten eller kemikalier, utan precis rätt mängd för växtlighetens behov. (Ling & Bextine, 2017)

Enkelheten i själva manövreringen kommer från att man har standardiserat manövreringen och styrningen av arbetsmaskiner genom att tillämpa ISOBUS-standarden. Själva styrningen av traktorn blir också enklare och mera automatiserad med autostyrning eller spårguidning. Ekonomin anser man att kommer från att man kan köra utan onödig överlappning, och att man får rätt mängd insatser, såsom frön eller gödsel placerade på rätta ställen. Detta resulterar också i en bättre skörd, där det också anses finnas en hel del ekonomi. Det anses också gynna chauffören, eftersom arbetet går snabbare och det kräver inte så stor och kontinuerlig ansträngning och uppmärksamhet av chauffören. Chauffören har också mera fritid i hytten. Eftersom planerings och dokumenteringsprogram har utvecklats blir också kontorsdagarna för bonden avsevärt kortare. (AGCO, u.d.) Det som bör påpekas är, att det inte är möjligt att utöva precisionsodling om man inte använder sig av modern jordbruksteknik, bl.a. i form av GNSS-positionering på sin arbetsmaskin eller traktor. (Agritek, u.d.)

7.1 Förutsättningar

Precisionsodlingen utnyttjar GNSS-positionering som en grund till allt, men även automatisk manövrering av traktorn samt av tillkopplade arbetsmaskiner är en stor del av precisionsodlingen. För att inte tala om kontroll över information och data över odlingsmarkerna som också är en del av helheten. För att man skall kunna utöva precisionsodling överlag, förutsätter det att man har minst en traktor med GNSS-utrustning och ISOBUS-standarden. På så sätt är traktorn kopplad med ISOBUS till både satellitmottagaren som ger en position, samt med arbetsmaskinen som kan manövreras från traktorn på rätt sätt i förhållande till positionen. För att ta precisionsodlingen till följande nivå förutsätter det även att man har traktorn utrustad med autostyrning. En av förutsättningarna är också en lämplig typ av planerings och dokumenteringsprogram i jordbrukskontoret. (AGCO, u.d.)

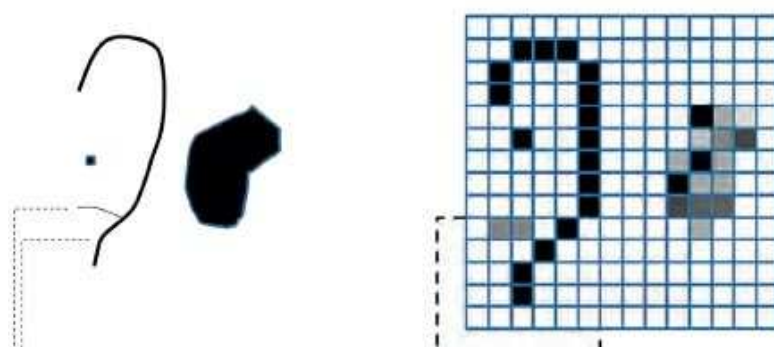
7.2 Kontroll över odlingarna med GIS

Kontroll över odlingarna är en viktig sak när det är frågan om precisionsodling. Genom att ha kontroll över sin mark kan man bättre planera olika arbetsskeden för en odlingsprocess. Med kontroll definieras att man har kartlagt områden och vet hur jorden, grödan eller skörden mår på en viss geografisk plats eller punkt. (AGCO, u.d.)

Med precisionsodling strävar man till att ha vetskap och kontroll över följande saker. Det första är att kunna kartlägga eventuella förändringar på skiften, och kunna tolka kartläggningen, för att kunna få ut information om läget för en viss geografisk punkt. Utöver detta skall man även ha kontroll över vilka åtgärder som redan gjorts, samt kunna planera och utföra arbeten eller åtgärder rätt för dessa skiften eller områden. Det sista som också anses vara en av grund sakerna är att kunna dokumentera utförda arbeten samt resultaten av processen, med resultatet i detta sammanhang anses vara skörden. (Holopainen, et al., 2015)

För att ha en kontroll över odlingarna används ofta GIS som tillämpning. Geographic Information System, även kallat och förkortat GIS. Är ett begrepp som innefattar information om en geografisk position eller punkt, som kan analyseras och kontrolleras. Resultatet från analyser som är gjorda med hjälp av GIS kallas geodata. Geodata är en stor del av precisionsodlingen idag, men är även en stor del av många personers vardag. Exempel på geodata kan vara Google Maps eller Paikkatietoikkuna. (Holopainen, et al., 2015)

Datat som samlas in presenteras oftast i digital form, i form av raster eller vektordata. Rasterdata är data som presenteras i form av bilder, det består av små pixlar som tillsammans bildar bilder, som innehåller information. Informationen på denna typ av data är indelade på pixelnivå, d.v.s. varje pixel innehåller en viss information skilt för sig. Vektordata är däremot data som presenteras i form av linjer, punkter eller avgränsade områden. Vektordata passar bäst till att presentera olika saker på en karta, som t.ex. en sten, ett hinder eller ett dike, dessa ritas då ut med punkter, polygoner och sträck. Eftersom rasterdata innehåller information på pixelnivå, är informationen för en geografisk punkt lätt att hantera och analysera med rasterdata. Det kräver dock mera lagringsutrymme än för vektordata. I figur 19 ser man skillnaden mellan raster och vektordata. (Holopainen, et al., 2015)



Figur 19. Till vänster, vektordata, till höger, rasterdata.

7.2.1 Kartläggning och analyser

En stor del av hela processen är kartläggning. Med kartläggning anses att man tar reda på utgångsläget eller hur läget är vid en viss tidpunkt under processen, d.v.s. läget för odlingarna. Efter att man kartlagt områden analyseras kartläggningen. Vid analysen söker man oftast efter förändringar och avvikelser samt var de finns. På så sätt tillämpas GIS i detta sammanhang. På basen av analyser får man reda på typen av förändringar eller avvikelser medan man också får en geografisk position på dessa förändringar. Resultatet av dessa analyser presenteras ofta i form av en karta. (Holopainen, et al., 2015)

Det finns flera olika tillvägagångssätt när det är på tal om kartläggning av en åker eller odlingsmark. I och med att tekniken i form av fotografering och luftburen fotografering har blivit vanligare idag är det ett effektivt och vanligt sätt idag att kartlägga. UAV-fotografering, d.v.s. obemannad flygburen fotografering är rätt så vanligt idag med hjälp av

drönare. I figur 20 ser man en drönare utrustad med en kamera. Genom att fästa en vanlig kamera på drönaren och fotografera ett område kan man få en stor mängd användbara data. Redan från en vanlig färgbild kan man se olika förändringar, bl.a. för fuktigheten på olika områden. För att ta denna typ av kartläggning till följande och mera avancerad nivå kan man utnyttja falsk färgbild, som innebär att man utnyttjar ljusets olika våglängder för att kunna få fram vissa specifika saker. Dessa saker kan vara att man kan analysera brodden och dess potential för att växa eller växternas olika stresskeden. Man kan även få fram fuktigheten för själva jorden och inte bara för ytan. Analys av olika typer av satellitbilder är också ett sätt att få en bild av odlingarna. (Holopainen, et al., 2015)

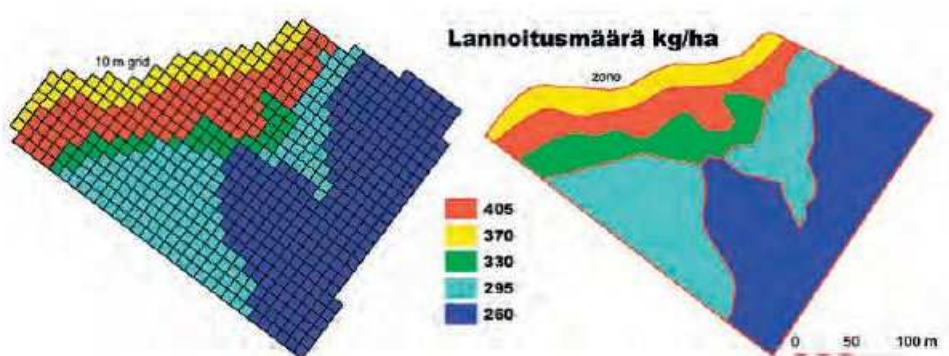


Figur 20. En bild av en DJI Phantom 4 ADVANCED drönare.

Terrängmätning hör också till en typ av kartläggning. Detta innebär att man på ett sätt eller annat utför mätningar manuellt eller automatiskt i terräng. De manuella mätningarna kan vara i form av jordprov som tas från olika ställen på åkern. Dessa prov analyseras sedan i laboratoriemiljö, varefter resultaten av analysen förs in på en karta. (Holopainen, et al., 2015)

7.2.2 Från karta till arbete

Efter att man samlat in och analyserat data får man en bra bild av läget på åkrarna. På basen av analyser får man också en bra bild av vilka åtgärder samt i vilken mån dessa behöver utföras. Med detta menas att man på basen av dessa analyser kan konstatera t.ex. hur mycket gödsel det behövs på en specifik plats på en åker. När denna information och vetenskap omvandlas till en karta, kan det göras om till en så kallad kommandokarta för traktorn. (Holopainen, et al., 2015) I figur 21 ser man en karta som berättar hur mycket gödsel det behövs på ett område. Som man kan se behövs det inte lika mycket på alla ställen.



Figur 21. Karta som illustrerar hur mycket gödsel det behövs sättas på en åker

Att göra en kommandokarta till traktorn fungerar hos John Deere genom deras eget program, MyJohnDeere. Detta framkommer i intervjun med Olli Korhonen. (Personlig kommunikation med Olli Korhonen, 29.1.2019) Han uppmanade mig att göra ett användarnamn i MyJohnDeere i testsyfte för att få en så bra bild av tjänsten som möjligt, vilket jag gjorde. Det var svårt att få mycket ut av detta program utan att ha infört skiften eller områden i det, men jag fick en bra bild av funktionerna i programmet.

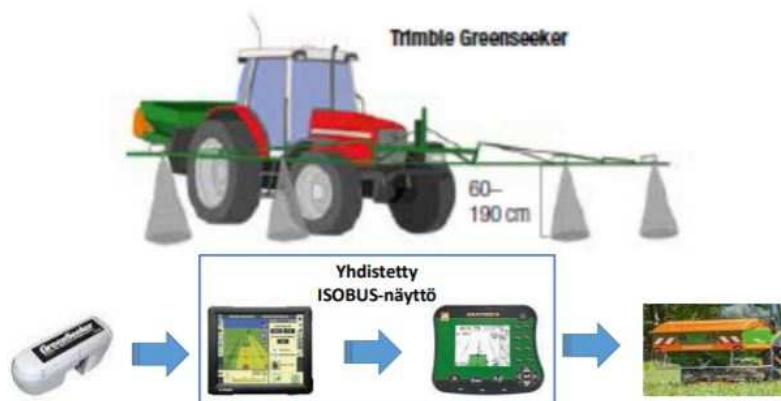
MyJohnDeere är en tjänst som John Deere erbjuder gratis till sina kunder. Till denna tjänst kan man införa sina egna skiften och områden. Man kan införa, ändra och analysera data i programmet, som man sedan gör till en karta. Kartan kan sedan göras om till en kommandokarta som kan överföras till traktorn. Detta innebär att när t.ex. gödsling av området i figur 21 utförs, så styrs mängden av gödningen automatiskt så att rätt mängd gödsel kommer på rätt plats. Efter vidare forskning visade det sig att MyJohnDeere har ett mycket brett användningsområde. Utöver att man kan införa sina egna skiften, områden och kartläggningar till programmet fungerar det även som en typ av databank för jordbruket. Man kan spara all information av utförda arbeten, bl.a. när det utförts, mängder och typer av

t.ex. gödning samt positioner. Även kör spår, d.v.s. spåren var man kört sparas för framtida behov. Kommandokartor eller ISOBUS arbetsuppgifter kan även göras av alla de slag där det är möjligt att tillämpa ISOBUS, bl.a. för såning, gödning, besprutning, slåtterarbeten etc. Programmet fungerar också som ett planeringsverktyg för jordbrukaren. (MyJohnDeere, 2019) (Personlig kommunikation med Olli Korhonen, 29.1.2019)

För att jämföra vad AGCO har att erbjuda återgår jag till intervjun med Marko Niemi. Niemi påstår att kör spåren görs i dagsläge ute på fältet och att det inte finns någon lönsamhet i att planera eller göra dem på förhand, i och med att det är relativt lätt att göra dem på själva åkern. Han påstår även att väldigt få använder sig av kommandokartor och uppgör ISOBUS arbetsuppgifter på förhand, men han tror dock att det kan bli vanligare. Han påpekar dock att tekniken finns. (Personlig kommunikation med Marko Niemi, 25.2.2019) Tekniken som VALTRA använder kallas för TASKDOC, det är ett program var man kan automatiskt dokumentera utfört arbete men även planera arbetet på förhand. (AGCO, u.d.)

7.2.3 Kontinuerlig kartläggning med realtidssensorer

Denna kartläggningsmetod går ut på att man under själva arbetets gång kartlägger vartefter man kör. Denna teknik används i huvudsak vid spridning av konstgödsel. Detta går ut på att sensorer fästs vid traktorn. Deras uppgift är att läsa av och analysera växtligheten. I Figur 22 är detta illustrerat. Precis som figuren visar, är realtidssensorn i direkt koppling med arbetsmaskinen via traktorns ISOBUS. Detta resulterar till att man samlar och utnyttjar data i realtid, inga förhandsarbeten i form av kommandokartor bör göras. (Alasaari, 2018)



Figur 22. En realtidssensor illustrerad.

Yara N-sensor är en typ av reatidssenor. Det är ett precisionsodlings verktyg som används för gödselspridning. Till skillnad från figur 22 är denna sensor belägen på traktorns tak, varifrån den avläser växtligheten. Växternas biomassa, klorofyll registreras, men även kvävehalten mäts. Utifrån detta data som sensorn samlar in beräknas den optimala gödselmängden ut för en viss plats eller position. Det kartlagda data går från sensorn till arbetsmaskinen som automatiskt ransonerar rätt mängd på rätt plats. Denna överföring av data sker i realtid utan någon form av tidsfördröjning. (YARA, 2019) I figur 23 är en YARA N-sensor monterad på en John Deere traktor.

Nyttan med att använda en sådan sensor anses vara stor. Man undviker övergödning och undergödning som i sin tur maximerar skörden, skörden blir också jämnare. Det anses finnas en hel del ekonomi i det hela i och med att man kan undvika onödigt gödslande men ändå kan säkerställa sig om ett lyckat slutresultat och skörd. (YARA, 2019)

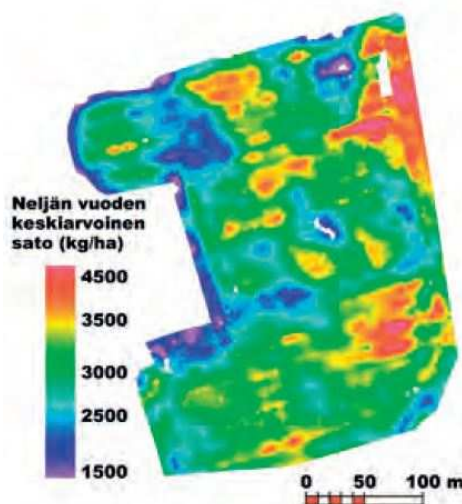
Jan Asplund som jag intervjuade under denna process använder sig av en YARA N-sensor. Han anser att verktyget är mycket användbart och underlättar spridningen av gödsel i alla förhållanden. Han anser även att man sparar på gödsel avsevärt när man använder sig av detta redskap och tillägger direkt att gödningen inte är direkt billig. (Personlig kommunikation med entreprenör Jan Asplund, 4.3.2019)



Figur 23. En YARA N-sensor monterad på en John Deere traktor.

7.2.4 Dokumentering

Eftersom dokumenteringen också är en del av precisionsodlingen finns det mer eller mindre automatiska system för detta. Man kan exempelvis ha traktorer eller andra jordbruksmaskiner utrustade med sensorer att ta prover eller samla in data. En av de viktigaste analyser som görs med en maskin är mätning av skördemängden som kan göras med vissa modeller av skördetröskor, detta kan även göras automatiskt. Man får reda på mängden säd som kommer in i tröskan, men också positionen för de varierande mängderna i och med att tröskan har GNSS-utrustning. På så sätt kan man tolka denna typ av kartlagda data för att se var skörden varit som bäst och sämst. Man kan även jämföra från år till år hur skörden blivit. I figur 24 ser man en karta som illustrerar en genomsnittlig skörd på fyra år över en åker. (Holopainen, et al., 2015)



Figur 24 Karta som illustrerar skördemängd.

Korhonen påpekar i intervjun att skördekartor kan införas i MyJohnDeere tjänsten ifall lämplig utrustning använts vid bärgning av skörden. Han tillägger även att man kan tillsätta olika typer av information till ett sparad och dokumenterat utfört arbete. Exempel på detta kan vara märke eller fabrikat på använt konstgödsel. Mängder vad som körts ut, när och var etc. kan också dokumenteras. (Personlig kommunikation med Olli Korhonen, 29.1.2019)

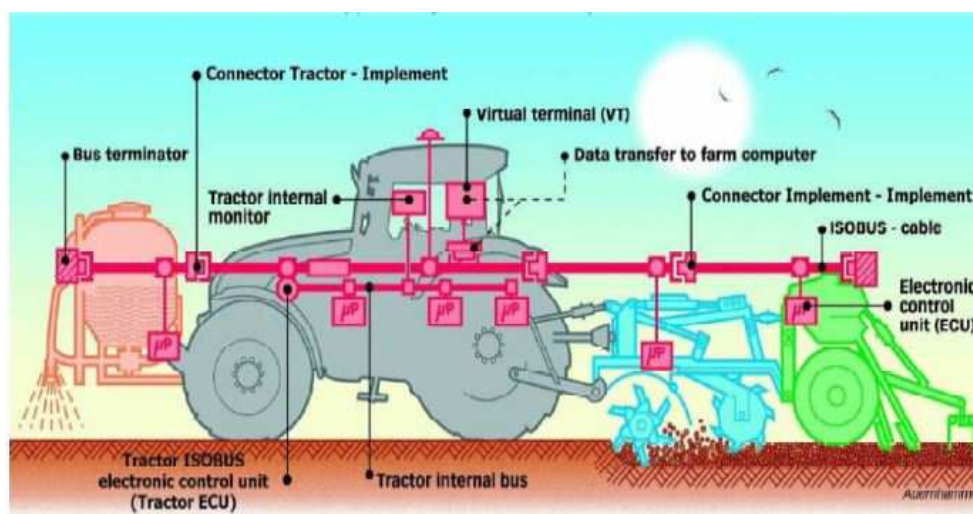
John Deere har också utvecklat en egen löning för analys av skörden, systemet kallas för Harvest Lab. Det är frågan om elektroniska sensorer som analyserar skörden samt innehållet av den, det är också möjligt att analysera gräs. Dessa sensorer kan vara i form av permanent utrustning på en maskin eller en så kallad mobil variant som enkelt kan tas med och förflyttas. Innehållet som analyseras beror på vad skörden är för typ. När gräs analyseras kan

det vara exempelvis protein, fukt, och stärkelse. (John Deere, 2018) I tjänsten MyJohnDeere kan man gå in och ta del av all form av sparad data och titta från år till år vad som gjorts var samt med vilken kvalitet på skörden. (MyJohnDeere, 2019)

7.3 Praktisk tillämpning av precisionsodling

När en arbetsmaskin är sammankopplad med traktorns ISOBUS kan man via traktorns egna manövreringsredskap eller display ge kommandon till arbetsmaskinen, så att arbetsmaskinen utför det kommandot man ger. (AGCO, u.d.) En kommando karta ger på samma sätt kommandon till arbetsmaskinen. (Personlig kommunikation med Olli Korhonen, 29.1.2019) Navigation, d.v.s. GNSS-positioneringen kan också sammankopplas med ISOBUS, så att man får en position för traktorn, som i sin tur ger positionen till själva arbetsmaskinen. ISOBUS ger inte bara möjligheten till att sammankoppla dessa utan den registrerar och överför även data mellan dessa kontinuerligt. Detta data som registreras är bl.a. tid, hastighet, avstånd, navigationsdata, data från kraftuttagsaxeln och lyftarmarna. (Tuunanen, 2014) För att förenkla hur detta hänger ihop kan man säga att man vet hela tiden var arbetsmaskinen är i förhållande till kommandokartan och åkern, kommandokartan ger då kontinuerligt kommandon till arbetsmaskinen som den utför. Därför kan en arbetsmaskin ransonera rätt mängd gödsel eller såningsfrön på rätt plats, enligt kommandokartan. (Junkkari, u.d.)

Denna invecklade sammankoppling är illustrerad i figur 25. Som sagt är det inte bara frågan om att vägleda eller göra arbetet enklare, utan det handlar även om att samla in data från det utförda arbetet, data som kan lagras och användas i ett senare skede. (Tuunanen, 2014)

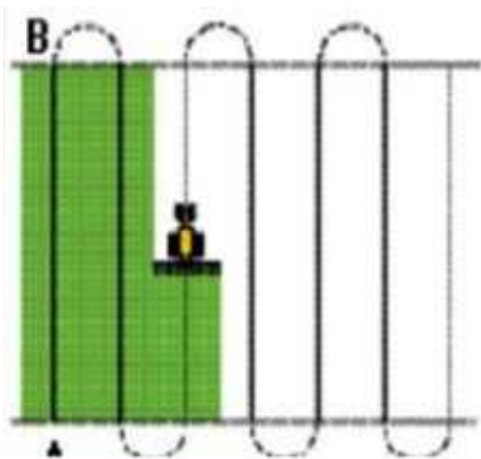


Figur 25. En beskrivning av hur ISOBUS fungerar som en datastyrenhet på en traktor.

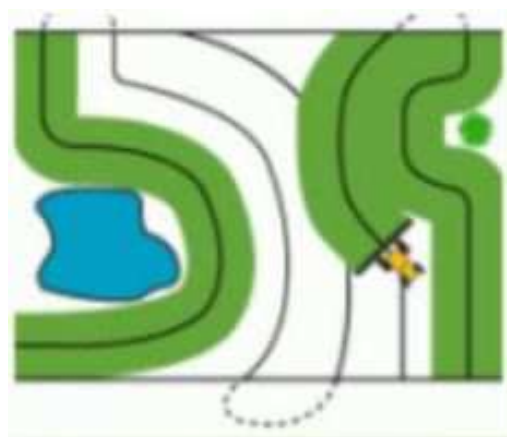
7.3.1 Autostyrning och guidning enligt körspår

Användning av dessa system i praktiken kräver dock lite förinställningar som chauffören bör göra före själva arbetet kan påbörjas. Man börjar oftast med att kontrollera att man har en stadig signalförbindelse till satelliterna, därefter berättar man åt traktorn vilken typ av arbetsmaskin man har kopplat till. Man anger även arbetsbredd på maskinen, tillåten överlappning samt GNSS-mottagarens förhållande till arbetsmaskinen. (Ketomäki, 2018)

Autostyrningen och guidningssystemet följer körspår, dessa spår kan på förhand beräknas i planeringsskedet, eller direkt på plats vid åkern. (MyJohnDeere, 2019) (Personlig kommunikation med Marko Niemi, 25.2.2019) Om dessa spår görs på plats går det vanligtvis till så att man först kör efter en kant på ”fri hand”, varefter systemet beräknar automatiskt följande spår bredvid. Detta kan göras eftersom arbetsbrädden och den tillåtna överlappningen är känd. Dessa körspår kan sparas och användas om och om igen, men kan även göras nya för varje gång. (Ajolinjojen tekeminen, 2018) Exempel på dessa spår är illustrerade i figurerna 26 och 27. Som figurerna illustrerar kan krökar, hinder etc. tas i beaktande och spåren formas i enlighet med förhållanden på åkern. (Ajolinjojen tekeminen, 2018)



Figur 26. Illustration av rakt körspår.



Figur 27. Illustration av körspår gjorda enligt hinder.

Efter att man har beräknat körspår att köra enligt, kan man i praktiken tillämpa olika tekniska lösningar för att följa dessa spår. Exempelvis kan John Deeres AutoTrack Turn Automation tillämpas, så att resultatet blir en självgående traktor som automatiskt kan greppa hela området. Den svänger automatiskt i ändan av körspåret och kan kontrollera t.ex. lyftarmarna på ett sådant sätt att arbetsmaskinen lyfts automatiskt vid behov. Även de andra finnesserna som tidigare redogjordes i detta arbete kan i praktiken tillämpas med körspår. Det som bör påpekas är att till en kommandokarta fås också körspår, vilket innebär att den också kan tillämpas med olika lösningar och tekniker som exempelvis AutoTrack Turn Automation. (John Deere, 2018) (Personlig kommunikation med Olli Korhonen, 29.1.2019)

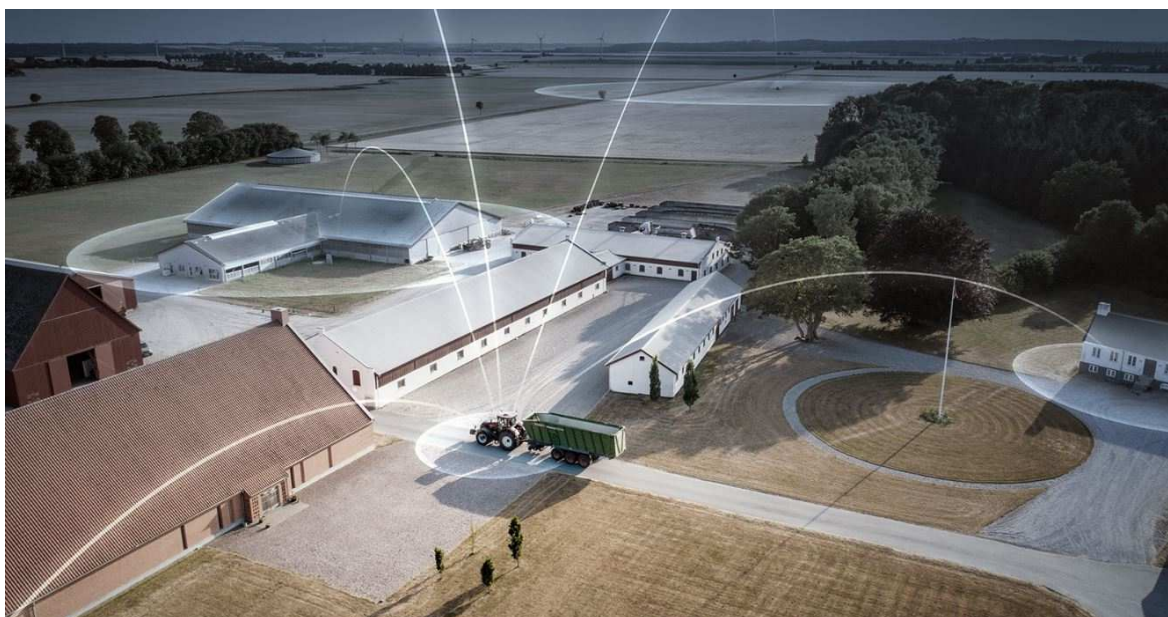
Guidning eller spårguidning som har nämnts ett antal gånger i detta arbete är också något som kan tillämpas för körspår. Detta innebär att man kör traktorn själv, men man får en guidning i displayen om var man skall köra. I praktiken får man handledning om var man befinner sig i förhållande till körspåret, och displayen kan uppmana chauffören att förflytta sig, eller svänga åt något håll för att hålla sig till spåret. I figur 28 ser man en typ av guidningsdisplay som har lampor eller dioder som lyser upptill. Lamporna berättar om ens position i förhållande till körspåret. Det behöver dock inte alltid vara frågan om lampor, men den illustrerade displayen i figuren är en sådan typ. (Dataväxt, 2017)



Figur 28. En Trimble EZ-250 Display med guidning i form av signallampor.

7.3.2 Praktiskt samarbete i fält

Samarbete i fält är något som både VALTRA och John Deere verkar se som en viktig sak av precisionsodlingen, denna slutsats kan man dra eftersom båda tillverkarna verkar ha lösningar på hur samarbete i praktiken skall fungera. Både mellan gårdens arbetare och traktorer samt med återförsäljare och service. Tanken eller idén hur detta fungerar med förbindelse mellan alla parter som är involverade i ett jordbruk är illustrerat i figur 29. (AGCO, u.d.) (John Deere, 2018)



Figur 29. Illustration av delning av data i ett jordbruk.

VALTRA använder sig av ett system med namnet Valtra Connect. Detta system sparar utfört arbete automatiskt och vem som helst av användarna kan gå in på en dator, surfplatta eller telefon för att se vilka arbeten som har utförts. Man kan också ta del av insamlad data som sparats under arbetets gång. Möjligheten att följa med i realtid vilka arbeten som är på gång samt hur de framskrider finns också. Det är också lätt att ha kontroll över utförda arbeten. Även positionen för en traktor, d.v.s. var en traktor befinner sig fås fram i detta program. Med detta system kan man också analysera hur produktiv eller effektiv en traktor är. På så sätt är det också lättare att planera och optimera arbeten och tidsanvändningen. Detta leder till att det blir enklare att få bort onödiga insatser för en traktor. Genom detta system har man också en direkt förbindelse till VALTRA service och återförsäljare, på så sätt har man även en bättre kontroll när det kommer till underhåll och service. (AGCO, u.d.)

John Deere har även utvecklat sin variant av dessa system. Det består av flera delar, men alla dessa delar kan tillämpas samtidigt. För att få en optimal kontroll och överblick av vad man håller på med. Med John Deeres system åstadkommer man i stort sätt samma saker som med Valtra Connect, skillnaden är att John Deeres system konstaterades vara lite mångsidigare. På samma sätt kan arbeten följas med, organiseras, planeras och lättare optimeras med dessa system. (John Deere, 2018)

Man kan även skicka kommandon till diverse arbetsmaskiner, kommandon kan innehålla information och en kommendering till följande arbete som skall utföras. All behövlig information kommer med i kommandot, även en guidning i form av navigator till rätt plats eller åker. Om två traktorer arbetar på samma fält kan de även dela data kontinuerligt mellan varandra. Detta möjliggör att de kan i realtid optimera samarbetet på fälten. På så sätt kan man se var den andra har kört och på samma gång säkerställa sig om att man utfört arbetet korrekt, med det menas en försäkran om att man t.ex. kört över hela området. John Deere Machine Synk är också en del av detta. Det innebär att man kan synkronisera ihop två maskiner, två traktorer eller med andra arbetsmaskiner som exempelvis en skördetröska. Med detta system kan man få en annan maskin att följa en annan automatiskt för att underlätta t.ex. tömning av säde i en transportvagn. Med denna teknik undviker man också kollisioner och andra dilemman om kan inträffa. Alla dessa system är kopplat till MyJohnDeere, vart all information och data lagras. Varifrån man kan kontinuerligt eller i ett senare skede kan ta del eller använda sig av informationen. (John Deere, 2018)

8 Diskussion och tankar

Efter att du nu tagit del av examensarbetet, hoppas jag att du fått en bra och förenklad helhetsbild av modernt jordbrukande och precisionsodling. Man kan tänka sig att det väcker tankar och frågor inom läsaren, precis som det gjort för mig under processens gång. Tankar om framtiden och framtida behov av jordbruk, framtida tekniska lösningar och hur man hanterar data. Det kan konstateras att listan är lång, men under denna diskussion kommer jag att spekulera och diskutera kring de mest centrala frågor och tankar som väcktes inom mig personligen under processens gång.

Vart efter att jag följt med och diskuterat med jordbrukare under en längre tid, eller att man överlag följt med diskussioner angående jordbrukande, kan det konstateras att jordbruken i landet blir allt färre till antalet. Detta borde betyda att jordbruken som fortfarande är kvar borde bli allt större och effektivare, eftersom efterfrågan av mat kontinuerligt ökar. Man kan

i sin tur fråga sig vad är ett effektivt jordbruk, och hur får man som jordbrukare maximerat effektiviteten? Personligen anser jag att man med dagens teknik och genom att tillämpa precisionsodling är detta möjligt. Jag ser precisionsodlingen också som ett sätt, eller väg för att behålla våra finska jordbruk lönsamma som gör att vi som konsumenter kan njuta av inhemsk mat och närproducerade råvaror. Precis som skribenterna Ling och Bextine beskriver i sin artikel, tror jag också att precisionsodling är ett sätt för jordbruken att anpassa sig till efterfrågan av mat och råvaror.

Om man har som utgångsläge att jordbruken kommer att finnas kvar i vårt land i all framtid, väcker det genast tankar om hur det kommer att se ut om ett antal år. Jag tror att man mer och mer övergår till att tillämpa precisionsodling, men själva precisionsodlingen kommer att utvecklas rent tekniskt en hel del. Som sagt förutsätter precisionsodling vetenskap om position, både på arbetsmaskinen och när GIS tillämpas. Med andra ord kommer det alltid att tillämpas någon typ av positionering i samband med precisionsodling. Är det i framtiden frågan om GNSS eller annan typ av positionering, är det svårt att ta ställning till.

Vartefter man följt med media när det kommit till att samla in data, och läst om hur dagens bilar samlar kontinuerligt in data genom t.ex. laserskanning, kan man fundera när detta kommer till jordbruksmaskiner och traktorer. I princip skulle man ha stor nytta av att traktorn kontinuerligt samlar data vart efter den kör. I praktiken skulle man hela tiden kartlägga eventuella förändringar på åkrarna. Problemet i detta sammanhang vore hur man hanterar och lagrar detta data, och vilka verktyg man har för att analysera det. Rent praktiskt borde det fungera så att data som inte innehåller förändringar skulle kasseras, men data som innehåller förändringar i någon mån skulle jordbrukaren direkt få ta del av. Denna automatiska kartläggningsmetod kunde vara en del av framtiden, och man skulle eventuellt få bättre kvalitet på kartläggningarna och själva kartläggningskedet i processen skulle eventuellt lämnas bort helt. Men det skulle dock kräva en del av jordbrukaren, bl.a. en stor databank med mycket lagringsutrymme.

”Hur tror du att traktorn kommer att se ut och fungera i framtiden?” var en fråga som jag fick i samband med en diskussion under processens gång. Frågan var så pass intressant och konkret att jag bestämde mig för att ta med tankar kring den i examensarbetet. Frågar man mig så tror jag att man i framtiden börjar tillverka traktorer utan hytt, inte att man återgår till de gamla modellerna, utan framtidens traktorer kommer att vara obemannade. Dessa traktorer skulle vara arbetsredskap som självständigt utför arbeten i fält, dag som natt. Som jordbrukare skulle man med ett klick på datorskärmen kunna ge kommandon till traktorerna

vert de skall åka och vad de skall utföra. Dessa traktorer skulle eventuellt kunna utföra ett noggrannare arbete än vad människan gör i hytten. Denna spekulation låter rent av vansinnig, men man kan fråga sig varför det inte skulle vara möjligt, när det är möjligt bland bilar och andra arbetsmaskiner som t.ex. truckar.

Även om automatiken i jordbruk vore framtiden, tror jag att det alltid finns mänskligt arbete och organisation i bakgrunden, för att automationen skall fungera. Mänskliga arbetet styrs av en person som kallar sig bonde även i framtiden, men den mänskliga arbetsinsatsen kommer att vara avsevärt mindre i förhållande till avkastningen vartefter tekniken går framåt.

8.1 Vidareutveckling

Eftersom det inte tagits ställning till den ekonomiska lönsamheten i detta examensarbete, vore en lämplig vidareutveckling en ekonomisk utredning. Detta utvecklingsarbetet skulle ta fasta på endast ekonomin i det hela och man skulle jämföra utgifterna och nyttan med att tillämpa denna teknik i ett jordbruk. Den mest väsentliga frågeställningen under en sådan process vore, "Var finns vinster att hämta?".

Jag anser att grunden till detta utvecklingsarbete skulle vara en uppdragsgivare. Uppdragsgivaren skulle vara ett jordbruk som inte ännu har tagit i bruk denna teknik. Man skulle helt enkelt räkna ut utgifterna samt driftkostnaderna för denna teknik och jämföra det med nyttan uppdragsgivaren skulle ha. När man tänker sig nyttan med tekniken kan det vara frågan om att exempelvis få bort överlappning när man kör. Eftersom detta är individuellt hos alla chaufförer kan det vara en mycket stor utmaning att utreda detta. Enligt mig är det dock inte omöjligt, det förutsätter bara tillräckligt med tid och observationer. Det förutsätter även ett mycket intimt samarbete mellan utredaren och uppdragsgivaren för att få ett tillförlitligt och bra resultat av utredningen. Med andra ord bör man inte anta sig utmaningen om man inte är beredd på samarbete eller att sätta tillräckligt med tid på utredningen!

Resultatet av det hela kunde lika bra kunna vara att det inte finns någon lönsamhet i att investera, men i så fall skulle det ligga en tydlig och klar motivation bakom som besvarar frågan: "Varför?". Denna fråga skulle förstås också besvaras om uträkningarna visar att lönsamheten finns. Resultatet skulle presenteras väldigt konkret med en bra motivation till frågan.

Att genomföra ett utvecklingsarbete i form av detta, innebär vetskap om jordbrukande och själva tekniken i fråga. Därför är denna utredning en mycket bra grund och utgångsläge för den som utreder ekonomin i det hela. Detta för att man direkt kan ta del av förutsättningarna för att kunna tillämpa tekniken, samt när det kommer till att välja rätt typ av teknik till olika sammanhang och arbeten.

Alternativet till detta utvecklingsarbetet skulle vara att kunna dra någon form av gräns på hur stort jordbruk man bör bedriva för att detta skall vara lönsamt att tillämpa tekniken. Man förstår direkt att det inte skulle finnas lönsamhet om jordbruket är frågan om en hektar man odlar. Man skulle få reda på om det är arealen man skördar, omsättningen eller djurmängden för jordbruket som är avgörande för lönsamheten med denna teknik. På samma gång skulle flera än en jordbrukare ha nytta av denna information. Men man kunde ändå ha en uppdragsgivare och ett så kallat exempeljordbruk.

9 Källor

9.1 Litteraturförteckning

AGCO, u.d. *VALTRA*. [Online]

<https://www.valtra.fi/alykas-maanviljely/teknologiaratkaisut.html>

[Använd 23 Januari 2019].

AGCO, u.d. *Valtran täsmäviljely*. [Online]

<https://aem-ext.valtradev.com/smart-farming/forms/download.ashx?file=Valtra-smartfarming-whitepaper-FI.pdf>

[Använd 5 Mars 2019].

Agritek, S. G., u.d. *Agritek, Täsmäviljely*. [Online]

<https://www.agritek.fi/palvelut/tasmaviljely>

[Använd 5 Mars 2019].

AJOKORTTI-INFO, u.d. *perustietoja ajokortista*. [Online]

<https://ajokortti-info.fi/perustietoa-ajokortista/ajoneuvot-joita-saan-ajaa>

[Använd 23 Januari 2019].

Ajolinjojen tekeminen. 2018. [Film] Regi av Marko Niemi. Finland: Marko Niemi, AGCO, Youtube.

Alasaari, K., 2018. *ATKO Materiaalipankki*. [Online]

<http://www.atko.fi/wp-content/uploads/2018/03/T%C3%A4sm%C3%A4lannoitusteknologiat-ja-kasvustosensorit.pdf>

[Använd 22 Mars 2019].

Dataväxt, 2017. *Autostyrning*. [Online]

<https://www.datavaxt.se/autostyrning/>

[Använd 12 Mars 2019].

ESA, u.d. *What is EGNOS?*. [Online]

http://m.esa.int/Our_Activities/Navigation/EGNOS/What_is_EGNOS

[Använd 4 Mars 2019].

Holopainen, M. o.a., 2015. *Geoinformatiikka luonnonvarojen hallinnassa*. Helsinki; Joensuu; Vantaa; Turku: Helsingin yliopiston metsätieteen laitos.

John Deere, 2018. *Agricultural Management Solutions (AMS)*. [Online]

<https://www.deere.co.uk/assets/publications/index.html?id=3c797b22#1>

[Använd 6 Februari 2019].

Junkkari, u.d. *Junkkari täsmäviljely*. [Online]

<https://www.junkkari.fi/tasmaviljely-kylvolannoittimet>

[Använd 11 Mars 2019].

Ketomäki, V., 2018. *ATKO*. [Online]

<http://www.atko.fi/wp-content/uploads/2018/05/Ajouraopastimen-perusteet.pdf>

[Använd 6 Februari 2019].

Laurila, P., 2012. *Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet*. 4 red. Rovaniemi: Rovaniemen Ammattikorkeakoulu.

Liikenneturva, u.d. *Traktorit ja työkoneet*. [Online]
<https://www.liikenneturva.fi/fi/liikenteessa/traktorit-ja-tyokoneet>
 [Använd 23 Januari 2019].

Ling, G. & Bextine, B., 2017. Precision Farming Increases Crop Yields. *SCIENTIFIC AMERICAN*, 26 Juni.

MyJohnDeere, 2019. *John Deeres program för precisionsodling*. u.o.:u.n.

Precisionsodling, S., u.d. *Precisionsskolan, Positionering*. [Online]
<https://pos.agrovast.se/precisionsskolan/positionering/>
 [Använd 4 Mars 2019].

Trimble, 2018. *Trimble Agriculture Field Solutions*. [Online]
<https://agriculture.trimble.com/precision-ag/applications/guidance-steering/>
 [Använd 12 Februari 2019].

Tuunanen, L., 2014. *Opas standardisarjan ISO 11789 käyttäjille*, Vihti: MTT.

YARA, 2019. *Lannoitusratkaisu kasvillesi*. [Online]
<https://www.yara.fi/lannoitus/tyokalut/yara-n-sensor/>
 [Använd 22 Mars 2019].

9.2 Finlands författningssamling

Fordonslagen 11.12.2002/1990, §1, §2, §3 u.o.: FINLEX

9.3 Figurförteckning

- Figur 1 Bild på en av Anders och Albin Gåsströms traktorer i arbete. VALTRA T214, fotograf Albin Gåsström.
- Figur 2 Illustration av en traktor i trafik. (Liikenneturva, u.d.)
- Figur 3 En överblick på hur satelliterna rör sig över Kilpisjärvi (cirkelns mitt) den 22.1.2019 <https://www.gnssplanning.com/#/skyplot>

- Figur 4 Illustration av Absolut positionering, <https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/GPS-och-geodetisk-matning/GPS-och-satellitpositionering/Metoder-for-GNSS-matning/Absolut-och-relativ-positionering/>
- Figur 5 Illustration av DGNSS (Laurila, 2012)
- Figur 6 Illustration av RTK, <https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/GPS-och-geodetisk-matning/GPS-och-satellitpositionering/Metoder-for-GNSS-matning/Absolut-och-relativ-positionering/>
- Figur 7 VALTRA SmartTouch-armstöd, manövrering av ISOBUS (AGCO, u.d.)
- Figur 8 TCM och traktorns lutningar illustrerade (John Deere, 2018)
- Figur 9 En monterad STARFIRE 6000-mottagare (John Deere, 2018)
- Figur 10 En John Deere som använder sig av två GNSS-mottagare (John Deere, 2018)
- Figur 11 4200 COMMANDCENTER (John Deere, 2018)
- Figur 12 4600 COMMANDCENTER (John Deere, 2018)
- Figur 13 Extended Monitor (John Deere, 2018)
- Figur 14 AutoTracVision kamera (John Deere, 2018)
- Figur 15 AutoTracVision utrustning (John Deere, 2018)
- Figur 16 AutoTracVison med aktiv korrektion av arbetsmaskinen (John Deere, 2018)
- Figur 17 Egen John Deere RTK- basstation (John Deere, 2018)
- Figur 18 Tabell över rekommenderade positioneringstyper för olika arbeten (Precisionsodling, u.d.)
- Figur 19 Till vänster vektordata, till höger rasterdata (Holopainen, et al., 2015)
- Figur 20 En bild av en DJI Phantom 4 ADVANCED drönare <https://www.dji.com/fi/phantom-4-adv?site=brandsite&from=nav>

- Figur 21 Karta som illustrerar hur mycket gödsel det behövs sättas på en åker (Holopainen, et al., 2015)
- Figur 22 En realtidssensor illustrerad (Alasaari, 2018)
- Figur 23 En YARA N-sensor monterad på en John Deere traktor (YARA, 2019)
- Figur 24 Karta som illustrerar skördemängd (Holopainen, et al., 2015)
- Figur 25 En beskrivning av hur ISOBUS fungerar som en datastyrenhet på en traktor (Tuunanen, 2014)
- Figur 26 Illustration av rakt kör spår (Ketomäki, 2018)
- Figur 27 Illustration av kör spår gjorda enligt hinder (Ketomäki, 2018)
- Figur 28 En Trimble EZ-250 Display med guidning i form av signallampor (Dataväxt, 2017)
- Figur 29 Illustration av delning av data i ett jordbruk (AGCO, u.d.)

