

Maskinstyrning

Kartläggning av användarvänligheten av maskinstyrningsprogram

Sundström Oy

Joshua Elenius

Examensarbete för igenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för lantmäteriteknik

Vasa 2025

EXAMENSARBETE

Författare: Joshua Elenius

Utbildning och ort: Ingenjör (YH) Lantmäteriteknik, Vasa

Inriktning:

Handledare: Anders Ahlbäck

Titel: Kartläggning av användarvänlighet av maskinstyrningsprogram

Datum: 23.5.2025

Sidantal: 26

Bilagor: 1

Abstrakt

Infrabranschen blir alltmer digitaliserad och maskinstyrningssystem är allt viktigare inom infrastrukturprojekt. Dessa system används för att styra maskiner som grävmaskiner och andra maskiner med hjälp av GPS, mallar och sensorer, vilket ökar noggrannheten och effektiviteten.

Syftet med arbetet är att kartlägga brister som Sundström kan ta del av för att få bättre riktlinje för framtiden. För att nå detta mål genomfördes en empirisk studie i form av en enkätundersökning riktad till både anställda maskinförare och underleverantörer inom Sundström Ab. Enkäten fokuserade på de två vanligaste systemen som Sundström använder, Leica och Novatron.

Slutsatsen är att många av bristerna inte enbart är tekniska, utan organisatoriska. För att uppnå bättre arbetsflöde och effektivitet rekommenderas att Sundström Ab investerar i kontinuerlig utbildning, samt inför gemensamma standarder för filhantering och samarbete. Arbetet visar att ett användarcentrerat synsätt på maskinstyrning är avgörande för att tekniken ska nå sin fulla potential i praktiken.

Språk: svenska

Nyckelord: GNSS, Maskinstyrning, Infra

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Joshua Elenius

Koulutus ja paikkakunta: Insinööri (AMK) Maanmittaustekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto:

Ohjaaja(t): Anders Ahlbäck

Nimike: Koneohjausjärjestelmien käyttäjäystävällisyyden kartoitus

Päivämäärä: 23.5.2023

Sivumäärä: 26

Liitteet 1

Tiivistelmä

Infrarakentaminen digitalisoituu yhä enemmän, ja koneohjausjärjestelmät ovat yhä tärkeämpiä infrastruktuurihankkeissa. Näitä järjestelmiä käytetään ohjaamaan koneita, kuten kaivinkoneita, GPS:n, mallien ja antureiden avulla, mikä lisää tarkkuutta ja tehokkuutta.

Työn tarkoituksena on kartoittaa puutteita, joita Sundström voi hyödyntää saadakseen paremmat suuntaviivat tulevaisuutta varten. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi toteutettiin empiirinen tutkimus kyselytutkimuksena, joka kohdistettiin sekä Sundström Ab:n koneenkuljettajille että aliurakoitsijoille. Kysely keskittyi Sundströmin yleisimmin käyttämiin kahteen järjestelmään, Leicaan ja Novatroniin.

Johtopäätöksenä on, että monet puutteet eivät ole pelkästään teknisiä vaan myös organisatorisia. Työprosessien ja tehokkuuden parantamiseksi suositellaan, että Sundström Ab panostaa jatkuvaan koulutukseen sekä ottaa käyttöön yhteiset standardit tiedostojen hallintaan ja yhteistyöhön. Työ osoittaa, että käyttäjälähtöinen lähestymistapa koneohjaukseen on ratkaisevan tärkeää, jotta teknologia saavuttaa täyden potentiaalinsa käytännössä.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: GNSS, koneohjaus, infra

BACHELOR'S THESIS

Author: Joshua Elenius

Degree Programme: Bachelor of Engineering, Land Surveying, Vaasa

Specialisation:

Supervisor(s): Anders Ahlbäck

Title: Mapping of User-Friendliness of Machine Control Systems

Date: 18.5.2025 Number of pages:26

Appendices 1

Abstract

The infrastructure industry is becoming increasingly digitalized, and machine control systems are playing a more important role in infrastructure projects. These systems are used to control machines such as excavators using GPS, templates, and sensors, which increases accuracy and efficiency.

The purpose of this work is to identify shortcomings that Sundström can address to establish better guidelines for the future. To achieve this goal, an empirical study was conducted in the form of a survey targeted at both employed machine operators and subcontractors within Sundström Ab. The survey focused on the two most used systems at Sundström: Leica and Novatron.

The conclusion is that many of the shortcomings are not only technical, but also organizational. To improve workflow and efficiency, it is recommended that Sundström Ab invest in continuous training and implement common standards for file management and collaboration. The study shows that a user-centered approach to machine control is crucial for technology to reach its full potential in practice.

Language: Swedish

Key words: GNSS, machine control systems, infrastructure

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Uppdragsgivare	1
1.2	Syfte och mål.....	1
1.3	Metod.....	2
2	Global Navigation Satellite System.....	2
2.1	Historia.....	2
2.2	Funktion	3
2.3	Användning och skillnader.....	4
2.4	Precisionspositionering med RTK.....	4
3	Maskinstyrning.....	5
3.1	Historia.....	6
3.2	Maskinstyrningens uppbyggnad.....	7
3.3	Funktioner och Fördelar med maskinstyrning	7
3.4	Tillämpningar med maskinstyrning	8
3.5	Utmaningar	8
4	Maskinstyrningsprogram.....	8
4.1	Kalibrering av skopa och sensor	9
4.2	Maskin kalibrering	9
4.3	Kalibrering av skopan	9
4.4	Uppdrag	10
4.5	Leica	10
4.5.1	Leica iCON site	11
4.5.2	Leica iCON Excavate	11
4.5.3	Leica MC1.....	12
5	Novatron	14
5.1	X-site	15
5.2	X-site EASY	15
5.3	X-site pro 2D	16
5.4	X-site pro 3D	16
5.5	X-site MANAGE.....	17
5.6	X-site PAD	17
5.7	Funktioner och användningsområden	17
6	Sammanfattning av skillnad mellan Leica och Novatron.....	18
7	Sammanställning av resultat från undersökning om maskinstyrningssystem	19
7.1	Deltagare och bakgrund	20

7.2	Användning och preferenser	20
7.3	Styrkor och svagheter	20
7.4	Förbättringsförslag från anställda	21
7.5	Förbättringsförslag från underleverantörer	21
7.6	Sammanfattning	21
8	Möjliga lösningar	22
9	Slutsats.....	23
	Källförteckning.....	25

1 Inledning

Digitalisering har blivit allt vanligare inom jordbyggnadssektorn, där särskilt maskinstyrning för anläggningsmaskiner har vuxit i betydelse. Denna teknik har blivit ett standardverktyg för större jordbyggnadsprojekt. Maskinstyrning ersätter den äldre metoden med pappersritningar och mätpinnar och gör det möjligt för maskinförare att arbeta efter digitala modeller och ritningar. Tack vare positionering och integrerade modeller i maskinerna kan förarna gräva exakt enligt designen. I Finland används maskinstyrning för att mäta och kontrollera färdiga ytor, och för att kunna använda systemet effektivt krävs att maskinföraren har god kunskap om systemet, toleranser och mätteknik, vilket ofta uppnås genom intern utbildning.

1.1 Uppdragsgivare

Som uppdragsgivare för detta examensarbete fungerar infraföretaget Sundström Oy. Sundström är ett familjeföretag som startade 1966 när den då 17-åriga Hans-Erik Sundström köpte en traktorgrävmaskin och började erbjuda sina tjänster. Över ett halvt sekel senare står företaget fortfarande i familjens ägo. Både deras huvudkontor och produktionsanläggningar är belägna på samma plats där allt började – i Pedersöre i Österbotten. (Ab, Sundström, å.u).

Sundström är verksamma inom infrastrukturbranschen och erbjuder tjänster inom jordbyggnad, järnvägsarbete, asfaltering och stenkrossning. I dagens läge har de ca 200 anställda och omsätter kring 90 miljoner euro. (Ab, Sundström, å.u).

1.2 Syfte och mål

Genom att maskinstyrning är en så stor del av dagens byggarbetsplatser är det viktigt att det funkar till 100 % och att man försöker minimera riskerna att något börjar strula. Detta för allt på arbetsplatsen skall löpa smidigare och effektivare.

Målet med detta examensarbete är att hitta brister och eventuella lösningar i maskinstyrningsprogrammen hos Sundström Oy. Detta så att man i framtiden kan arbeta snabbare och effektivare.

1.3 Metod

För att få en så realistisk bild av möjliga brister har man skapat ett frågeformulär i Google forms, som innehåller specifika frågor som behandlar ämnet. Meningen med formuläret är att Sundström skall få fram de främsta bristerna som bidrar till ett ineffektivare arbete för grävmaskinisterna. Frågeformuläret innehåller en hel del frågor som både berör positiva samt negativa tankar om maskinstyrning.

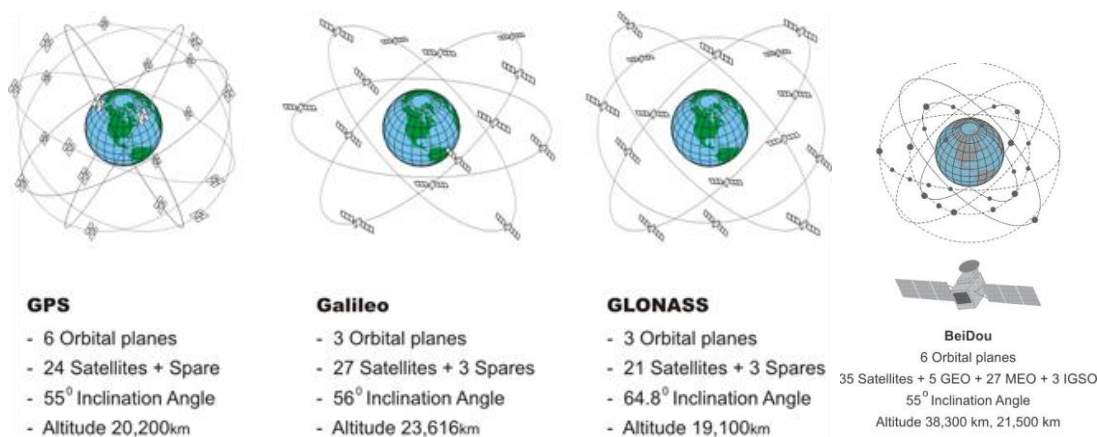
För att få en så bra helhet som möjligt har man även valt att underleverantör åt Sundström skall besvara enkäten. För det är även viktigt att jobbet för underleverantörer på Sundströms arbetsplatser löper effektivt, och att det ej uppstår problem med maskinstyrningen som kan leda till avbrott i arbetet. Frågorna som jag har valt att ställa finns i bilaga 1.

2 Global Navigation Satellite System

Global Navigation Satellite System (GNSS) är en internationell standard för satellitpositionering som bygger på information från flera olika satellitsystem. GNSS-mottagare tar emot signaler från satelliter som tillhör USA:s GPS, Rysslands GLONASS, EU:s Galileo och Kinas BeiDou. Detta innebär att GNSS är en gemensam term för satellitpositionering som utnyttjar satelliter från olika länder. (Lantmäteriverket, u.å).

2.1 Historia

USA:s GPS-system utvecklades från början för militären. Det togs i bruk under 70- och 80-talet och användes fullt ut på 1990-talet. Ryssland skapade även en motsvarighet till GPS, vid namn GLONASS. GLONASS togs i bruk 1995 med 24 satelliter. Europeiska unionen påbörjade utvecklingen av positioneringssystemet Galileo runt 2000-talet, för att skapa ett GNSS-system med hög noggrannhet. Även Kina har sitt eget GNSS-system vid namn BeiDou, systemet har utvecklats snabbt och de använder sig av 35 satelliter och har varit i bruk sedan 2020. Dessa system ingår alla i begreppet GNSS, som betyder satellitbaserade navigations- och positioneringssystem med global täckning. (Taoglas, 2025).



Figur [1] Skillnader mellan de olika GNSS-systemen. (e-education, u.å).

2.2 Funktion

Satellitpositionering fungerar genom noggrann tidmätning. Varje satellit har en inbyggd klocka som sänder tidssignaler ner till jorden, som gör det möjligt att bekräfta satellitens position. För att få exakt position jämför man tidpunkten för när signalen sändes och när den mottagits av GNSS-mottagaren och på så vis kan avståndet till satelliten beräknas. Denna beräkning görs genom att multiplicera tidsskillnaden med ljusets hastighet. Satelliter inom samma system är synkroniserade och följer samma tidsstandard. (Lantmäteriverket, u.å).

För att beräkna en exakt position krävs inte bara de tredimensionella koordinaterna (latitud, longitud och höjd), utan även information om mottagarens klockavvikelse i förhållande till satelliterna. Detta kan lösas om mottagaren har kontakt med minst fyra satelliter med kända positioner. Ju fler satelliter som används, desto mer noggrann och tillförlitlig blir positioneringen. (Lantmäteriverket, u.å).

Det finns flera faktorer som kan påverka satellitmottagningen negativt. Fysiska hinder som träd och byggnader kan blockera sikten mot himlen, vilket försämrar signalmottagningen. Dessutom kan solaktivitet, norrsken eller reflektioner från havet också påverka kvaliteten på signalerna (Lantmäteriverket, u.å).

GNSS fungerar genom att en mottagare beräknar sin position tack vare signalernas ankomsttid från minst fyra satelliter. För att nå större noggrannhet används ofta RTK- teknik (Real-Time Kinematic), den hämtar korrektionsdata från basstationer, som t.ex. FinnRef i

Finland. Med RTK kan man nå centimeternoggrannhet, vilket är viktigt vid bl.a. maskinstyrning. (Lantmäteriverket, u.å).

2.3 Användning och skillnader

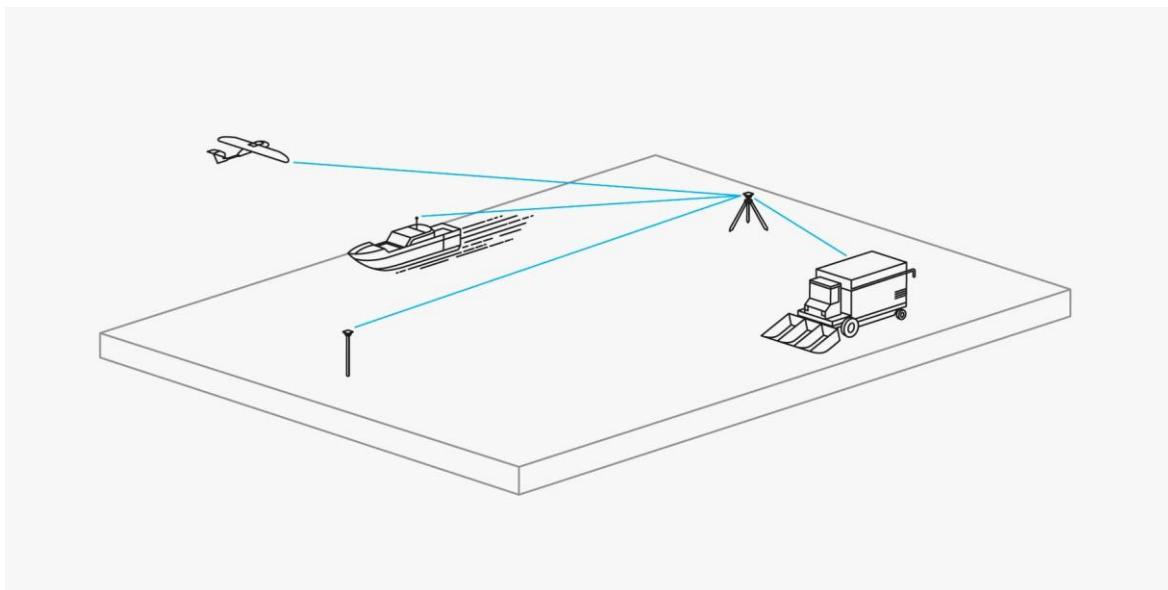
GPS (USA) är det äldsta och mest utvecklade systemet och har en global 24/7-täckning med hög noggrannhet. Systemet underhålls och uppgraderas konstant för att hålla sin höga noggrannhet. GLONASS har liknande global täckning med 24 satelliter och en bana som ger snäppet bättre satellittäckning på högre latituder. Detta kan förbättra noggrannheten i norra Europa. Galileo har sedan 2010-talet kompletterat GLONASS och GPS systemen. Galileo har satsat på hög precision bl.a. genom dubbelfrekvenssignaler som ökar noggrannhet och klarar bättre av atmosfärsstörningar. Systemet har tjänster så som ett globalt sök och räddningsfunktion. (Taoglas, 2025).

I praktiken t.ex. vid maskinstyrning tar mottagaren emot signaler från alla tillgängliga GNSS-system. Detta ger bättre noggrannhet genom att fler satelliter används samtidigt, och därmed får man en stabilare position. Kombinationen av flera GNSS gör att maskiner och andra satellitbaserade saker kan positioneras även i svårare miljöer t.ex. inne i skogen eller byggnader, då enstaka system inte räcker till. (Taoglas, 2025).

2.4 Precisionspositionering med RTK

RTK är en teknik som används för att skapa bättre noggrannhet hos en GNSS-mottagare. Vanliga GNSS-mottagare, som finns i telefoner eller t.ex. i hund GPS:er, kan endast ange position med en noggrannhet på cirka 2–4 meter. RTK klarar av att ge centimeters noggrannhet. (Swedron, u.å).

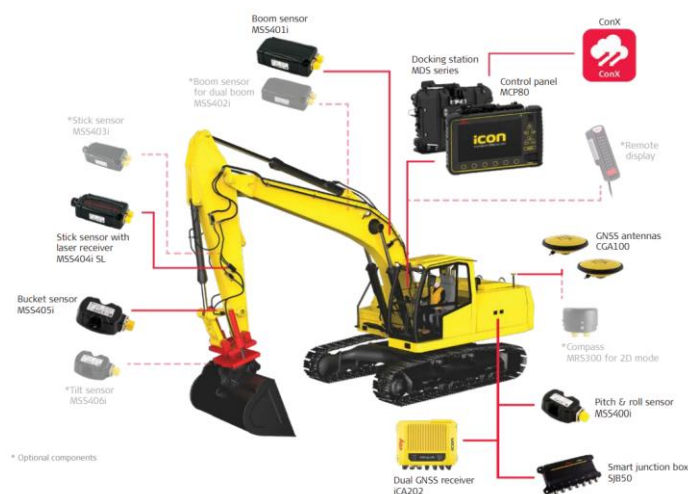
RTK bygger på att en basstation med känd position skickar korrektionsdata i realtid till GNSS-mottagaren på till exempel grävmaskinen eller GPS Rover. Genom att jämföra Rovers rådata med basstationens data kan man ta bort satellitbanfel, klockfel, atmosfärsfördröjning m.m. och på så sätt få en position med mycket hög noggrannhet. (Swedron, u.å).



Figur [2] basstationen skickar ut korrekationer. (Swedron, u.å).

3 Maskinstyrning

Maskinstyrningsprogram, även kända som maskinstyrningssystem eller GPS-baserade styrsystem, används inom bygg- och infrastruktur branschen för att öka noggrannheten och effektiviteten i grävarbeten och andra maskinella arbeten. Dessa program använder sig av GNSS-teknik för att ge realtidsinformation om maskinens position och orientering. (Lantmäteriverket, u.å).



Figur [3] Delar som behövs vid fungerande maskinstyrning (Tidholm, 2013).

3.1 Historia

Utvecklingen för maskinstyrning har gått från manuella metoder till användning av avancerade GNSS system. Ända fram till 1990-talet gjordes allt maskinarbete på byggarbetsplatser med hjälp av vanlig utsättning. Utsättning innebar att mätare slog ned pinnar, markerade linjer, använde avvägningsinstrument och lasrar för att ange höjder. Grävmaskinister och andra maskinförare styrde sina maskiner utifrån dessa fysiska referenspunkter, men även med hjälp av mätningspersonal. Arbets sättet var arbetsintensivt, tidskrävande och beroende av sikt och väder. (Leica, 2025).

Under 1990-talet kom de första 2D-maskinstyrningssystemen. Dessa använde sig av lutningssensorer monterade på maskinens bom, sticka eller skopa men även kombinerat med roterande laser som fungerade som höjdreferens. Föraren kunde då se om skopan höll sig inom rätt nivå i en enkel skärm. Systemet gav bättre kontroll och minskade även behovet av konstant utsättning. (Novatron, 2024)



Figur [4] utsättning av höjdreferens på 90-talet. (ab, Sten&vägarbeten, 2024)

Det stora hoppet hände i början av 2000-talet när 3D-maskinstyrning med GNSS började användas i praktiken. Genom att kombinera GNSS med sensorer installerade på maskinen kunde maskinföraren se maskinens exakta position, höjd och riktning i realtid. Samtidigt visades den digitala mallen i en skärm i hytten, vilket gjorde att föraren kunde arbeta enligt ritningen utan att vara i behov av fysiska märkningar. Detta ledde till ökad produktivitet, bättre noggrannhet och bättre säkerhet på arbetsplatsen. (Trimble, 2025)

3.2 Maskinstyrningens uppbyggnad

Maskinstyrning bygger på att lokalisera maskinens position och hur den rör sig med hjälp av olika komponenter så som dessa:

- **GNSS-mottagare:** Tar emot signaler från satelliter för att bestämma maskinens exakta position. För att uppnå hög noggrannhet används ofta RTK-teknik, där en basstation eller ett nätverk av referensstationer, såsom Finnref i Finland skickar ut korrektionsdata. (Tidholm, 2013).
- **Sensorer:** Mäter vinklar och rörelser på maskinens delar, såsom bom, sticka och skopa. Dessa sensorer möjliggör att systemet kan beräkna skopans exakta position och vinkel i realtid (Tidholm, 2013).
- **Fältdator:** Visar realtidsdata och digitala ritningar för maskinisten. Datorn använder information från GNSS och sensorer för att ge maskinisten en tydlig bild av maskinens position i förhållande till den digitala modellen. (Milanmätkonsult, u.å).
- **Programvara:** Bearbetar data och styrmaskinens rörelser enligt den digitala modellen. Programvaran kan visa information i olika vyer, såsom planvy, tvärsnitt och profiler, för att underlätta för maskinisten (Milanmätkonsult, u.å).

3.3 Funktioner och Fördelar med maskinstyrning

Genom att använda satellitdata kan maskinstyrningsprogram ange den exakta positionen för maskinen. Detta minskar behovet av manuell mätning och justering. Detta ger även ökad noggrannhet i arbetet, men även arbetet utförs mera effektivt. Maskinstyrningssystem kan automatisera många av de uppgifter som tidigare utförts lantmätare. Detta sparar tid och minskar risken för misstag. (Leica, 2025).

Maskinstyrningssystem hjälper även företag att använda sina resurser på ett effektivare sätt. Tack vare att arbetet kan planeras bättre, kan man undvika att samma arbete utför flera gånger. På detta vis kan man både spara pengar samt jobba mer effektivt. Dessutom har många maskinstyrningssystem kapacitet att samla in och data. (Leica, 2025).

3.4 Tillämpningar med maskinstyrning

Maskinstyrning används inom flera olika områden i bygg- och infrabranschen. Vid grävarbeten hjälper tekniken till att säkerställa att maskinen arbetar på rätt djup och med exakt lutning. Inom vägarbeten används maskinstyrningssystem för att skapa exakta lutningar och profiler, vilket är viktigt för vägens kvalitet och hållbarhet. Även vid byggprojekt är tekniken till stor nytta, då den ser till att anläggningar placeras på rätt ställe och på rätt djup. (Leica, 2025).

3.5 Utmaningar

Trots fördelarna finns det utmaningar, dessa inkluderar höga kostnader för programvara och tekniska komponenter. Dessutom krävs utbildning för att maskinförare och personal ska kunna använda systemen effektivt. Systemen kan även påverkas av signalavbrott, vilket kan bidra till sämre noggrannhet och tillförlitlighet. (Leica, 2025).

4 Maskinstyrningsprogram

Maskinstyrningsprogram används inom infrastrukturbranschen för att öka precision, effektivitet och säkerhet vid arbete med grävmaskiner samt andra maskiner som används inom infrabyggande. Dessa system kombinerar GPS- eller GNSS-teknik med sensorer, datorer och ibland även takymeter för att föraren ska kunna följa ritningar direkt från maskinhytten. De vanligaste systemen är Trimble Earthworks, Leica iCON, Topcon 3D-MC, MOBA 3D, Novatron och Unicontrol. Som med alla märken oavsett om det är en bil eller maskin har vi alla våra egna åsikter om vad som är bäst. Men skillnaderna mellan dessa system är främst användarvänlighet, precision, funktionalitet, prisnivå och integration med andra digitala verktyg. (Leica, 2025).

4.1 Kalibrering av skopa och sensor

För att ett maskinstyrningssystem ska fungera på bästa sätt krävs noggrann kalibrering av maskinen och utrustning. Leica Geosystems betonar till exempel att “för att ditt grävsystem ska fungera optimalt krävs det att dina skopor är kalibrerade” (Leica, 2025). Vid kalibrering är det viktigt att systemet ställs in efter maskinens exakta geometriska mått och sensorerna nollställs mot kända referenser. (Leica, 2025).

4.2 Maskin kalibrering

Då man installerar systemet mäts och matas maskinens mått in, så som. bomlängd, sticklängd, skopans dimensioner samt placeringen av GNSS-antennerna på maskinen. Redan en liten avvikelse i monteringen t.ex. antennens precisa offset från maskinens rotationscentrum kan bidra till fel i positionen, så dessa måste kalibreras. I svårare fall används beräkningsmetoder för att uppskatta antennposition relativt till maskinens koordinatsystem och kalibrera in antennens offset och riktning. Ofta krävs också att man kalibrerar in kompass/riktning om två antenner används, så att maskinens nordriktning stämmer med GNSS-mottagarens referens. (Leica, 2025).

4.3 Kalibrering av skopan

Varje skopa eller redskap har olika mått, så man måste kalibrera varje verktyg separat i systemet. Den vanligaste metoden är att använda en känd referenspunkt eller en laser. Föraren placerar skopans kant på en känd höjd eller punkt eller så kallad nollpunkt t.ex. ett avvägt märke eller i höjd med en roterande laserstråle. Därefter flyttar man skopan eller maskinen och säkerställer att systemet läser av korrekta värden, t.ex. +9.00 i höjd när skopan står på referensplanet. Med lasersystem kan man behöva ställa skopan under laserstrålen och kalibrera så att höjdsensorn visar noll när laserträffen är på rätt ställe. Lutnings- och rotationsensorer kalibreras genom att ställa skopan i definierade positioner, t.ex. plant mot marken, och nollställa avläsningen så att systemet vet vad som är lodrätt. Dessa verktyg hjälper maskinföraren att mekaniskt mäta in redskapets form och orientering och mata in eventuella korrigeringar i systemet. (AB, Leica Geosystems, 2018).

Efter att skopan är kalibrerad kan systemet noggrant räkna ut skopbettets position. Om man byter skopa eller redskap måste man byta till rätt kalibreringsprofil ”skopa” i systemet, annars

blir det fel höjd/läge. Kalibreringen bör kontrolleras regelbundet, t.ex kan föraren med jämna mellanrum kontrollera skopans kalibrering genom att mäta mot en känd punkt. (Leica, 2025).

4.4 Uppdrag

I mitt examensarbete har jag fått som uppdrag av företaget Sundström Ab att kartlägga brister på deras maskinstyrningssida inom företaget. Inom företaget använder man sig av två kända maskinstyrnings program både Leica samt Novatron. På grund av att de blivit så pass stora på marknaden är de dagligen i behov av inhyrd grävmaskins hjälp. Dessa använder sig även främst av Leica och Novatron. Därför har jag satsat på att göra en jämförelse mellan dessa två system, för att få en bättre bild av dessa system så man i framtiden kan försöka minska på möjliga brister.

4.5 Leica

Leica Geosystems är en ledande aktör inom maskinstyrning och mätteknik. De har sina rötter i Schweiz. Företaget grundades den 26 april 1921 i Heerbrugg av Heinrich Wild, Jacob Schmidheiny och Robert Helbling, och gick då under namnet "Heinrich Wild, Werkstätte für Feinmechanik und Optik". Företaget utvecklades senare till Wild Heerbrugg som blev känt för sina optiskmekaniska mätinstrument, år 1997 etablerade Leica Geosystems AG som en enda enhet som fokuserad på geodetiska instrument och maskinstyrningssystem. (Leica, 2025).

Sedan 2005 är Leica Geosystems en del av det svenska teknikföretaget Hexagon AB Leica Geosystems och har sedan dess fortsatt att utveckla avancerade maskinstyrningslösningar samt maskinstyrningssystem så som Leica MC1 (Leica, 2025).

Leica Geosystems erbjuder ett stort utbud av maskinstyrningssystem under varumärket Leica iCON. Dessa system kombinerar GNSS-teknik, 3D-modeller och realtidspositionering för att ge maskinförare och byggpersoneal hög precision och effektivitet ute på fältet. Resultatet av detta är digitala kartor och ritningar som är skapade av planerarna som sedan kan skickas ut i verkligheten och användas direkt i maskiner och instrument på arbetsplatsen. (HEXAGON, 2017).

Leica erbjuder en hel del olika maskinstyrnings program för att just ditt arbete skall löpa så smärtfritt och effektivt som möjligt. Deras maskinstyrningsprogram är riktade till de olika faserna som sker på ett bygge, allt från inmätning, höjdberäkning, grävningensarbeten samt

schaktningsarbeten. Deras program är uppbyggda på olika sätt beroende på vilka funktioner användare behöver och drar nytta av, därför kommer jag som följande presentera en del av deras olika programvaror lite kort och allmänt. (HEXAGON, 2017).

4.5.1 Leica iCON site

Leica iCON site är plattformen för stora och små anläggningsprojekt och fungerar som navigering på byggarbetsplatsen. Det är ett fältprogram som används av mättingsingenjörer och arbetsledare för allt från utsättning, inmätning, höjdkontroll och mängdberäkning samt enkel maskinstyrning. Till fältprogrammet iCON site går det att koppla upp Leicas egna GPS, antingen Leica iCON 60 eller iCON 70. (Leica, 2025).



Figur [5] arbetsledare som använder sig Leica iCON 60 vid mättnings arbete. (Leica, 2025)

4.5.2 Leica iCON Excavate

iCON Excavate är tillämpat för grävmaskiner ,det inkluderar bland annat 2D-systemet iXE2 och 3D-systemet iXE3 som guidar grävmaskinisten att gräva enligt projektets mall. En 3D-utrustad grävmaskin med iCON iXE3 använder GNSS och referensmodeller för att i realtid visa maskinens position och skopans höjd i förhållande till den planerade nivån som presenteras i 3D-mallen på en display i förarhytten, vilket gör att föraren snabbt kan gräva till exakt rätt nivå. Detta minskar behovet av traditionell utsättning av mättingsingenjörer, vilket ökar säkerheten och produktiviteten på bygget. (Leica, 2025).



Figur [6] displayen som installeras i förarhytten. Detta är deras displaymodell MCP80 (Leica, 2025).

Leica iCON excavate kan användas på de flesta typer av grävmaskiner. Systemen kan styras av föraren själv eller hjälpa maskinens hydraulik semiautomatiskt. Exempelvis finns funktioner som automatiskt justerar tiltrotorns skoplutning efter modellens yta, vilket sparar tid och höjer precisionen grävarbeten. (HEXAGON, 2017)



Figur [7] Modeller på Leicas GNSS system som installeras i grävmaskinerna. (Leica, 2025).

4.5.3 Leica MC1

MC1 är Leicas senaste modell av maskinstyrningsprogramvara, den är uppbyggd som en och samma plattform för alla typer av maskiner. Tidigare hade Leica separata programvarumoduler (iXE, iGD etc.) för olika maskintyper, men med MC1 har man ”en panel, en mjukvara, en lösning” (Leica, 2025).

MC1 körs på Leicas gemensamma pekskärmspanel t.ex. MCP80 som kan flyttas mellan maskiner och ger samma användargränssnitt oavsett om den sitter i en grävmaskin, dozer, väghyvel eller asfaltläggare. Detta är ett "en för alla" -koncept vilket innebär att användaren bara behöver lära sig ett system, vilket förenklar utbildning och ökar flexibiliteten vid maskinbyte. (technologies, Spatial, 2025).

Tack vare Mc1plattformen får alla maskiner tillgång till samma uppdaterade projektmallar samt andra behövliga mallar. Via ConX-molntjänsten hålls informationen automatiskt uppdaterad mellan kontor och maskin. Sammanfattat är Leica MC1 det nyaste nytt inom maskinstyrningsprogramvärlden och som även knyter ihop hela maskinparken i ett enda digitalsystem. (Leica, 2025).



Figur [8] Leicas GNSS mast installerad på maskin ägd av Sundström.

5 Novatron

Novatron är ett finskt företag som är tillverkare av maskinstyrningssystem och det är grundat 1991 i Finland. De har genom åren arbetat in sig på digitalisering och automation inom infrabranschen. Novatrons främsta produkt går under namnet X-site. X-site maskinstyrningssystem är skapat främst för grävmaskiner men även för andra maskiner inom jordbyggnad. Detta system hjälper maskinförare samt andra deltagare på bygget att arbeta mer effektivt samt med hög noggrannhet. Genom att utföra arbetet rätt från början sparas tid, material och bränsle, vilket ökar produktiviteten och lönsamheten för entreprenaden. X-site systemet är framtaget för att klara av det hårda nordiska klimatet. (Novatron, 2024).

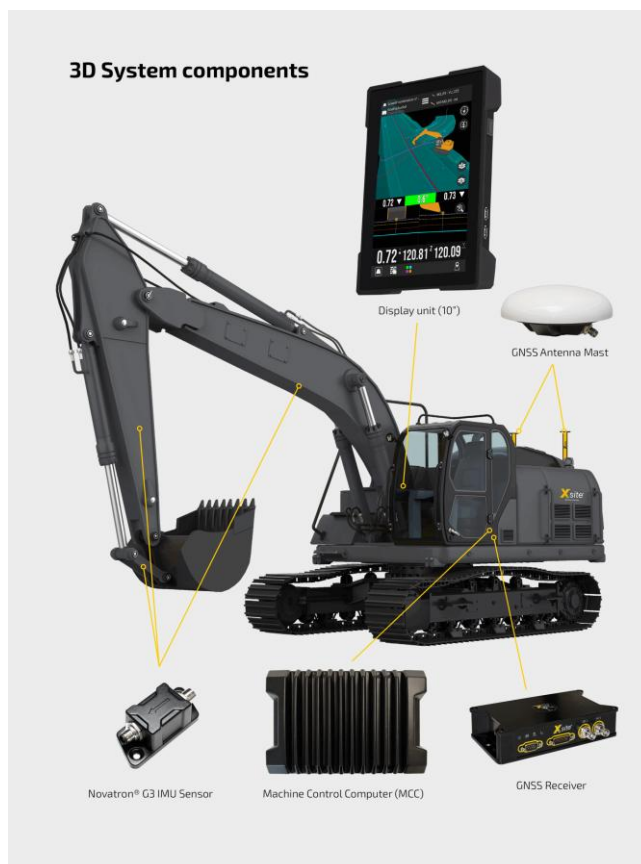


Figur [9] Novatrons GNSS master installerade på maskin ägd av Sundström ab”

På 1990-talet utvecklade man 2D-lösningar med lutningssensorer, och kring millennieskiftet kom den första 3D-maskinstyrningen som använde sig av GPS. Novatron etablerade sig i Finland, och så småningom expanderade man till Sverige, Norge och Baltikum via återförsäljare. Novatron påbörjade sin marknad i Sverige, och i början av 2000-talet och öppnade ett svenskt kontor med huvudkontor i Timrå. År 2011 inleddes ett samarbete med tyska MOBA Mobile Automation AG, som tillverkar liknande system och sensorer. (Mynewdesk, 2016).

5.1 X-site

Novatrons maskinstyrning använder sig av modern 3D-teknik, GNSS positionering och sensorteknik för att ge maskinförare realtidsinformation om maskinens plats samt skopans höjd och lutning. Systemen finns i olika nivåer, t.ex. har de både enkla 2D-system och avancerade 3D-system. Maskinförare som använder X-site lyfter ofta fram den tydliga grafiken och tydliga instruktionerna på skärmen. Systemet har utvecklats tillsammans med entreprenörer och mättekniker för att säkerställa bästa möjliga användarupplevelse. (Novatron, 2024).



Figur [10] visar uppbyggnad av Novatrons system X-site. (Novatron, 2024)

5.2 X-site EASY

Som Novatron själv beskriver är X-site EASY ett lättanvänt system som guidar maskinföraren till rätt djup eller lutning. X-site EASY visar skopans höjd visuellt med pilar och färger på displayen och lämpar sig för grundläggande arbeten. Det är ett rent 2D-system inget GNSS system, men kan uppgraderas med extra komponenter till 3D-funktionalitet vid behov. X-site EASY fungerar som en laser, man ställer in skopan på en nollpunkt med hjälp av antingen en

känd punkt eller laser. Och utifrån nollpunkten visar system vilken höjd du ligger på, samt hur mycket material som ännu skall bort eller läggas till. (Novatron, 2024).

5.3 X-site pro 2D

X-site pro 2D är ett system med utökade funktioner. Systemet mäter djup, avstånd och lutning med hög noggrannhet och stödjer till exempel dubbla lutningar. Det är förberett för 3D, vilket innebär att användaren enkelt kan bygga ut det med GNSS-mottagare, kompass och annan mjukvara för att uppgradera till ett fullt 3D-system. X-site pro 2D fungerar på samma sätt som X-site EASY förutom att man kan konvertera pro 2D till ett 3D system samt det har mera funktioner en EASY systemet. (Novatron, 2024).

5.4 X-site pro 3D

X-site Pro 3D är Novatrons mest avancerade system, och det är utvecklat för ett helt mallbaserat arbete. X-site PRO 3D använder programvaran Landnova X och ger maskinföraren möjlighet att arbeta direkt med 3D-modeller av projektet. Med hjälp av GNSS-teknik kan systemet visa maskinens position och skopans höjd direkt mot terrängmodeller, ritningar och andra objekt i modellen. Föraren kan även själv skapa enklare 3D-modeller eller ytor direkt i displayen vid behov för t.ex. byggande av husgrunder eller grävning av diken. X-site PRO 3D fungerar med öppna BIM-format och kan visa avancerade mallar, som till exempel ytor, ledningar, brunnar och andra delar av infrastrukturen direkt på skärmen. X-site pro 3D motsvarar Leicas maskinstyrnings program MC1. (Novatron, 2024).



Figur [11] Komplet X-site 3D pro system som installeras i grävmaskin (Novatron, 2024).

5.5 X-site MANAGE

X-site MANAGE är en tjänst som är molnbaserad. Tjänsten gör det möjligt att i realtid övervaka arbetsplatser, hantera maskindata och OpenBIM-standarder. Denna programvara underlättar samarbete mellan arbetsledare, maskinförare och projektledare. (Novatron, 2024).

5.6 X-site PAD

X-site PAD är en arbetsplatsurfplatta från Novatron. Den är utvecklad för arbetsledare och mätningpersonal inom infrabranschen. Den kombinerar maskinstyrning med fältmätning och mallhantering, vilket gör det möjligt att arbetsplatsledning och mätning mer effektivt samt med hög noggrannhet. (Novatron, 2024).



Figur [12] X-site PAD samt GNSS mottagaren” (X-Site, u.å).

5.7 Funktioner och användningsområden

Den är utrustad med X-sites egna GNSS mottagare, och deras GNSS mottagare är av nästa generation och gör det möjligt för arbetsledare att göra noggranna inmätningar samt utsättningar. (MOBA, u.å).

Det är möjligt att skapa och redigera 3D-modeller på plats. Den har inbyggda verktyg så användaren kan skapa enkla 3D modeller av exempelvis byggnadsfundament eller tillfälliga strukturer. Dessa mallar kan sedan delas med maskinförare via molntjänsten X-site MANAGE. Användare kan markera tillfälliga trafikarrangemang samt mycket mera och allt detta direkt på plats, detta minskar tiden som maskiner skulle stå stilla och det förbättrar även arbetseffektiviteten. (Novatron, 2024).

6 Sammanfattning av skillnad mellan Leica och Novatron

För att få en bättre bild av maskinstyrningsprogramen som används inom Sundström gjorde man även en kort jämförelse på de största skillnaderna mellan dessa två konkurrenter. Man tog i beaktande de viktigaste aspekterna, det vill säga pris, marknad, noggrannhet men även hur starka de är med tanke på det nordiska klimatet.

Novatron X-site 3D PRO är ett finsktutvecklat 3D-maskinstyrssystem som framför allt används i Norden. Det är särskilt framtaget för grävmaskiner, men kan även användas på dozers, hjullastare och borrhuggar. Systemet är GNSS-baserat med stöd för dubbla antenner och RTK-korrekationer, vilket ger en noggrannhet på cirka 2–3 cm. Novatron har även stöd för totalstation för millimeterprecision vid t.ex. tunnelarbete. (MOBA, u.å).

Leica MC1 är ett mer globalt system och kan användas på i stort sett alla anläggningsmaskiner även i väghyvlar, vältar och asfalteringsmaskiner. Även här används GNSS-teknik med mycket hög noggrannhet. MC1 är beprövad med totalstationer som ger millimeternoggrannhet i projekt (Leica, 2025).

Prismässigt är båda ganska samma i dagens lägen. Ett komplett paket X-site PRO 3D-system kostar cirka 25000–28000€ alv 0%, och då ingår installation. Medan begagnade paket säljs för cirka 7 000–15 000 € (Novatron, 2024).

Leica MC1 ligger också på cirka 25000–28000€ alv 0% med installation, så MC1 är varken dyrare eller billigare än X-site 3D pro, och ett begagnat MC1-paket ligger ofta kring 10 000€ beroende på hurdant skick det är i. (Leica, 2025).

När det gäller den nordiska marknaden är Novatron starkast i Finland och Sverige, där de haft upp till 40 % av marknaden och år 2023 hade de en omsättning på cirka 23 miljoner euro. Internationellt är Novatron fortfarande ganska litet, även om man via MOBA Group har kommit mer ut i Europa, Australien och USA. (Darekon, 2018).

Leica MC1 däremot används över hela världen och är en av de tre största aktörerna globalt inom maskinstyrning tillsammans med Trimble och Topcon. Leica hade år 2023 en omsättning på 5 miljarder euro. (Hexagon, 2023).

Båda systemen är användarvänliga, men har olika styrkor. Novatron är lätt att använda med svensk meny, tydliga symboler och enkel skärm, något som många maskinförare i Norden uppskattar (MOBA, u.å). Leica MC1 har ett gemensamt system för alla maskiner, vilket passar bra för större företag med stor maskinpark. Dessutom kan man enkelt flytta styrpanelen mellan maskiner utan att behöva kalibrera om. (Leica, 2025).

Kort sammanfattat är Novatron X-site PRO 3D ett funktionellt alternativ med tydligt fokus på de nordiska behoven, medan Leica MC1 erbjuder bredare utbud så flera kan ha nytta av deras produkt, global support och premiumprecision. Valet mellan systemen beror ofta på företagets storlek, maskinpark, projektkrav samt vad maskinförarna är vana vid.



Figur [13] till vänster är X-site pro skärm; (Novatron, 2024).
Leicas mcp80 skärm. (Leica, 2025).

Figur [14] till höger är

7 Sammanställning av resultat från undersökning om maskinstyrningssystem

Syftet med mitt examensarbete var att kartlägga brister och styrkor på maskinstyrnings sidan hos Sundström, detta för att få effektivare, ekonomiska arbetsdagar. Kartläggningen av styrkor, svagheter och förbättringsförslag kopplade till maskinstyrningssystem gjordes via en undersökning bland både anställda samt underleverantörer inom Sundström. Min

undersökning fokuserade på erfarenheter av de två systemen som används Inom Sundström ab "Leica & Novatron" och syfte var att hitta förbättringar utifrån maskinförarnas synpunkt.

7.1 Deltagare och bakgrund

Frågeformuläret besvarades av både anställda och underleverantörer, vilket gav en mer bredare och tydligare bild av hur maskinstyrningen fungerar i praktiken. De flesta som besvarade mitt frågeformulär var anställda, men även ett flertal underleverantörer deltog, vilket visar att maskinstyrningsfrågor påverkar flera av de som arbetar med Sundström ab. Majoriteten av deltagarna hade erfarenhet av att arbeta med Leicas system, medan ett mindre antal hade arbetat med Novatron eller båda systemen.

7.2 Användning och preferenser

Av de svarande uppgav de flesta att de föredrog Leica framför Novatron. Anledningen till detta handlade främst om att Leica är det system som används mest i företaget, vilket innebär att många maskinförare använder samma verktyg och därmed kan hjälpa varandra på arbetsplatsen. Många pekade även på Leicas höga precision och pålitlighet som viktiga faktorer. Flera maskinförare nämnde att de aldrig haft möjlighet att använda något annat system, vilket också kan förklara det starka bandet till Leica.

De som föredrog Novatron lyfte fram dess användarvänliga gränssnitt, tydliga menyer, snabba respons och framför allt möjligheten att få fjärrsupport upplevdes som en klar fördel. Novatron ansågs överlag enklare att förstå och arbeta med.

7.3 Styrkor och svagheter

När det gäller Leica lyfte många fram den höga noggrannheten och det faktum att systemet är standardiserat inom Sundström. Det innebär att de flesta användare är bekanta med det, vilket skapar trygghet och förenklar samarbeten ifall problem uppstår. Dock upplevdes systemet som tekniskt begränsat på flera sätt; det beskrivs som trögt, särskilt vid användning av större mallar, och många nämnde att skärmen är långsam, seg, eller till och med fryser vid hög belastning. Gränssnittet ansågs också vara svårt att navigera, och bristen på lokalsupport nämndes av flera som ett av problemen.

Novatrons styrkor enligt maskinförarna var snabbhet, tydlighet och lättanvända struktur. maskinförarna uppskattar skärmen och enkelheten i menyerna. Systemet var också lättare att felsöka tack vare bra fjärrsupport. Trots detta upplevdes noggrannheten som sämre än Leicas, vilket för vissa innebar att man inte fullt ut kunde lita på resultatet. Några rapporterade att systemet visade korrekta värden även vid dålig fix, vilket ledde till osäkerhet och ibland fel då man utför arbete.

7.4 Förbättringsförslag från anställda

Bland de anställda fanns ett tydligt önskemål om bättre utbildning inom maskinstyrning, särskilt när det gäller att förstå möjligheterna och begränsningarna i de olika systemen. För att undvika förvirring i arbetet lyftes gemensamma rutiner och standarder vid hantering av filer, mallar och felrapporter. Några uttryckte en önskan att få prova olika system för att kunna bilda sig en objektiv uppfattning. Många tyckte även det skulle vara viktigt att få service på svenska på Sundströms mätavdelning som sköter allt med maskinstyrning, eftersom orsak är att det är betydligt lättare att förklara ett problem på sitt eget modersmål, samt att förstå hur man skall lösa problemet om man får service på svenska.

7.5 Förbättringsförslag från underleverantörer

Underleverantörer efterfrågade tydligare kommunikation kring mallar och filformat mellan olika system. De påpekade även att olika underleverantörer ofta använder olika maskinstyrningssystem, vilket ibland skapar tekniska hinder eller ineffektivitet på arbetsplatsen. Flera föreslog att Sundström borde införa mera gemensamma skolningar kring maskinstyrningssystem, samt bättre möjlighet till möten med Sundström. Svensk service inom Sundström ansåg även underleverantörerna skulle vara viktigt.

7.6 Sammanfattning

Sammanfattningsvis visar undersökningen att maskinstyrningssystemen är avgörande för både effektivitet och kvalitet i Sundströms arbeten, men att det finns tydliga förbättringsområden. Leica dominerar idag inom Sundström, men upplevs som tekniskt sämre av många. Novatron erbjuder en mer modern användarupplevelse men brister i noggrannhet enligt flera maskinförare. Det finns ett tydligt behov av bättre utbildning,

gemensamma riktlinjer, särskilt i samarbetet mellan anställda och underleverantörer. Så som slutsats kan man säga att viktigaste förbättringspunkterna är följande:

- Leica får i ordning sina system så att de klarar av större mallar.
- svensk service inom bolaget.
- mera skolning samt möten.
- bättre skötsel av produktion av mallar.
- bättre noggrannhet av Novatron.

8 Möjliga lösningar

En del av problemen som finns inom företaget är sådana som Sundström själv inte kan göra något åt, så som noggrannheten hos Novatron som många maskinförare ansåg att var dålig eller Leicas problem att läsa och uppehålla stora mallar. Detta är indirekta problem som inte Sundström kan lösa utan bara meddela vidare till leverantören av maskinstyrningen. Därför har jag varit i kontakt med personal från Novatron samt anställd på Sundström som sköter alla ärenden gällande Leica.

Då jag tog kontakt med personal från Novatron ville jag få svar på om hur noggrann och pålitlig Novatrons maskinstyrning är. Jag förklarade vad min forskning kommit fram till och enligt honom så stämmer det inte längre. Enligt honom beror det på att maskinförare vid Sundström har använt sig av de gamla modellerna från Novatron som i tiderna hade problem med just noggrannhet och pålitlighet. Han ansåg att Novatron är exakt lika pålitlig och noggrann som dagens Leica. Eftersom en del maskinförare tyckte det skulle vara intressant att testa nya maskinstyrningsprogram skulle man på Sundström möjligen kunna testa Novatron X-site 3D pro och se om maskinförarna skulle vara mer nöjda med dagens modell från Novatron och se om de skulle känna att Novatron är lika pålitligt.

Många maskinförare som ansåg att Leicas styrningsprogram har svårt att klara av stora mallar, och att programmet vill köra fast då man använder sig av stora mallar. Därför tog jag kontakt med kunnig personal på Leica för att få svar på vad allt detta beror på och som svar fick jag följande:

Detta problem beror oftast på bakgrundskartor, alltså DXF-filer. De stora filstorlekarna beror vanligtvis på att filerna kan innehålla flera hundratusen punkter, vilket gör dem tunga att hantera. När man skapar modeller kan man påverka detta genom att städa bort onödiga punkter och på så sätt minskar filstorleken och prestandan

förbättras. Men om det är en stor arbetsplats med många olika bakgrundskartor kan problemet ändå uppstå. Någon direkt lösning eller svar på problemet finns inte i dagsläget: (Leica, 2025)

Om man fokuserar på Sundströms direkta brister enligt maskinförarna så ser det ut som att Sundström skulle vara i behov av flera anställda inom maskinstyrning och mätning. Framst p.g.a. att det var flera som påpekade att svensk service inom företaget skulle vara viktigt. Flera påpekade även att mallarna oftast inte stämde samt att det var problem då det kom till arbetet kring mallarna. Det indikerar på för mycket mallar som skall bearbetas och då det finns mera arbete än vad det finns personal och då blir det per automatik att arbetet lider p.g.a. att det är för bråttom, samt att för man skall hinna med allt blir det slarv nu som då.

Men en del hade också förfrågan om mera skolning samt möten och det tyder på att det skulle vara bra med flera anställda. För i slutändan är detta ändå ett infraföretag det handlar om, och för att projekten skall löpa är det viktigast att maskinerna hela tiden har de bästa förutsättningarna för att arbeta effektivt.

9 Slutsats

Detta examensarbete undersöker hur moderna maskinstyrningssystem fungerar och kartlägger de brister som förekommer hos företaget Sundström Oy. Med tanke på hur viktig dessa system är för effektivitet och kvalitet i dagens infraentreprenad, är målet att genom analys förbättra arbetsdagarna och minska tekniska hinder.

Studien bygger på en empirisk undersökning där både anställda och underleverantörer deltog via ett frågeformulär. Svaren visar verkliga erfarenheter av de två vanligaste systemen i företaget: Leica och Novatron. Resultaten visar tydligt att användarnas upplevelser skiljer sig där Leica anses mer pålitlig och etablerad, medan Novatron upplevs som användarvänligare men med viss tvekan kring noggrannhet.

Forskningen lyfter också fram utmaningar, såsom problem med stora mallar, behov av svensk support samt brist på gemensamma rutiner och utbildning. Vidare gjordes samtal med systemleverantörer, vilket gav teknisk förklaring kring vissa problem, så som filstorlekens inverkan på Leica.

Slutsatsen visar att många av bristerna är relaterade till resursbrist och kommunikationsklyftor. Förbättringsförslag inkluderar investering i intern support, ökade

utbildningsinsatser, bättre modellhantering samt ett pilotprojekt med nyare Novatron-teknik för att utvärdera dess kapacitet i praktiken.

Om fortsatt forskning skulle göras inom ämnet så skulle ett förslag vara att fördjupa sig i Leicas problem med för stora mallar. Man kunde försöka att ta reda på vad som är skillnaden mellan systemens prestanda. Och via det gå vidare med att hitta en lösning till att förbättra Leicas prestanda då det kommer till stora mallar.

Källförteckning

- AB, Leica Geosystems. (2018). *LEICA*. Hämtat från <https://leica-geosystems.com/sv-se/services-and-support/product-services/snabbguide-skopkalibrering> 15.5.2025
- ab, Sten&vägarbeten. (2024). *Sten&vägarbeten ab*. Hämtat från <https://www.sten-vag.se/aktuellt/mot-90-talet/> 13.5.2025
- Ab, Sundström. (å.u). *Sundström Ab*. Hämtat från <https://www.sundstroms.fi/> 24.4.2025
- Darekon. (2018). *Darekon*. Hämtat från <https://darekon.com/wp-content/uploads/2018/09/Darekon-lehti-syksy-2018.pdf> 6.5.2025
- e-education. (u.å). *e-education*. Hämtat från <https://www.e-education.psu.edu/geog862/print/110.html> 15.5.2025
- HEXAGON. (2017). *Leica*. Hämtat från https://secure.fltgeosystems.com/uploads/brochures/4186_2.pdf 16.5.2025
- Hexagon. (2023). *Hexagon*. Hämtat från <https://bynder.hexagon.com/m/617fc8c6ddbedcf0/original/Hexagon-Annual-Report-and-Sustainability-Report-2023.pdf> 15.4.2025
- Lantmäteriverket. (u.å). *Satellitbaserad positionsbestämning*. Hämtat från <https://www.maanmittauslaitos.fi/sv/forskning/teman/satellitbaserad-positionsbestamning> 10.4.2025
- Leica. (2025). *Leica-Geosystems*. Hämtat från <https://leica-geosystems.com/sv-se/products/machine-control-systems> 19.4.2025
- Milanmätkonsult. (u.å). *Milanmätkonsult*. Hämtat från <https://www.milanmatkonsult.com/tjanster/maskinstyrning/> 28.4.2025
- MOBA. (u.å). Hämtat från MOBA: <https://mobasweden.com/maskinstyrning> 28.4.2025
- Mynewdesk. (den 21. 4. 2016). Hämtat från Mynewdesk: <https://www.mynewsdesk.com/se/moba-sweden-ab/documents/moba-foervaervar-novatron-281903> 28.4.2025
- Novatron. (2024). *Novatron*. Hämtat från <https://novatron.fi> 5.5.2025
- Swedron. (u.å). *Swedron*. Hämtat från <https://swedron.se/blogg/hur-rtk-fungerar> 5.5.2025
- Taoglas. (2025). *Taoglas*. Hämtat från <https://www.taoglas.com> 5.5.2025

- technologies, Spatial. (2025). *Spatial technologies*. Hämtat från <https://spatialtechnologies.ca/products/leica-icon-ixe3> 11.5.2025
- Tidholm, C. C. (den 7. 6. 2013). *Maskinstyrning och dess användning ur ett geodetiskt perspektiv*. Hämtat från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2%3A648324/FULLTEXT01.pdf> 7.5.2025
- Trimble. (2025). *Trimble*. Hämtat från <https://heavyindustry.trimble.com/sv> 8.5.2025
- X-Site. (u.å). *X-site machinecontrol*. Hämtat från <https://xsitemachinecontrol.com/products/worksite-tablet/> 5.5.2025

Bilaga 1: Frågor

- Ditt förhållande till Sundström?
- vilka maskinstyrningsprogram har du använt?
- Vilket maskinstyrningsprogram föredrar du? Och varför?
- vilka fördelar har Leica som påverkar arbetet positiv hos Sundström?
- vilka Nackdelar har Leica som påverkar arbetet positiv hos Sundström?
- vilka fördelar har Novatron som påverkar arbetet positiv hos Sundström?
- vilka nackdelar har Novatron som påverkar arbetet positiv hos Sundström?
- Finns det förbättringar från Sundströms sida som behandlar maskinstyrning?
Gäller anställda.
- Finns det förbättringar från Sundströms sida som behandlar maskinstyrning?
Gäller underleverantörer.