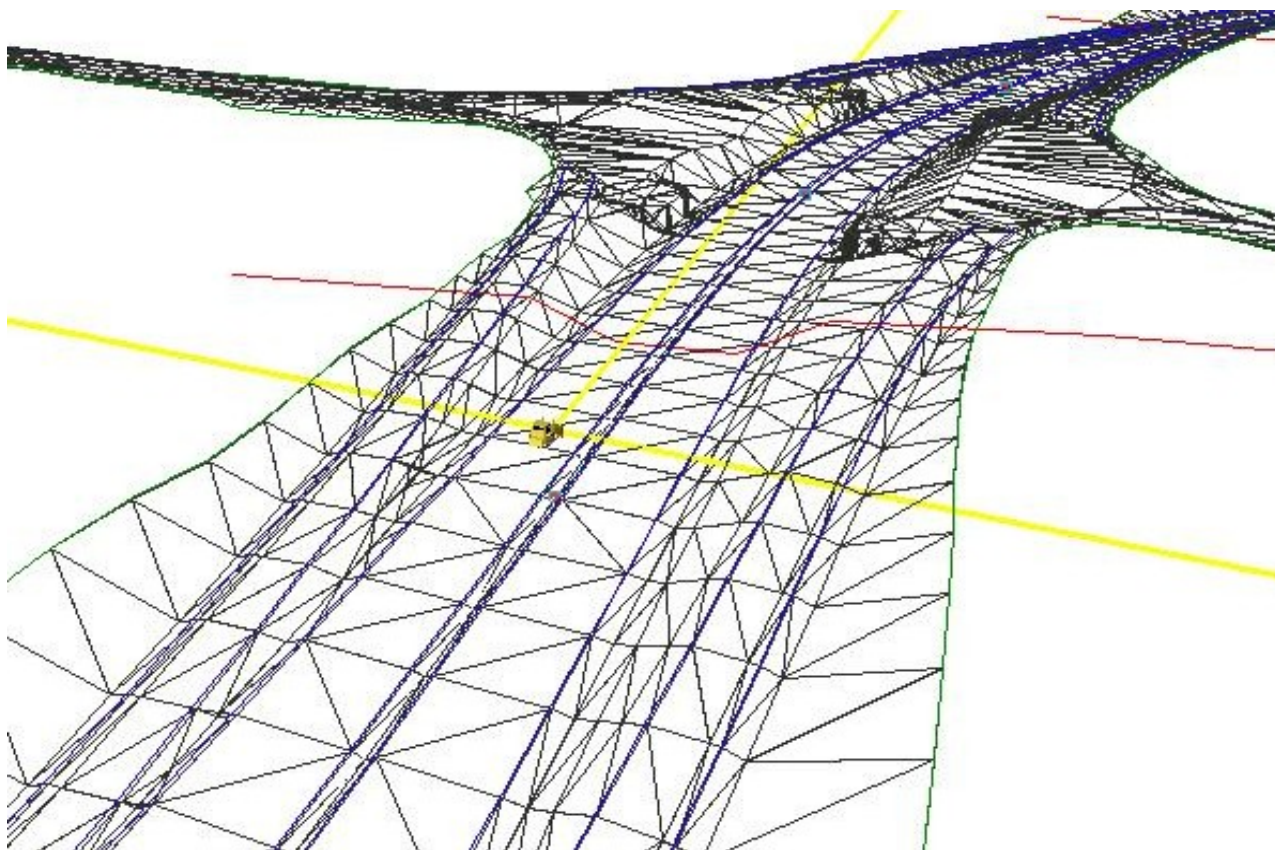


CHALMERS



Utveckling inom maskinguidning för anläggningsarbeten

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

LARS JOHANSSON AND

Institutionen för bygg- och miljöteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2009
Examensarbete 2009:69

Examensarbete 2009:69

Utveckling inom maskinguidning för anläggningsarbeten

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

LARS JOHANSSON AND

Institutionen för bygg- och miljöteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2009

Development within machine guidance for road construction

LARS JOHANSSON AND, 850505

© LARS JOHANSSON AND

Diploma thesis 2009:69
Department of Civil and Environmental Engineering
Chalmers University of Technology
SE-412 96 Göteborg
Sweden
Telephone + 46 (0)31-772 1000

Omslag:
{Bild från simulering av maskindator UMC 3D}

Chalmers
Göteborg, Sweden 2009

Sammandrag

Detta examensarbete syftar till att skapa en bred syn på utvecklingen inom maskinguidning och maskinstyrning för anläggningsmaskiner. Ett problem i branschen idag är att beställaren inte vet vad entreprenören behöver för information, i form av digitala modeller, för att kunna arbeta så effektivt som möjligt. Det finns flera företag som är återförsäljare av produkter för att guida och styra maskiner. Det finns dessutom ett antal olika datorprogram för att hantera de olika modellerna. I detta är då problemet att många av de olika produkterna inte är kompatibla med varandra, vilket innebär att entreprenören inte alltid kan välja just de produkter som är lämpligast för projektet.

För att reda ut det här så har kontakt med återförsäljare, mättekniker och projektörer spelat en väsentlig roll, eftersom de besitter stora kunskaper inom just sitt område. Det är till stor del från samtal med personer från de olika områdena som detta examensarbete grundar sig på men även bland annat från olika informationsblad till de olika produkter som beskrivs i rapporten.

Slutsatserna efter detta examensarbete är att om entreprenören vet vad de digitala modellerna ska visa, som de får från projektören, så kan de utarbeta en plan med beställaren för att erhålla detta. För att kunna sprida rätt information till personer så krävs en förbättring av kommunikationen inom det egna företaget, för att de själva ska veta vad de vill få ut av ett samarbete. Sedan måste denna information levereras till de andra inblandade företagen. Detta för att driva vart och ett av projekten så effektivt som möjligt.

Abstract

Today there are many different parties (for example contractors and consultants) working in their own way and they do not really understand or know what other parties do, even if they have some sort collaboration. For different parties not to continue their various line of development on their own, good communication is required between them. This in order to convey the right information to parties involved and to make cooperation easier for development to be continued in collaboration.

It is hard to make a prediction of how the development will look in the future, but at least one assumption is that the usage of both machine control and machine guidance will probably increase further on.

The purpose of this degree thesis is to make a survey of the development within the area of mechanical control systems for road construction and to study if there are any better alternatives for the system that Peab uses today. To gain advantage in the development Peab wants to find out how they should manage data from consultant to machine computer. It is also studied whether it is possible to influence consultants to making a certain computer model including a certain type of information that the contractor can transfer to the machine computer.

This study comprises information retrieved from different companies and employees of these companies, e.g. consultants, salesmen and contractors. These contacts have been made to receive a wider perspective on products, computer systems and file formats that different groups find important to handle. Their thoughts and ideas resulted in new ways to continue this degree thesis. The search for information has also been collected from various webpages and publications.

Keywords: machine control, machine guidance, manage data, consultants, salesmen, contractors

Förord

Följande examensarbete är ett moment i min Byggingenjörsutbildning vid Chalmers Tekniska Högskola. Arbetet omfattar 15 högskolepoäng och utförs vid Institutionen för Bygg- och miljöteknik.

Examensarbetet utförs för att ge en insyn i de olika led som finns för att skapa de digitala modeller och filer som används ute i produktionen hos en byggarbetsplats för vägbyggnad. Arbetet behandlar även vilka dataprogram som används och vad olika aktörer på marknaden tror om utvecklingen inom maskinguidning för anläggningsmaskiner.

Ett stort tack vill jag rikta till examinator Leif Granhage för den stöttning och de råd han har givit mig under arbetets gång. Jag vill också tacka min handledare Percy Ottosson för de viktiga kontakter han hjälpt mig med samt att han fungerar som ett bollplank för idéer.

Slutligen vill jag tacka mina nära och kära som stöttat mig under min studietid.

Tack!

Göteborg 2010-09-24

Lars Johansson And

Innehållsförteckning

Sammandrag	I
Abstract	II
Förord	III
Innehållsförteckning	IV
1. Inledning	1
1.1. Bakgrund	1
1.2. Syfte	1
1.3. Metod	1
1.4. Avgränsningar	1
2. Dagens maskinstyrningssystem	2
2.1. Totalstation	2
2.2. GNSS	2
2.3. Laser och GNSS	3
3. System och produkter	4
3.1. Scanlaser	4
3.2. Mesta	4
3.3. Novatron	5
4. Projektör	7
4.1. Arbetsgång	7
4.2. Projekteringsverktyg	7
4.2.1. Novapoint	7
4.2.2. InRoads	8
4.2.3. Topocad	9
5. Arbetsplatsen	10
5.1. Hantering av data	10
5.1.1. Geo	11
5.2. Enkätundersökning	11
6. Aktörers åsikter	12
6.1. Geocon	12
6.2. Vianova	12
6.3. Ramböll	13
6.4. Top Position AB	14
6.5. PEAB	15
7. Analys och diskussion	16
8. Slutsatser	18
9. Rekommendationer	19
9.1. Projektör	19
9.2. Mättekniker	19
9.3. Maskinister	19
10. Figurförteckning	20
11. Referenser	21
11.1. Litteratur	21
11.2. Elektroniska källor	21
11.3. Muntliga källor	21

1. Inledning

Utvecklingen inom området för maskinstyrning och maskinguidning är idag i ett startskede där aktörerna inte med säkerhet kan säga hur det kommer att se ut i framtiden. Maskinstyrning innebär att maskinisten startar upp ett datorsystem som visar hur till exempel schaktbladen förhåller sig till underlaget som maskinen befinner sig på samt även placerar schaktbladet i korrekt läge enligt den projekterade modellen. Maskinisten ska därefter framföra fordonet och kontrollerar att systemet följer den angivna modell som visas. Maskinguidning innebär att maskindatorn visar var anläggningsmaskinen befinner sig samt hur mycket som ska schaktas eller fyllas för att komma till den angivna höjden som finns i modellen. Position för maskinen fås via GNSS (Global Navigation Satellite System) eller från en totalstation.

Idag används främst maskinstyrningen för väghyvlar och maskinguidningen för grävmaskiner och bandschaktare. Dock är det inte säkert att det i framtiden kommer vara på samma vis. Utvecklingen är lång ifrån fastslagen då den sker på flera olika fronter av de olika aktörerna i branschen.

1.1. Bakgrund

Användandet av anläggningsmaskiner som har guidning och styrning med hjälp av GNSS kan till stor del komma att underlätta för maskinister och mättekniker på arbetsplatsen. Peab ser en framtid för styrning av anläggningsmaskiner som använder sig av GNSS och de tror att det inom tio år inte kommer att användas maskiner utan GNSS-styrning. Peab är intresserade av att få reda på hur detta kan göras, vad som sker i branschen för GNSS-styrning samt vad de kan förvänta sig av utvecklingen.

1.2. Syfte

Syftet med detta examensarbete är att följa upp utvecklingen hos aktörerna inom maskinstyrningsbranschen och ta reda på om det finns bättre alternativ än det system som Peab använder sig av idag. För att vara i framkant på utvecklingen vill Peab få reda på hur de kan hantera data från projektören till maskindatorn. Det kommer även att undersökas huruvida det finns möjligheter att påverka projektörerna att göra linjemodeller och terrängmodeller som går att lägga in i maskindatorn direkt.

1.3. Metod

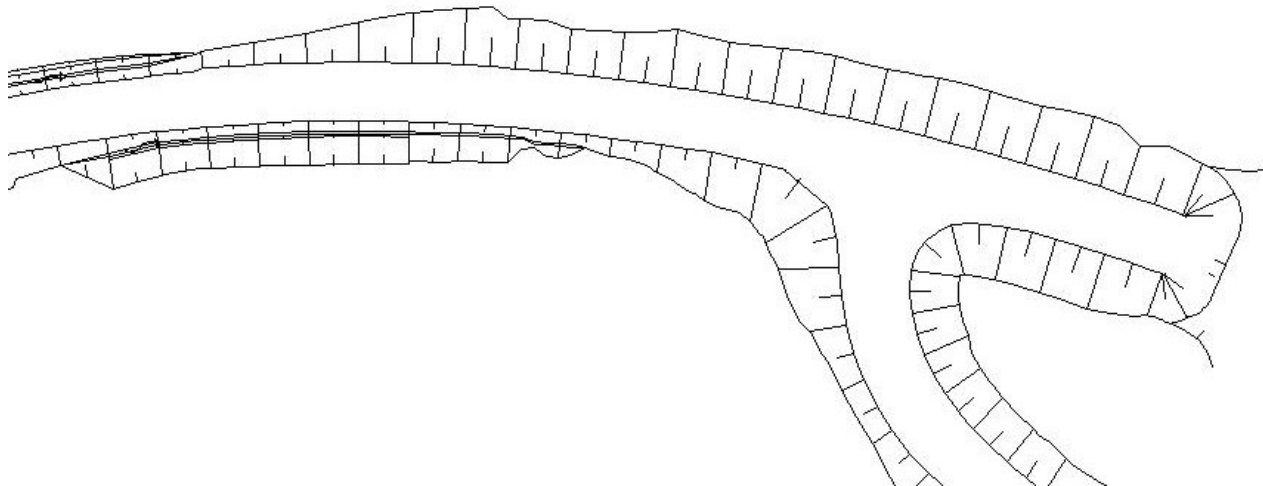
För att göra denna undersökning har sökandet av information skett via samtal med personer från olika befattningsgrupper, då främst projektörer, försäljare och mättekniker. Detta för att få en bred syn på produkter, datorsystem och filformat som olika grupper anser viktigt att kunna hantera men även för att deras tankar och idéer kunde ge nya uppslag för undersökningen. Det har även gjorts sökningar via Internet för att hitta information om försäljarnas produkter och de dataprogram som används av projektörer och mättekniker.

1.4. Avgränsningar

Avgränsningarna för examensarbetet är att främst att studera vart utvecklingen inom maskinguidning för anläggningsmaskiner i Sverige är på väg. Ytterligare avgränsning är att hålla mig till de stora maskinsystemen som finns i Norden och jämföra dessa. De system som detta innefattar är det svenska systemet från Scanlaser, det finska Novatron och det norska WinAnfelt. Jag vill också undersöka vilka möjligheter Peab har att välja någon annan leverantör än Scanlaser.

2. Dagens maskinstyrningssystem

Maskinstyrning kan ske med ett eller flera olika mätinstrument, där GNSS och totalstation är mycket vanligt. Mätningen med dessa instrument sker ofta i tre dimensioner. Eftersom maskinföraren kan se koordinater och teoretiskt projekterade datamodeller (se Figur 2-1) direkt i maskindatorn så minskar detta behovet av utsättning. Dock ställer detta större krav på inmätning och projektering (Maskinstyrning, 2009).



Figur 2-1 Teoretisk modell visar hur slänter utmed en väg ska se ut (Källa: Lars Johansson And).

2.1. Totalstation

För att kunna använda sig av en totalstation (se Figur 2-2) så krävs att totalstationen står i horisontellt läge samt att triangulering görs mot minst två kända punkter. Totalstationen beräknar sin position med trigonometri, då den mäter vinklar och längder till de andra punkterna och får på så vis fram den egna punkten. Användningen av totalstation sker med hjälp av prisma som reflekterar tillbaka ljusstrålen till huvudenheten och kan då göra mätningar och lagra punkter i tre dimensioner (x-,y-, och z-led). Dessa punkter överförs sedan till ett datorprogram där det finns möjlighet att göra 3D modeller. För att tillämpa totalstation vid maskinstyrning används en motordriven totalstation med automatisk följning mot maskinens prisma. Totalstationen har en radiolänk till maskinens dator, en s.k. GeoROG. Totalstationen sänder de vinklar och längder som mäts kontinuerligt, vilket innebär att positionen för maskinens blad/skopa kan beräknas och korrigeras (SBG kursmaterial. April 2009).



Figur 2-2 Totalstation (Källa: Topposition.se).

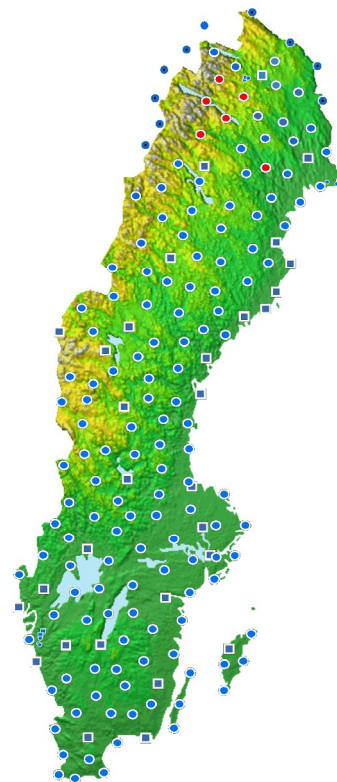
2.2. GNSS

GNSS är ett samlingsnamn för de olika satellitnavigeringssystemen GPS, GLONASS och Galileo. GPS är ett amerikanskt system som startade år 1993 och har idag 24 garanterade satelliter av det amerikanska försvaret. GLONASS är den ryska motsvarigheten till GPS, och de i dagsläget 19 satelliter. Galileo är ett europeiskt system som håller på att utvecklas och är inne i en testfas där två satelliter är uppe. För att möjliggöra positionering ute på marken används ett beräkningssystem med fyra obekanta parametrar (longitud, latitud, altitud och tid) där kontakt med minst fyra satelliter krävs.

Användandet av GNSS-instrument har ökat markant på senare tid. Inom byggbranschen är det mycket viktigt att kunna göra korrekta mätningar, och RTK (Real Time Kinematic) har gjort mätningarna snabbare och exaktare. RTK är ett sätt att använda GNSS som kräver en rörlig och en fast mottagare av GNSS signaler. Den rörliga mottagaren i ett RTK system kallas för rover och den fasta mottagaren är en basstation. Basstation fungerar så att den skickar ut korrigerings signaler för att rovern ska kunna beräkna sin position med ökad noggrannhet.

När en byggarbetsplats för vägbyggnad ska startas upp så är det vanligt att en basstation ställs upp på en godtycklig plats där den kan sända ut sina korrigerings signaler med så få hinder i terrängen som möjligt. För att basstationen ska kunna skicka ut rätt korrigerings signaler så måste den veta mellanskillnader (dx , dy och dz) i läge för några fasta punkter runt om arbetsplatsen. Mellanskillnaden för dessa punkter fås genom att jämföra punkternas bestämda koordinater med de inmätta koordinaterna. Denna information om punkterna lagras i ett lokalt koordinatsystem som ska användas av både basstationen och rovern.

Ska mätningar göras utan att en egen basstation används så kan Swepos rikstäckande system (se Figur 2-3) användas. Det rikstäckande systemet kallas för nätverks-RTK och är en tjänst som Swepos tillhandahåller mot en avgift. Det rikstäckande systemet bygger på att flera referensstationer (basstationer) samverkar för att skicka ut korrigerings signaler till rovern. För att rovern ska kunna använda korrigerings signaler från referensstationerna så måste ett GSM-modem vara kopplat till rovern för att kunna koppla upp sig mot Swepos nätverk. När uppkopplingen är genomförd skickar rovern en ungefärlig position till en referensstation. Referensstationerna skapar då en virtuell station för roverns position. Denna position beräknas fram via triangulering med hjälp av de fem till sex närmaste referensstationerna. Den nya och exaktare positionen skickas tillbaka till rovern för att mätningarna ska kunna genomföras på ett tillfredställande sätt (GLONASS, 2009) (GPS, 2009) (Real Time Kinematic, 2009).



Figur 2-3 Swepos referensstationer (Källa: Swepos.se).

2.3. Laser och GNSS

Det finns ett alternativ till totalstation som Top Position kallar för mmGPS (millimeter GPS). Systemet bygger på att detta av Topcon utvecklade patent, än så länge finns ingen annan leverantör som har detta, gör att Top Position kan använda GNSS-teknikens svagaste länk Z (höjden) med hjälp av en laser. En laser serverar alla användare inom 600 m och dessutom går det att använda flera lasrar så att ett område av 2400 m täcks upp, vilket medför att exempelvis en väghyvel kör utan avbrott över hela denna sträcka. För ett personburet system så behövs endast en lasermottagare placeras på GNSS-stången och systemet är klart att köra mmGPS med hjälp av programvaran TopSURV som innehåller funktionen för mmGPS. Det samma gäller Topcons övriga 3D-styrssystem, alltså endast en lasermottagare som placeras på GNSS-antennen och höjden stabiliseras vilket gör att maskinen minskar sin justeringstid avsevärt. Ytterligare funktion som mmGPS medför, är att med hjälp av den angivna höjden för mmGPS så kan systemet räkna fram fixlösningen. Detta kan användas där GNSS inte kan få fixlösning på grund av att skog och topografi stör signalen (Capaldi, Romeo. April 2009).

3. System och produkter

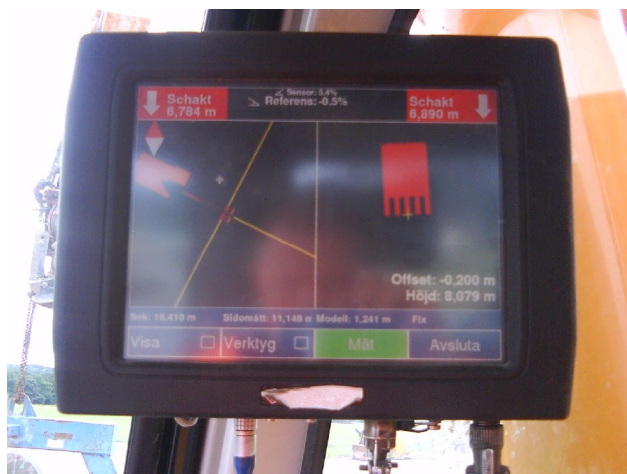
Det finns flera företag som tillverkar och/eller säljer produkter för maskinguidning och maskinstyrning. De största företagen i Norden är de tre nedan nämnda Scanlaser, Mesta och Novatron. Dessa företag dominerar marknaden i sina respektive länder. I Sverige är det Scanlaser, i Norge är det Mesta och i Finland så är Novatron störst.

3.1. Scanlaser

Scanlaser är idag det mest etablerade företaget inom branschen i Sverige och erbjuder flertalet lösningar för olika anläggningsmaskiner. Dessa lösningar utgår ifrån att en basstation är upprättad. Scanlasers system är utvecklade för att fungera mot alla fabrikat av GNSS-mottagare och totalstationer. För att få ökad noggrannhet på positioneringen av anläggningsmaskinen används en basstation eller en totalstation som skickar ut korrigeringsinformation (Scanlaser produkblad. April 2009).

Scanlaser är en av de återförsäljare som ingår i SBG (Svensk Byggnads Geodesi AB). SBG är de som tillhandahåller maskindatorn GeoROG som kan hantera olika datamodeller, sensorer, hydrauliksystem, export/import av filer och fungerar till flera olika sorters anläggningsmaskiner. Den senaste mjukvaran till GeoROG heter UMC 3D (Universal Machine Control 3 Dimensions) och kan styra och guida maskiner i 3D. UMC 3D kombinerar data från GNSS eller totalstation med maskinens sensorsystem och utifrån detta beräknar bladets eller skopans position.

Mjukvaran kan även jämföra positionen med den projekterade teoretiska modellen, till exempel terrängmodell eller linjemodell. Programmet visar skillnader grafiskt och numeriskt som maskinföraren kan följa. Programmet kan även konvertera signaldata så att maskinens hydraulsystem styrs automatiskt via maskindatorn. UMC 3D använder samma mjukvara för grävmaskin, bandschaktare och väghyvel. Maskindatorsystemet är kompatibelt med övriga system från Leica, Trimble, Topcon, Moba och Microfyn 2D, och fungerar med GNSS-mottagare och totalstationer från Leica, Trimble, Topcon och Sokkia (SBG kursmaterial. April 2009).

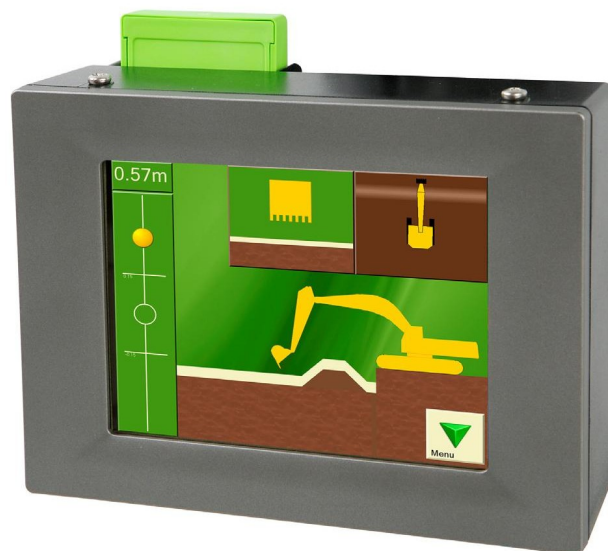


Figur 3-1 GeoROG med mjukvaran UMC 3D (Källa: Lars Johansson And).

3.2. Mesta

Sedan 2003 heter Norges största byggföretag Mesta och motsvarar svenska Svevia. Mesta använder mjukvaran WinAnfelt i sina maskindatorer. WinAnfelt ersätter de tidigare versionerna DOS Anfelt och DOS Anmask. Programmet är konstruerat för både utsättning och maskinstyrning och fungerar mot GNSS-mottagare och olika totalstationer. Då det är samma program som används av mättekniker och maskinister, kan ändringar i modellerna göras direkt i maskindatorn. Programmet kan ge styrinformation till produkter från Mikrofyn, Novatron, Topcon, Trimble, DigPilot, Atlas och Sandvik. WinAnfelt fungerar för bandschaktare, väghyvel, hjullastare, grävmaskin, asfaltläggare och borrhög.

WinAnfelt skiljer sig från Scanlasers och Novatrons mjukvara då XML-filer från projektören måste konverteras till SDF-databas. SDF är ett filformat där datakoden är strukturerad på ett visst sätt. Databas där dessa filer finns, ligger ofta på maskindatorn eller mätteknikerns dator, men den kan likaväl ligga på en dator eller server någon annanstans då systemet använder sig av UDP internetprotokoll. (Mattsson, Morgan. Maj 2009). UDP (User Datagram Protocol) är ett sätt att skicka filer utan att kontrollera att de kommit fram och utan att försöka skicka dem igen om första försöket inte fungerar.



Figur 3-2 DigPilot med mjukvaran WinAnfelt (Källa: GL-Instruments.no).

Företaget Mesta saknar att automatisk styrning av tilt på blad/skopa inte finns tillgänglig, men detta är något som de försöker att få fram. Ett område som Morgan Mattson på Mesta tror kommer att utvecklas är att mjukvaran och databasen till maskinguidning kommer att ligga på en server istället för på maskindatorn (Mattsson, Morgan. Maj 2009).

3.3. Novatron

Novatrons system fungerar på motsvarande vis som Scanlasers system, dvs. att totalstationen kan skicka korrigeringsinformation till anläggningsmaskinen som kompletterar GNSS informationen.

Den tänkta arbetsgången hos Novatron är att projektören gör inmätningar och undersöker/beräknar schakt- och fyllmassor. Utefter detta gör projektören sedan 3D modeller som skickas till mätansvarig eller mättekniker på byggarbetsplatsen. För att göra hanteringen av filer så smidig som möjligt så ska Novatron vara kompatibla med olika filformat, då bland annat LandXML, dxf och anpakke, detta för att undvika eller minimera de fel som ibland kan uppkomma när filerna konverteras till andra format. Novatron ska i nuläget vara väl anpassade till programmen Geo, Topocad och Gemini samt att de aktivt försöker hålla sig uppdaterade inom detta område. Novatron har valt att inte utveckla ett stöd för mbs-filer, då de anser att användandet av mbs kommer att försvinna inom en relativt snar framtid och ersättas av LandXML-filer. Alla Novatrons produkter ska vara kompatibla med andra maskinstyrningsprodukter från andra leverantörer.



Figur 3-3 Vision 3D (Källa: Novatron.eu).

Novatrons system är uppbyggt så att hela projektet kan läggas in i maskindatorn (t.ex. GeoROG eller Novatrons egna maskindator Vision 3d) direkt. Detta kan ske via internet, med kabel mellan maskindatorn och mätteknikerns dator, projektet kan hämtas från en server via maskindatorn eller att mätteknikern lägger filerna på ett usb-minne för att sedan flytta över filerna till maskindatorn ute på plats.

För att undvika att mätteknikern ska behöva åka ut till anläggningsmaskinen för att kontrollera dess inställningar, hämta en datafil osv. så har Novatron systemet möjlighet till ständig internetuppkoppling via 3G nätet. Det datasystem som Novatron har i sin maskindator gör det möjligt för maskinisten att själv göra inmätningar och kontrollera den färdigställda ytan. För att maskinisten ska klara av att hantera datasystemet i maskinen, har Novatron en heldagskurs för att ge den förståelse som krävs.

En del som Novatron utvecklar är "Fleet Management". Detta är ett system för att skapa statistik och mäta effektivitet på arbetsplatsen. Bland annat är det möjligt att få information om den vikt och volym som en maskin flyttar. Arbetsplatsledningen kan efter en analys av utförandet öka sin effektivitet med 5-10% beroende på hur de använder sig av den information de får av analysen. Med systemet för "Fleet Management" är det, enligt Novatron, bara fantasin som sätter gränser för hur det kan användas (Johansson, John. April 2009).

4. Projektör

I förfrågningsunderlaget till Ramböll har beställaren specificerat vilken information som anläggningsmodellen ska innehålla och vilken noggrannhet modellen ska hålla. Ramböll projekterar vägen med de linjer som behövs för att anläggningsmodellen ska uppfylla de specificerade kraven från beställaren. Anläggningsmodellen är resultatet av hur Ramböll har projekterat vägen. Modellen ska visa vägen i sin helhet och avvikelser ska dokumenteras. Modellen kan t.ex. innehålla överyta, terrass, schaktbotten, urgrävning och VA-anläggningar i 3D (Ylander, Jonas. April 2009).

4.1. Arbetsgång

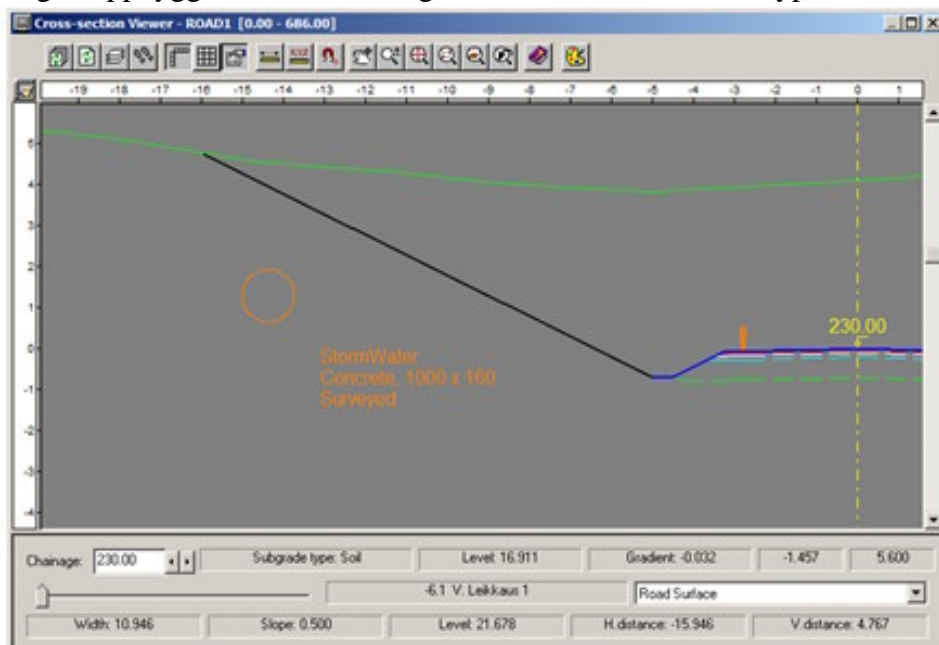
Ramböll använder sig av InRoads/Storm & Sanitary och Autodesk Map/Civil 3D för att bygga upp den projekterade vägens anläggningsmodeller. I InRoads bygger de upp vägmodeller och geoteknikmodeller med hjälp av plan- och horisontaldata samt typsektioner. Typsektionerna innehåller punkter såsom vägkanter, målade linjer, dikesbotten, slänter osv. För att bygga ledningssystem används Storm & Sanitary. Vissa modeller byggs som vanliga 3D-modeller i Autocad och importeras i InRoads, exempelvis landskapsanpassningar. När anläggningsmodellerna är klara levereras de i projekteringsverktygets filformat samt exporteras till LandXML-format och levereras till entreprenören (Ylander, Jonas. April 2009).

4.2. Projekteringsverktyg

Det finns olika projekteringsprogram på marknaden idag och där valet mellan dem utgörs av vilket användargränssnitt som användaren föredrar. De vanligaste programmen är Novapoint och InRoads som används av bland annat Vägverket respektive Ramböll.

4.2.1. Novapoint

Programmet arbetar utifrån en terrängmodell där data sparas som beskriver den existerande terrängsituationen. Terrängmodellen kan innehålla data som beskriver markens överyta, jordlager, bergyta, existerande ledningar och kablar. I terrängmodellen lagras även väglinjer i plan och profil. Vägen uppbyggnad beskrivs i vägmodellen där bland annat typsektionens geometri (se Figur 4-1),



överbyggnad, diken, släntkilar ingår. Vägmodellen kallas även för VIPS och kan användas för maskinstyrning eller maskinguidning.

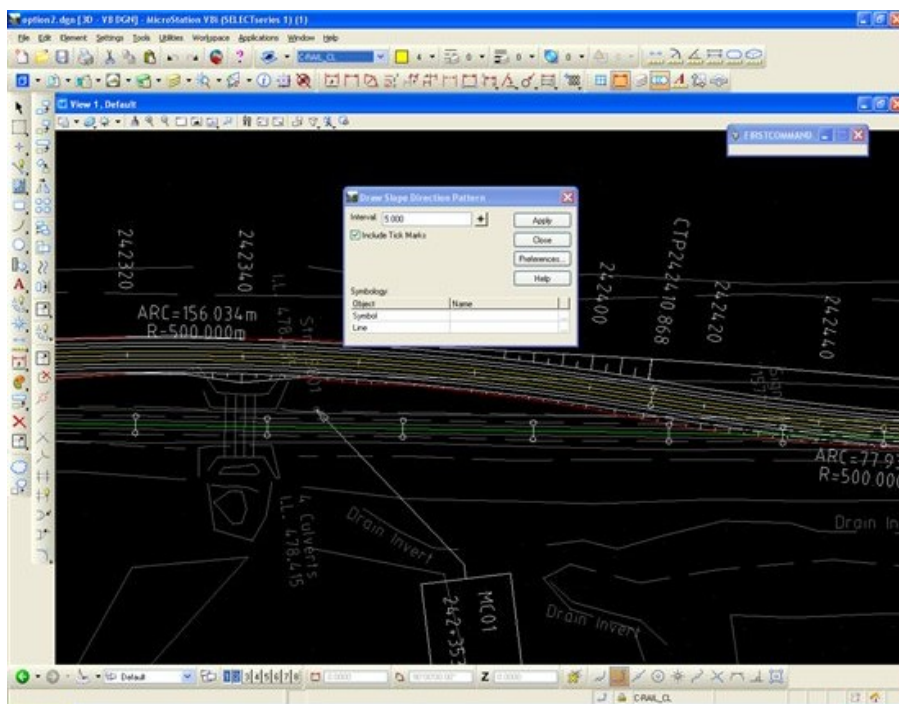
Figur 4-1 Programmet Novapoint Bas visar en tvärsektion (Källa: Wikinova.info).

För att kunna hantera programmet krävs indata för att bygga upp en terrängmodell. Indata till terrängmodellen kan vara inmätningar, laserscanning och dwg-filer, där både 2D och 3D-data kan användas. Ur programmet är det sedan möjligt att ta fram underlag för att göra ritningar och mängdbeskrivning. Det finns även funktioner för att exportera utsättningsdata i form av LandXML-filer, pxy-filer etc. Novapoints VIPS-data kan levereras till entreprenören som då direkt kan arbeta vidare med projekterad data. Från Novapoint kan utsättningsdata hämtas till både maskinstyrning och traditionell utsättning med totalstation. Det kan även från programmet hämtas information för att utföra mängdberäkningar. Genom export till LandXML kan mätteknikern sedan föra över till exempel vägar projekterade i Novapoint direkt till en maskindator i anläggningsmaskinen (Wenner, Jonas. April 2009).

4.2.2. InRoads

Bentley är en amerikansk tillverkare av projekteringsprogrammen InRoads och InRoads Storm & Sanitary. Dessa produkter har plattformen Microstation (motsvarande Autodesks plattform Autocad). I programmet InRoads arbetar användaren mycket med digitala terrängmodeller där möjligheter finns att ta fram koordinater för samtliga punkter i modellen. För att göra beräkningar av de olika volymer som ingår i uppbyggnaden av vägen, jämförs olika modeller där skillnaden blir lagrets volym (Ylander, Jonas. April 2009).

För att underlätta hantering av plandata och tvärsektionsdata, finns i programmet en länk mellan dem som automatiskt uppdaterar planvyn (se Figur 4-2) om en ändring gjorts i tvärsektionsvyn och vice versa. Kärnan i InRoads är den digitala terrängmodellen som visar modelldata i 3D. Från dessa modeller kan användaren ta fram valfri data, bland annat automatgenererade planvyer, profilvyer och tvärsektioner. InRoads har även funktioner för att konvertera data till LandXML format (Bentley Inroads, 2009).

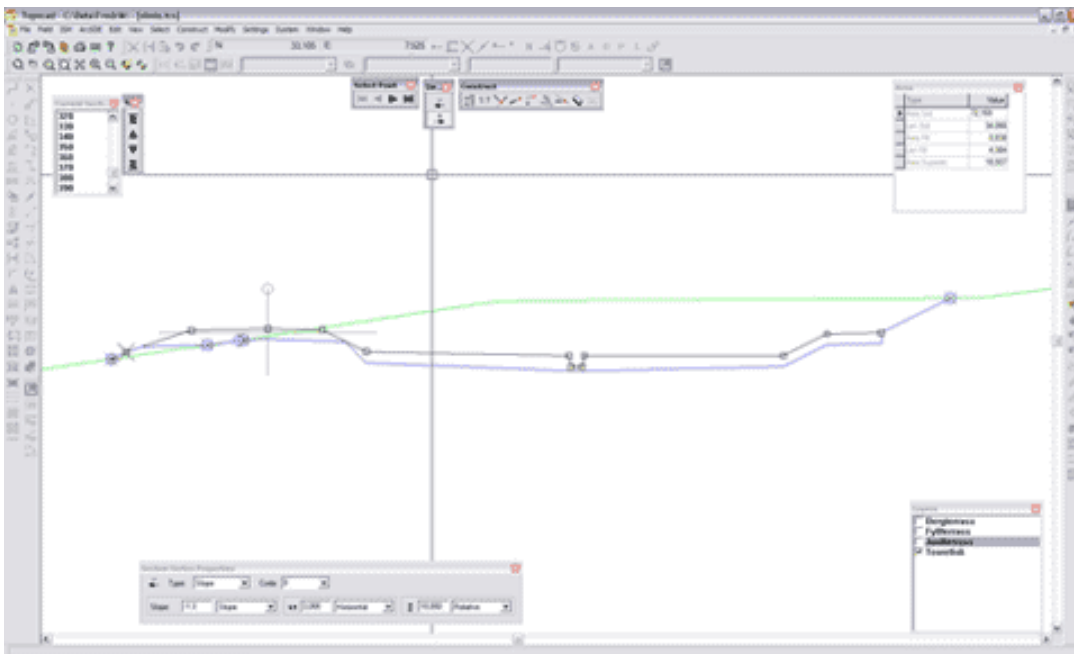


Figur 4-2 Programmet Inroads visar en plansektion (Källa: Bentley.com).

4.2.3. Topocad

Topocad är utvecklat av Chaos systems AB och är ett CAD-system utvecklat för mätning, kartering och projektering. Utsättningsdata kan överföras direkt från ritningar, väglinje, osv. i Topocad till instrument. Programmet har funktioner för att skapa digitala terrängmodeller och kan visa dessa direkt i 3D. Topocad har import- och exportfunktion för bland annat dwg, LandXML, MX, koordinatfiler, DGN och Shape. Modulen Earthworks är till för att utföra volymeräkningar mellan olika terrängmodeller, tvärsektioner (se Figur 4-3), profilformulär och hantering av vertikala geometrier. Väglinjer med raksträckor, radier och klotoider samt terrängmodeller skapas i CAD-miljö. Topocad har ett profilformulär där väglinjen och terrängmodellen läggs in och projektören skapar en profil. I detta profilformulär kan flera profiler läggas in och redigeras samtidigt.

Chaos systems AB har inga planer på att utveckla något eget maskinstyrningssystem, utan inriktar sig på att hålla en god och väl fungerande kontakt med de olika leverantörer som finns på marknaden. Ett utav företagets mål är att deras program ska klara hantera den data som passar användaren bäst och som denne efterfrågar. I dagsläget är Chaos systems AB kompatibelt med Topcon, Trimble, Scanlaser, DigPilot och Novatron (Chaos.se, 2009).



Figur 4-3 Programmet Topocad visar en tvärsektion (Källa: Chaos.se).

5. Arbetsplatsen

Planeringen för maskinstyrning och maskinguidning utförs i projektets anbudsskede, där det kalkyleras och budgeteras. Mätteknikerna kommer oftast in i projektet vid uppstartsmötet, men de kan i vissa fall börja påverka redan i anbudsskedet. Innan maskinguidningen startas, har mätteknikerna skapat datamodeller för vad som krävs i början av ett projekt.

Percy Ottosson är mätningssamordnare på Peab och han anser att maskinstyrningen med totalstation för väghyvel har medfört ett mycket bra resultat, då noggrannheten generellt är inom fem millimeter. Några nackdelar med maskinguidning är bland annat vid arbete genom skogspartier eller där signalen för GNSS inte ger tillräcklig noggrannhet. Viss utrustning i maskinstyrningssystem (kablar osv.) är känsliga för slitage, även vissa sensorer för grävsystem är känsligare än andra. Utöver detta så behöver ofta systemet för maskinstyrning kalibreras några gånger per dag. Kontroll av kalibreringen kan göras med en rover eller med en tidigare avvägd punkt.

Maskinisterna har ofta för lite kunskap om hur systemet för styrning och guidning fungerar, då systemet är relativt nytt. Det finns några maskinister som anser att de tar över delar av mätteknikernas arbete. Detta bidrar bland annat till att några maskinister inte vill ta till sig maskinstyrningssystemet. Percy Ottosson vill se en utveckling där alla anläggningsmaskiner har utrustning för styr- respektive guidningssystem samt att maskinisterna har utbildning på detta. Utöver detta vore det även bra om mätteknikerna hade en sats med sensorer som går att montera på anläggningsmaskinen, för att sedan sätta in en maskindator och starta upp systemet. Sedan rotera maskinen för att få den kalibrerad och då vara klar att sättas i bruk (Ottosson, Percy. Maj 2009).

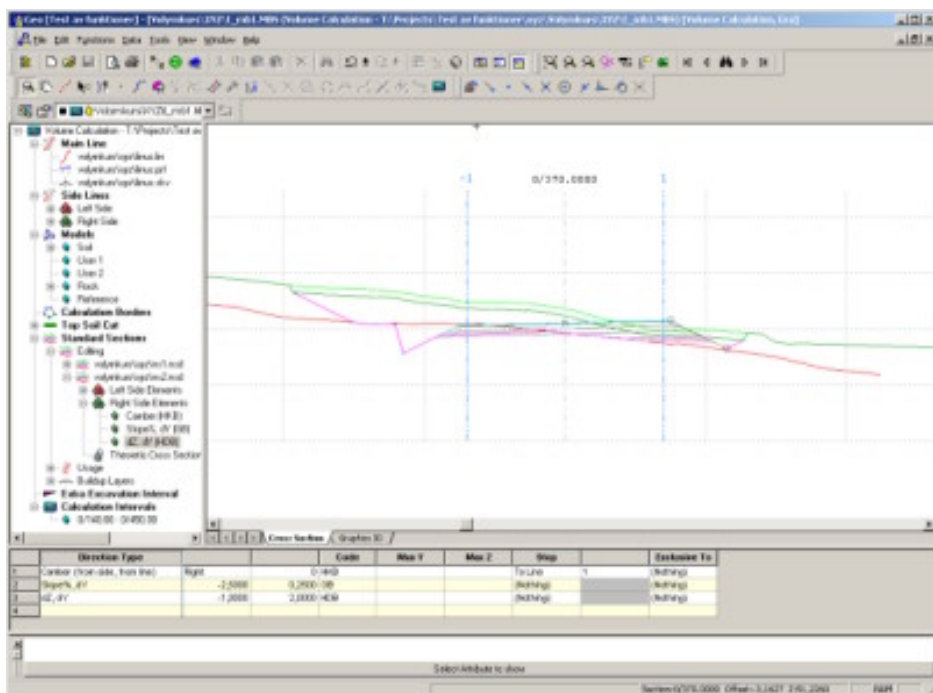
5.1. Hantering av data

I de fall då Vägverket är beställaren börjar mätteknikernas arbetsgång med att hämta LandXML-filer för modeller, punktdata, dwg-filer osv. från den dokumenthanterare där all dokumentation finns som projektören har lagt upp för projektet. När mätteknikerna har hämtat de filer som de behöver, importeras detta till bland annat programmet Geo. Här börjar de bearbeta materialet för att kunna ta fram linjer för bland annat terrass, dike osv. Mätteknikerna måste skapa skevningsfiler som beskriver vägens tvärlutningsförhållande och de skapar profil-filer från profilritningarna som är längsgående och visar bland annat plushöjder och terrängförhållande. Dessutom gör de mbs-filer (mbs är samlingsnamn för linje-fil, skevnings-fil och profil-fil) för att kunna köra maskinguidning med terrass, dike osv. Dock skulle detta moment troligen kunnat undvikas om projektören hade levererat linjemodeller som innehållit denna information. Utöver det som nämnts ovan gör mätteknikerna en kontroll eller ny ytavvägning på vägområdet för att kontrollera att marknivåer i det angivna materialet stämmer.

De program som ofta används av mätteknikerna för hantering filer är Autocad, Topocad, Geo, Novapoint Site Tool och FastCAD. En viktig faktor för valet av program är vad mätteknikerna sedan tidigare är vana vid. Dock är det bara Geo som kan hantera de mbs-filer som behövs vid användning av Scanlasers maskinsystem (Ottosson, Percy. Maj 2009) (Wik, Johan. April 2009).

5.1.1. Geo

SBG har utvecklat programmet Geo som bland annat kan användas för projektering, utsättning, inmätning och redovisning. I programmet används bland annat tvärsektioner (se Figur 5-1), väglinjer linjemodeller och koordinatpunkter. SBG har även tagit fram tilläggsmoduler för väglinjer, volymeräkning, terrängmodeller osv. Utöver den utrustning som SBG levererar är Geo även kompatibelt med produkter från bland annat Leica, Trimble, Topcon och Sokkia. I programmet finns möjlighet att öppna flera filer i samma fönster. Dessa filer kommer att lägga sig som olika lager.



Figur 5-1 Mätteknikernas program som här visar en tvärsektion (Källa: Sbg.se).

Geo är kompatibelt med filer i dwg- och dxf-format vilket innebär att de kan öppnas direkt utan någon konvertering. Dessa filer går att kompletteras med data från Geo och konverteras till koordinatfiler. Programmet har stöd för import och export av bland annat dwg, dxf, LandXML, AnPakke, geosis och Vägverkets DRD. Alla filer som öppnas med Geo kan visas i 2D och 3D. Med visning i 3D upptäcks lättare om någon punkt innehåller felaktiga värden (Geo, 2009).

5.2. Enkätundersökning

Peab har nyligen genomfört en intern enkätundersökning för att samla in åsikter och information om hur de i dagsläget ligger till. Från denna undersökning framgår bland annat att majoriteten av de tillfrågade inte har tillräckligt kunnande inom området för styrning och guidning av maskiner. De tror att ett bra tillvägagångssätt för att bättra på detta är genom utbildning av den egna personalen samt att ha egna specialister. Många av de tillfrågade tror att maskinstyrning inom några år kommer att vara lika vanligt som rotortilt är idag. De vill även se fler maskinstyrningsleverantörer på marknaden. Flera av de tillfrågade vill lära sig mer inom området samt att de vill sätta mer press på samtliga aktörer för att driva en gemensam utveckling.

6. Aktörers åsikter

Det finns många olika åsikter hos olika aktörer om hur de vill att utvecklingen ska se ut, samt hur de ser på dagsläget. I detta stycke redovisas åsikter från mättekniker, projektörer, leverantör och maskinist.

6.1. Geocon

Geocon är ett konsultföretag som har försäljning av mätutrustning, utför mätningar på arbetsplatser och anordnar kurser för vidareutbildning. Konsulten Börje Andersson arbetar på Geocon och menar att utvecklingen pågår konstant och kan delas in i tre delar:

1. Positionering
2. Datamodeller
3. Hydraulik

Första delen handlar om att kunna bortarbeta lokala koordinatsystem som använder sig av en basstation. Denna basstation kostar mycket pengar och tar tid att sätta upp och kalibrera, vilket inte är produktionsfrämjande. Detta beror på huruvida arbetsplatsen redan har instrumenten eller inte. Det är upp till platschefen att väga inköpskostnaden av basstation kontra uppkopplingskostnaden mot nätverks-RTK. Det mål som istället borde eftersträvas i större utsträckning är att bara använda sig av det rikstäckande systemet, nätverks-RTK.

Andra delen är att de datamodeller som projektörerna hanterar, efter specificering av beställaren, är i VIPS-dataformat när det sedan skickas till den mätansvarige på byggarbetsplatsen. Den som är mätansvarig eller en mättekniker behöver då ha ett datorprogram för att kunna hantera VIPS-data. Datorprogrammet behöver även kunna konvertera VIPS-data till exempelvis dwg-filer. Detta bara för att kunna konvertera filen ytterligare en gång, då till filformatet LandXML, för att slutligen kunna lägga in filen i maskindatorn. Hela denna process är något som tar mycket tid från mätteknikerna på arbetsplatsen.

Tredje delen berör styrningen av hydrauliken på anläggningsmaskinen. Utvecklingen här sker i långsammare takt än för de andra delarna. Detta i flera fall på grund av att leverantörerna inte vill "öppna upp" systemet och samverka med andra leverantörer för att kunna bygga upp ett enhetligt system. Detta innebär att styrsystemen måste "hackas" för att kunna kontrollera dem.

Något som skulle främja effektiviteten hos en entreprenör är om maskindatorn skapar logg-filer över hur maskinen arbetar. Skulle detta ske via online-uppkoppling så har det flera fördelar. Dels så kan till exempel mätteknikern se väghyvelns position av bladet, vilket innebär att personen i fråga inte behöver åka ut till platsen för att kontrollera att ytan har blivit i rätt nivå. Denna logg skulle även kunna användas som ett kvitto på att arbetet är korrekt utfört. Vidare så kan även maskinisten få support från sin maskinleverantör om något skulle vara fel med oljetryck i hydrauliksystemet (Andersson, Börje. April 2009).

6.2. Vianova

Vianova är det företag som gör projekteringsprogrammet Novapoint. Deras mål är att filerna skall användas direkt på arbetsplatsen i så stor utsträckning som möjligt. De ser en utveckling som går mot att entreprenören utför alltmer av de möjliga revideringar som kan uppkomma direkt i anläggningsmodellen ute på bygget.

Hantering av datafiler skulle i framtiden kunna vara att projektören skapar en anläggningsmodell som skickas till entreprenörens arbetsplats där revideringar kan ske. Den reviderade modellen är då den som ligger till grund för relationsmodellen. Revideringar som sker ute på entreprenörernas arbetsplatser går snabbare att få ut till maskinisterna eftersom mätteknikerna redan har modellen och exakt vet vad som behövs ändras. Om projektören ska göra revideringen så tar det längre tid från att felaktigheten upptäcks till att den nya korrekta modellen kan användas på byggarbetsplatsen. Detta eftersom det är fler steg och fler personer som engageras om projektören ska göra revideringen. Dock så har mätteknikerna tagit över projekteringsansvaret om de utför ändringar i de projekterade modellerna.

För maskinstyrning finns många olika filformat, men LandXML börjar allt mer bli en branschstandard. Dock ska det alltid tänkas på att LandXML-formatet är en resultatfil. Den fungerar alltså främst som ett leveransformat. Vianova ser att maskinguidningen används mycket idag oavsett om entreprenören får digitalt underlag eller ej. Om inte entreprenören får digitalt underlag från projektören så gör mätteknikern en egen modell på plats och använder den. Det är denna hantering som minskar i och med att projektörerna i allt större omfattning levererar digitala modeller. De eventuella problemen ligger inte på entreprenörssidan utan på att beställarna ställer otydliga krav på hur en modell skall levereras.

I framtiden ser Vianova en minskad betydelse av pappersritningar och en ökad användning av 3D-modeller vid samgranskning och beslutsfattande. Dessa 3D-modeller byggs upp helt av projekterad data.

Vianova arbetar med att kontinuerligt utveckla möjligheterna att framställa heltäckande och korrekta modeller i projekteringsverktygen. Som exempel på detta kan nämnas LandXML export av VA-nät, LandXML exportad triangelmödel och export av vägmodell direkt till maskinstyrningar från Trimble och Leica. Tyngdpunkten i Vianovas arbete ligger alltså på att förbättra projekteringsverktygen så att projektörerna på ett enklare och mer effektivt sätt kan leverera anläggningsmodeller till entreprenören (Wenner, Jonas. April 2009).

6.3. Ramböll

Ramböll vet, enligt vägprojektören Jonas Ylander, egentligen ganska lite om hur det fungerar ute hos entreprenören. Problemet verkar vara att mätteknikerna hos entreprenören nästan alltid får göra om och anpassa de anläggningsmodeller som Ramböll levererar för att kunna använda dem i sina maskiner. Om projektören inte ska konvertera modellfilerna så krävs troligen att mätteknikerna har InRoads och Autocad för att kunna hantera de digitala modeller som Ramböll levererar. Jonas Ylander tycker att det känns lite som att entreprenören tror att projektören kan leverera helt fullständiga modeller. Detta kan projektören också göra, men det kommer att ta avsevärt mycket mer tid och kommer således att kosta mer pengar.

Om projektören får bättre kunskap om vad mätteknikerna vill ha att arbeta med, så är det lättare för dem att också leverera det. Information om detta är inte något som Ramböll arbetar aktivt med att få fram, utan de hör bara lite sporadiska åsikter från mätteknikerna emellanåt (Ylander, Jonas. April 2009).

Pär-Anders Emanuelsson är vägprojektör på Ramböll och anser att det helt klart är guidning och styrning för anläggningsmaskiner som gäller i framtiden och att det redan nu nästan uteslutande är med detta som entreprenören arbetar. Ramböll är nu inne i ett skede där tyngdpunkten flyttas från ritningar till anläggningsmodeller. Detta innebär att projektörerna arbetar mycket med att skapa så bra anläggningsmodeller som möjligt. Inom detta område anser projektörerna att de kommit ganska långt bara under det senaste året. Dock finns ett problem då de inte riktigt vet vad beställaren och

entreprenören vill ha och vart de ska lägga fokus. Ramböll har inte heller fått så mycket gensvar på sina modeller från beställaren eller entreprenören.

Ett bra sätt för mätteknikerna vore om de kunde använda Rambölls anläggningsmodeller och sedan på ett enkelt sätt göra om dem till ett format som passar för maskindatorerna.

Projekteringsprogrammet InRoads kan göra LandXML-filer som sedan levereras till mätteknikern och den information som Ramböll har fått från beställaren och entreprenören är att detta fungerat tillfredställande (Emanuelsson, Per-Anders. April 2009).

6.4. Top Position AB

Top Position AB är återförsäljare av GNSS- och lasersutrustning samt totalstationer för företaget Topcon. De är även en av de leverantörer som ingår i Toshiba Group. Toshiba Group är specialiserade på precisionsinstrument. Det finns några framstående företag, bl.a. Topcon och Trimble som är världsledande, som utvecklar bra utrustning för den specifika maskinen som ska utrustas med 3D-styrning. Det innebär till exempel att en bandschaktare kan välja ett, för denna maskin, specifikt utvecklat system vilket gör att maskinen kan arbeta i en högre takt och med ett resultat som inte går att uppnå på annat sätt.

Hittills idag så är det ofta entreprenören som efterfrågar anläggningsmaskiner med ett system som den mätansvarige är van vid. Den mätansvarige ska även vara van vid de datafilsformat som systemet använder. Entreprenören väljer utöver detta ett 3D-system som den mätansvarige anser vara flexibelt och som kan placeras på olika typer av anläggningsmaskiner. Den prioriterade värdesättningen blir då ett system som den mätansvarige är van vid, istället för att tillgodose maskinförarens intresse. Detta i kontrast till att hans maskin kanske arbetar stabilare, säkrare, mer produktivt med ett program som är framtaget för maskinförare och har en bra layout. Alltså är det i många fall kompetensen hos mätpersonalen som styr vad som skall användas i maskinen, men i vissa fall är det en ekonomisk fråga.

Romeo Capaldi på Top Position är helt övertygad efter alla de tester och intervjuer som han gjort, att om maskinföraren tillfrågas, så väljer han det system som gör att hans maskin fungerar bäst och där han känner att det är han som har kontroll. I de flesta fall är det till och med så att för att kunna sälja in sin maskintjänst till en entreprenör så tvingas personen som äger anläggningsmaskinen att utrusta den med ett system som kanske inte är optimalt. Systemet kanske inte är optimalt för maskinföraren på grund av att denne inte behärskar det system som entreprenören har valt. Om maskinföraren inte behärskar det valda systemet så kommer maskinföraren inte heller att arbeta lika effektivt eftersom systemanvändandet tar längre tid.

Framtiden är 3D-maskinstyrning och vid varje projektstart bör frågan ställas huruvida är det lämpligt att nyttja 3D-maskinstyrning. Är svaret ja, så anser Romeo Capaldi att detta ska köras fullt ut och då inte bara på en eller två maskiner, utan allt som går att styra ska styras. Det som idag inte går att styra, det är vad Top Positions utvecklingsavdelningar sitter med nu. I början av 3D-maskinsystemåldern tänkte Top Position lite fel i och med att de ansåg att detta endast var något för de stora projekten som motorvägsarbeten och liknande. Idag anser Romeo Capaldi att den ekonomiska vinningen kanske även i högre grad ligger i de mindre projekten där det exempelvis ska byggas ett mindre exploateringsområde på kanske tio villatomter med en mindre väg och VA-anläggning. 3D-maskinsystem gör så att kanske endast en grävmaskin samt en arbetsledare klarar att driva detta projekt med allt vad som krävs. Ladda in en 3D-modell och ha full kontroll utan att direkt behöva någon avancerad utsättning.

Den svenska marknaden bör studera lite mer hur resonemang förs hos våra grannländer och i övriga delar av världen. Istället för att prata om specifika dataprogram så bör krav ställas på att filformaten ska vara av typen standardformat. En maskinägare väljer då ett maskinsystem för styrning eller guidning som är optimalt för just dennes maskin och med den leverantör som personen ifråga känner sig trygg med. När maskinisten sedan kommer till arbetsplatsen laddas en datafil i standardformat in i maskinen via exempelvis USB-minne och därefter sätter maskinen igång att producera, då med ett program som maskinisten kan och är van vid (Capaldi, Romeo. April 2009).

6.5. PEAB

En av de väghyvelmaskinisterna som arbetar för Peab, anser i dagsläget att styrsystemet för sin egen väghyvel fungerar bra med totalstation och att resultatet blir mycket bra. På grund av systemuppbyggnaden med totalstation innebär det mer arbete för mättekniken. De fel och brister som maskinisten uppmärksammat är att systemet är väldigt känsligt. Maskinisten vill se en utveckling inom området där t.ex. packningsvälten, som packar ytan efter väghyveln, kan mäta in den färdiga ytan och på så vis reducera inmätningstiden för mätteknikern. Önskvärt vore även att kunna använda ett system för GNSS-guidning med samma noggrannhet som hos en totalstation. Vidare anser maskinisten att en mättekniker med bra metodtänkande och god kontroll över vad som sker, är mycket viktigt eftersom detta sparar mycket tid (Väghyvelmaskinist. April 2009).

7. Analys och diskussion

Scanlaser är idag den absolut största aktören för maskinstyrning i Sverige. Det kan tänkas att eftersom de inte haft någon direkt konkurrens inom området, så har utvecklingen i Sverige kanske inte fortlöpt i den takt som den annars skulle kunna ha gjort. Novatron och Scanlaser har liknade system och produkter samt att de båda har helhetslösningar, vilket medför att det kan vara svårt att jämföra dem. Dock finns en direkt skillnad och det är att Novatrons system inte är låst på samma vis. Novatrons produkter ska enligt de själva vara kompatibla med produkter från andra tillverkare och leverantörer, vilket innebär att möjligheten finns att sätta samman ett eget system med just de produkter som är lämpliga för en viss typ av arbete. I Novatrons system finns möjligheten att lägga in ett helt projekt i maskindatorn, som även kan vara en GeoROG från Scanlaser. Att lägga in hela projektet kan ha både fördelar och nackdelar. Det kan vara bra att ibland se hela projektet för att lättare skapa sig en övergripande bild över vad som ska göras och hur det ska bli när det är färdigt. Om modellen för hela projektet läggs in som en fil kan den bli för svårarbetat för maskindatorn att hantera på grund av maskindatorns begränsade kapacitet. Dock kan även mindre delar av modellen läggas in i maskindatorn för både Scanlaser och Novatron. WinAnfelt skiljer sig mer från de två ovan nämnda eftersom det är en mjukvara som både mättekniker och maskinister använder. Det skiljer sig även då systemet använder en SDF-databas där alla filer för projektet finns. Detta är en nackdel eftersom det inte är LandXML, som då ska vara någon form av standardformat. Därmed inte sagt att en SDF-databas varken är bättre eller sämre än LandXML.

Projektören levererar filer som visar det som beställaren specificerat, men dessa filer är inte gjorda för maskinguidning. Detta får till följd att mätteknikerna får lösa detta och skapa/ändra filer så att dessa fungerar för guidning och styrning av maskiner. Projektören har program för att skapa filer som fungerar för styrning och de kan skapa modeller som är helt kompletta. Dock kommer tidsåtgången för deras arbete att öka markant, och till följd av detta kommer även en stor kostnadsökning. För att projektören ska kunna skapa modeller och ritningar som visar just det som mätteknikerna hos entreprenören vill ha, så måste en god kommunikation uppstå mellan dessa parter. Det måste även hållas en insiktsfull planering från start där mättekniker ingår, där dessa kan förklara för beställaren vilka filer de vill ha, vad de ska innehålla samt i vilka format de ska vara. Om beställaren får kunskap om detta kan de göra bättre specificeringar till projektören. Problemet men att projektören inte har information om vad mätteknikerna vill ha, är något som även Jonas Ylander tar upp.

Det har förts relativt mycket diskussioner kring filformatet LandXML, då detta är det närmaste standardformat som används. Dock kan det inte sägas att det är ett standardformat. Det finns även en osäkerhet i konverteringen från projektörens filer till LandXML, då det finns en risk att punkter och linjer får andra lägen. Om projektören inte använder samma program som mätteknikern, vilket inte är vanligt, så kommer en problematik att uppstå vid frågor angående den digitala ritningen. Detta eftersom ritningen inte ser likadan ut i olika program. En möjlig fördel vore om projektören och mätteknikerna hanterade samma eller liknande program. Därigenom skulle antalet konverteringar minskas. Mätteknikerna har då en annan möjlighet att ta ut valda delar av de projekterade modellerna och efter kanske bara en konvertering föra över modellen till maskindatorn. Det kan diskuteras huruvida LandXML är ett optimalt filformat, men det har en stor fördel utöver att flera program kan importera och exportera till formatet. Fördelen är att formatet inte är bundet till någon version av andra program. Detta innebär bland annat att filer kan arkiveras och sedan öppnas av nyare program. Hanteringen av LandXML-filer skulle kanske även kunna förbättras för mätteknikerna om de fick mer kunskap om hur filerna är uppbyggda. Detta eftersom alla mättekniker som arbetar med maskinguidning och maskinstyrning kanske inte kan hantera dessa filer på ett optimalt sätt.

Både Pär-Anders Emanuelsson och Romeo Capaldi tar upp att styrning och guidning av anläggningsmaskiner är framtiden. Troligen har de rätt i detta, då det redan idag går att se en effektivitetsökning på flera av de vägbyggnadsprojekt som utförs i nuläget. Även här, är kunskap en avgörande faktor i hur väl styrning och guidning fungerar med hjälp av GNSS och totalstationer.

För att maskinisterna på ett lättare sätt ska kunna använda sina maskindatorer så bör de öka sin egen insikt i hur systemet för maskinstyrning fungerar. Detta skulle kunna förbättras om maskinisterna fick utbildning på maskinstyrning för väghyvlar och maskinguidning för grävmaskiner och andra maskiner. Om de får en bättre förståelse för hur system och produkter fungerar, har de även lättare att välja ett system som är anpassat och fungerar optimalt med just deras anläggningsmaskin. Något som Romeo Capaldi tar upp är att maskinisterna tvingas att ha ett system som inte är optimalt för sin maskin, vilket då kan ha sin grund i att maskinisterna kanske inte har kunskapen som krävs för att kunna välja ett annat system än det som mätteknikerna idag säger att de ska ha.

8. Slutsatser

För att olika aktörer inte ska driva utveckling bara på sin front så måste en god kommunikation upprättas mellan dem. Detta för att kunna sprida rätt information till berörda parter och för att ett samarbete parter emellan lättare kan driva utvecklingen i en gemensam riktning. Det som sker i branschen i dagsläget är att de olika aktörerna mer eller mindre arbetar var för sig och inte riktigt vet hur de andra arbetar. Att påverka branschen för maskinstyrning med alla aktörer som ingår är en svår uppgift, men säkerligen inte omöjlig. Det kan mycket väl tänkas att om Peab går strategiskt tillväga och har kunskap om vad de själva vill, då kan göra en samlad insats och påverka beställare och produktutvecklare i den riktning som Peab önskar. Lyckas Peab med detta så kommer företaget med stor sannolikhet att bli ledande inom branschen.

Peab kan förvänta sig en ökad användning av både styrning och guidning med GNSS, totalstationer och laserinstrument. Utvecklingen pågår konstant för att få så exakt mätning som möjligt, och då GNSS inte har lika bra noggrannhet som totalstationer, så kommer troligen den största utvecklingen att ske inom GNSS.

Det är svårt att ge en prognos för hur utvecklingen kommer att se ut med de undersökningar som gjorts för denna rapport. Rapporten kan ligga till grund för ytterligare examensarbeten, då det finns potential att vidareutveckla flera av de områden som tas upp här. Frågeställningar för kommande examensarbeten skulle bland annat kunna vara:

- Hur ser tillvägagångssättet ut för att påverka beställaren i den riktning som entreprenören anser viktigast?
- Hur ska beställare, projektör, produktutvecklare och entreprenör samverka för att driva utvecklingen i en gemensam riktning?

En av de stora svårigheterna med att göra den här undersökningen har varit att få fram information från de olika aktörerna som är jämförbar. Eftersom bland annat tillverkare, produktansvariga osv. ofta anser att just deras system och produkter är mest lämpade för uppgiften att klara av styrning och guidning av anläggningsmaskiner.

9. Rekommendationer

Det finns många åsikter om hur utveckling inom branschen för maskinguidning ska ske på grund av att de flesta har sin egen uppfattning om hur det ska gå till. Nedan följer rekommendationer om hur de olika leden bör agera för att uppnå en bättre förståelse inom branschen för maskinguidning.

9.1. Projektör

De som arbetar som projektörer bör i samråd med beställare och entreprenörers mättekniker diskutera vad mätteknikerna behöver för att utföra sitt arbete på ett effektivare vis. Med detta som underlag kan beställare leverera mer exakta specifikationer till projektörerna, vilket kommer att underlätta dennes arbete.

9.2. Mättekniker

Mättekniker är de som arbetar ute i fält och vet därför vad de behöver. Mätteknikerna bör redogöra för projektören vilka filer de vill ha, vad de ska innehålla samt i vilket filformat de ska vara. Vidare bör diskussion hållas mellan mättekniker och försäljare/leverantör om vilken typ av utrustning de vill ha samt vilka funktioner den ska ha.

9.3. Maskinister

För att ett projekt ska flyta på så bra som möjligt så behöver maskinisterna en ökad förståelse för vad det är som de ser på sina maskindatorer. Detta kan de lättare förstå om de utbildar sig ytterligare i hur de olika systemen för styrning och guidning fungerar. Det vore även bra om maskinister lärde sig mer om olika system som finns tillgängliga för att då hitta ett system till maskindatorn som är optimalt för den egna maskinen.

10. **Figurförteckning**

Figur 2-1 *Teoretisk modell visar hur slänter utmed en väg ska se ut.*

Källa: Lars Johansson And [2010-07-31].

Figur 2-2 *Totalstation.*

Källa: Topposition.se [Hämtad: 2010-08-21].

<http://www.topposition.se/html/totalstationer.html>

Figur 2-3 *Swepos basstationer.*

Källa: Swepos.se [Hämtad: 2010-07-24].

<http://swepos.lmv.lm.se/>

Figur 3-1 *GeoROG med mjukvaran UMC 3D.*

Källa: Lars Johansson And [2010-09-11].

Figur 3-2 *DigPilot med mjukvaran WinAnfelt.*

Källa: GL-Instruments.no [Hämtad: 2010-09-21].

http://www.gl-instrumenter.no/Maskinstyring_Gravemaskiner_mGPS.htm

Figur 3-3 *Vision 3d.*

Källa: Novatron.eu [Hämtad: 2010-09-21].

<http://www.novatron.eu/sve/vision3d.html>

Figur 4-1 *Programmet Novapoint Bas visar en tvärsektion.*

Källa: wikinova.info [Hämtad: 2010-09-17].

http://wikinova.info/doku.php/se:np:release_notes:np1720_fp1

Figur 4-2 *Programmet Inroads visar en plansektion.*

Källa Bentley.com [Hämtad: 2010-09-17].

http://communities.bentley.com/products/road___site_design/f/5922/p/57858/142312.aspx

Figur 4-3 *Programmet Topocad visar en tvärsektion.*

Källa: Chaos.se [Hämtad: 2010-09-17].

<http://www.chaos.se/public/topocad.htm#matning>

Figur 5-1 *Mätteknikerns program som här visar en tvärsektion.*

Källa: Sbg.se [Hämtad: 2010-09-18].

<http://www.sbg.se/volume-calculation.html>

11. Referenser

11.1. Litteratur

Bently InRoads (2008). <ftp://ftp2.bentley.com/dist/collateral/Web/Civil/InRoads-Data-Sheet.pdf> [2009-05-07].

Chaos.se (2009). Produktblad för Topocad.

SBG kursmaterial. [2009-04-15].

Scanlaser produktblad [2009-04-08].

11.2. Elektroniska källor

Geo (2009). *SBG*. <http://www.sbg.se/products/geoone.html> [2009-04-28].

GLONASS (2009). *Russian Space Agency*. <http://www.glonass-ianc.rsa.ru/pls/htmldb/f?p=202:20:14543112776650588850::NO> [2009-04-23].

GPS (2009). *Swepos*. http://swepos.lmv.lm.se/index_gnss.htm [2009-04-23].

Maskinstyrning (2009). *Wikipedia*. <http://sv.wikipedia.org/wiki/Maskinstyrning> [2009-04-07].

Real Time Kinematic (2009). *Wikipedia*. <http://sv.wikipedia.org/wiki/RTK> [2009-04-07].

11.3. Muntliga källor

Andersson, Börje. *Konsult, Geocon* [2009-04-08]. Telefonkontakt.

Capaldi, Romeo. *Försäljningsansvarig, Top Position* [2009-04-28]. Mail och telefonkontakt.

Emanuelsson, Per-Anders. *Vägprojektör, Ramböll Sverige AB* [2009-04-22]. Mail telefonkontakt.

Johansson, John. *Produktchef, Novatron* [2009-04-17]. Personlig kontakt.

Mattsson, Morgan. *Avdelningsledare, Mesta Entreprenør AS* [2009-05-11]. Mail och telefonkontakt.

Ottosson, Percy. *Mätningssamordnare, Peab* [2009-05-13]. Personlig kontakt.

Väghyvelmaskinist. *Peab* [2009-04-14]. Personlig kontakt.

Ylander, Jonas. *Vägprojektör, Ramböll Sverige AB* [2009-05-08]. Mail och personlig kontakt.

Wenner, Jonas. *Planering & Projektering, Vianova Systems Sweden AB* [2009-04-23]. Personlig kontakt.

Wik, Johan. *Mättekniker, Peab* [2009-04-14]. Personlig kontakt.

