

Maskinstyrning

Skapandet av en anläggningsmodell och dess inverkan på byggprocessen

Johan Berglund
Erik Davidsson

Luleå tekniska universitet
Civilingenjörsprogrammet
Väg- och vattenbyggnadsteknik
Institutionen för Samhällsbyggnad
Avdelningen för Arkitektur och infrastruktur



MASKINSTYRNING

- Skapandet av en anläggningsmodell och dess inverkan på byggprocessen

Johan Berglund och Erik Davidsson

Luleå 2010

Avdelningen för Arkitektur och Infrastruktur
Institutionen för Samhällsbyggnad
Luleå tekniska universitet
971 87 LULEÅ
www.ltu.se/shb

Sammanfattning

Utvecklingen inom byggbranschen har traditionellt sett varit långsam. Dock har pressen på byggföretagen att bygga effektivare och billigare ökat de senaste åren. Studier har påvisat att mycket av arbetet i produktionen inte är värdeskapande utan består istället av att rätta till tidigare fel. Ett led i utvecklingen mot att effektivisera byggandet är modellbaserad projektering. Genom att konstruera en anläggning i en 3D-datormodell kan fler byggfel och andra oklarheter upptäckas redan i projekteringsstadiet. En följd av att projektera i 3D är att modellen sedan kan användas av entreprenören vid utförandet med hjälp av maskinstyrning.

Examensarbetet är utfört på uppdrag av Vectura och önskemålet har varit att undersöka hur de bör leverera sina anläggningsmodeller för att de ska kunna användas direkt av entreprenör vid maskinstyrning. Istället för att först skapa 3D-modeller och sedan generera tvärsektioner och planritningar i 2D utifrån denna vill Vectura direkt kunna erbjuda beställaren användbara maskinstyrningsmodeller.

Det framgår tydligt av denna studie att en korrekt projekterad maskinstyrningsmodell är ett vinnande koncept för samtliga parter och skeden genom hela byggprocessen. Beställaren slipper betala både konsult och entreprenör för upprättande av en 3D-modell. Handlingen blir mer exakt och entreprenören får all data, vilket gör att anbudet blir mer exakt och tidigare produktionsstart kan ske, samtidigt som själva produktionen blir effektivare.

Nyckelord: Maskinstyrning, styrsystem, projektering, anläggningsmodell.

Abstract

The development in the construction industry has traditionally been slow. However, the pressure on construction firms to build more efficient and cheaper have increased in recent years. Studies have shown that much of the work of production is of non-value but instead consists of correcting past errors. Part of the trend towards more efficient constructing is model-based design. By constructing a facility in a 3D computer model allows for numerous construction errors and other ambiguities to be discovered in the planning stage. One result of designing in 3D is that the model then can be used by the contractor in the construction phase in terms of machine control.

This thesis is done on behalf of Vectura and the desire has been to examine how they should deliver their facility models that can be used directly by the contractor in the machine control. Instead of first creating 3D models and then generate the cross sections and plans in 2D, Vectura wants to offer the client directly useful machine control models.

It is clear from this study that a properly projected machine control model is a winning formula for all parties and stages throughout the construction process. The client does not have to pay both the consultant and the contractor for the buildup of a 3D model. Documents become more accurate and the contractor receives all data, which makes the tender more accurate and earlier start of production can take place, while the production itself becomes more efficient.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING.....	I
ABSTRACT.....	III
FÖRORD	IX
FÖRKORTNINGAR/ORDLISTA.....	XI
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Forskningsfrågor	2
1.4 Avgränsningar	2
2 METOD	3
2.1 Forskningsansatts	3
2.1.1 Deduktion och induktion	3
2.1.2 Förändringsinriktad forskning	3
2.1.3 Utvärderande forskning	4
2.1.4 Teori- och Modellbyggande forskning.....	4
2.1.5 Utprovande forskning.....	4
2.1.6 Kvalitativ och kvantitativ forskning.....	4
2.1.7 Kvantitativt inriktad forskning.....	4
2.1.8 Kvalitativt inriktad forskning	5
2.1.9 Positivism och hermeneutik	5
2.1.10 Tillvägagångssätt.....	5
2.2 Datainsamling.....	6
2.2.1 Intervju och enkät	6
2.3 Val av intervjupersoner	6
2.4 Bearbetning av intervjusvaren.....	7

2.5	Arbetsgång	7
3	TEORI	9
3.1	Projektering	9
3.1.1	Gestaltning	9
3.1.2	Systemutformning	9
3.1.3	Detaljutformning	10
3.2	Traditionella schaktarbeten	10
3.3	Positioneringsteknik	11
3.4	Maskinstyrning och maskinguidning	12
3.4.1	Positioneringssystem	13
3.4.2	Styrssystem	13
3.4.3	Maskinstyrningsenhet	13
3.5	Modeller	14
3.5.1	Anläggningsmodeller	15
3.6	Upphandlingsformer	19
3.6.1	Totalentreprenad	19
3.6.2	Utförandeentreprenad	20
3.7	IFC	21
4	EMPIRI	23
4.1	Entreprenörer	23
4.2	Beställare	27
4.3	Konsultens projekteringsprocess	28
4.3.1	Tanken bakom projekteringen	29
4.3.2	Arbetsgruppen	29
4.3.3	Dataleverans	30
4.3.4	Granskning	31
5	ANALYS	33
5.1	Arbetsgången hos entreprenörerna med avseende på dataflöde	33
5.2	Modellens utformning	34
5.3	Felkällor	34
6	DISUSSION OCH SLUTSATS	37
6.1	Svårigheter med implementering genom hela byggprocessen	37
6.1.1	Beställare	37
6.1.2	Konsult	38
6.1.3	Entreprenören	38
6.2	Entreprenadformer	39
6.3	IFC	39
6.4	Programvaror	40

6.5	Modellens utformning	40
6.6	Förslag till fortsatta studier	41
6.6.1	IFC	41
6.6.2	Juridik	41
7	REFERENSER	43
8	BILAGOR	45
8.1	Bilaga 1 - Intervjufrågor entreprenör	45
8.1.1	Bilaga 2 - Mikael Lund, Svevia Umeå	47
8.1.2	Bilaga 3 - Patrik Danielsson, NCC Umeå	51
8.1.3	Bilaga 4 - John Backman – PEAB	57
8.1.4	Bilaga 5 - Ulf Svenhage – Skanska	62
8.2	Bilaga 6 - Intervjufrågor beställare	69
8.2.1	Bilaga 7 - Tomas Tossavainen – Trafikverket	70
8.2.2	Bilaga 8 - Mats Westerlund – Trafikverket	72
8.3	Bilaga 9 - KRAV FÖR UPPRÄTTANDE AV ANLÄGGNINGSMODELL	74
8.4	Bilaga 10 - KRAV FÖR UPPRÄTTANDE AV ANLÄGGNINGSMODELL	77

Förord

Detta examensarbete är den avslutande delen för civilingenjörsutbildningen i Väg- och vattenbyggnad vid Luleå tekniska universitet och omfattar 30 högskolepoäng. Arbetet har bedrivits i samarbete med Vectura och Institutionen för Samhällsbyggnad vid Luleå tekniska universitet.

Vi vill tacka vår handledare Patrick Söderström vid Luleå tekniska universitet samt John Häll och Joakim Matti på Vectura som varit till enormt stor hjälp under arbetets gång. Ett tack riktas även till de personer som möjliggjort vårt examensarbete genom att medverka vid intervjuer.

Luleå, maj 2010

Johan Berglund och Erik Davidsson

Förkortningar/Ordlista

AB	Allmänna bestämmelser
ABK	Allmänna bestämmelser vid upphandling av konsult
ABT	Allmänna bestämmelser vid upphandling av totalentreprenad
BEST	Bana(Spår och Mark)/El/Signal/Tele
BIM	Building Information Model
CAD	Computer Aided Design
FIA	Förändring i anläggningsbranschen
MBS	Massbeskrivningsformat
Rök	Rälsöverkant
SBG-Geo	Program för geodesi och lantmåteri
TRM	Filformat som används av SBG-Geo
VA	Vatten och Avlopp
Vägmitt	Högsta punkten på körbanan
Xref	Kopplingar mellan olika filer i AutoCAD

Anläggningsmaskin	Grävmaskin, väghyvel och bandschaktare
Statisk acceptansk kontroll	Ett sätt att mäta en ytas jämnhet
Trafikverket	Ny statlig myndighet som bildades genom hopslagning av bland annat Vägverket och Banverket, april 2010.

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Vectura och liknande konsultföretag inom byggsektorn deltar i många projekt där dataflöde sker från planering till projektering och vidare till produktion. Detta dataflöde kan se olika ut beroende på projekt och på hur kraven i upphandlingen sett ut. Projekteringen utmynnar oftast i pappersritningar runt vilka det finns rutiner på hur de ska utformas och vad de ska innehålla. I dagsläget finns det inte några fasta riktlinjer över vilken data som ska levereras och granskas i det fall den senare ska användas vid maskinstyrning. I och med att det oftast inte finns några andra krav än att pappersritningar ska levereras i upphandlingen är det få företag som levererar ytterligare data.

Med maskinstyrning menas ett system som guidar eller styr anläggningsmaskiner med hjälp av olika mätinstrument. Typiska anläggningsmaskiner är grävmaskiner, väghyvlar och bandschaktare. Traditionellt har mätning och utsättning skett manuellt där en utsättare/mättekniker satt ut stakkäppar i terrängen för att åskådliggöra plan och höjd. Vid maskinstyrning får maskinföraren information om vart maskinens skopa eller skär ligger i höjd och plan i förhållande till den 3D-modell som beskriver konstruktionen. En sådan modernisering medför givetvis stora förändringar i arbetet för såväl entreprenör som konsult.

1.2 Syfte

Syftet med denna studie är att undersöka hur projektör ska gå till väga för att leverera maskinstyrningsmodeller vid järnvägsprojektering. Detta för att kunna nyttja modeller utan större omarbetning direkt i produktionen vid maskinstyrning.

1.3 Forskningsfrågor

- Vilken data bör levereras vid projektering av anläggningsmodeller som ska användas vid maskinstyrning?
- Svårigheter vid implementering av maskinstyrning genom hela byggprocessen?

1.4 Avgränsningar

Studien berörde inte de juridiska frågor som kan uppkomma mellan konsulter, beställare och entreprenörer eftersom den utredningen annars kan komma att bli mycket omfattande. Risken att studien hade kunnat kör fast i det juridiska kunde anses som stor.

Ingen större vikt har lagts vid att försöka ta fram någon form av standardiserat filformat eller standardiserad mjukvara då innehållet i modellen kunde anses som det väsentliga. Inte vilken typ av mjukvara som används. Då visst intresse ändå fanns angående vilken mjukvara som var störst på marknaden ställdes frågan till inblandade entreprenörer.

2 METOD

För att genomföra ett examensarbete och uppnå så goda resultat som möjligt krävs att forskningsmetoden anpassas till frågeställningen. Det finns huvudsakligen fyra metoder vilka kommer att beskrivas kortfattat, därefter väljs den mest fördelaktiga för studien.

2.1 Forskningsansatts

Nedan följer de metoder som kan användas vid olika typer av forskning.

2.1.1 Deduktion och induktion

De båda begreppen syftar till att förklara hur teorin har producerats i studien. Det deduktiva arbetssättet kan enkelt beskrivas som ”bevisandets väg”, vilken kännetecknas av att slutsatser dras ur befintliga teorier och företeelser. Dessa slutsatser brukar sedan provas empiriskt för att konstateras eller dementeras.

Ett induktivt förhållningssätt sägs i motsats till det deduktiva vara ”upptäckandets väg”. En mängd information samlas för att sedan tolkas och utifrån denna skapa en ny teori (Patel, Davidsson 2003).

2.1.2 Förändringsinriktad forskning

Inom byggbranschen handlar detta om forskning som är av betydelse för projekteringsarbetet, konstruktions-, och produktionsprocessen samt i vissa fall även förvaltningen av det färdiga projektet. Forskningsresultatet används framförallt för att effektivisera något av tidigare nämnda områden. Denna typ av forskning knyts oftast direkt till en aktör inom det representerade området (Andersson, Borgbrant 1998).

2.1.3 Utvärderande forskning

Denna forskningsmetod kallas även för den *Explorativa* (Patel, Davidsson 2003) och innebär att hela eller en viss del av projekterings-, konstruktions-, produktions- eller förvaltningsarbetet utvärderas. Metodiken används framförallt då det finns vissa luckor i kunskapen. Syftet är att samla så mycket information om problemet som möjligt, det bör även belysas ur flertalet infallsvinklar för att bibehålla objektivitet. Utvärderande forskning brukar ofta leda till vidare utredningar, oftast i form av förändringsinriktad forskning (Andersson, Borgbrant 1998).

2.1.4 Teori- och Modellbyggande forskning

I dagligt tal beskrivande undersökning, *Deskriptiv* (Patel, Davidsson 2003). Metoden används då det finns ett område med en stor mängd data eller kunskap utan struktur. För att kunna dra nytta av all information måste den sammanställas så att någon slags standardiserad teori eller modell kan utformas (Andersson, Borgbrant 1998).

2.1.5 Utprovande forskning

Den fjärde och sista forskningsmetoden har en direkt uppgift, att pröva tidigare beskrivna metoder. Syftet är att utreda om dessa antaganden verkligen är korrekta. Därav kallas metoden även för *Hypotesprovande* (Patel, Davidsson 2003). Det gäller här att med stor noggrannhet eliminera alla de faktorer som kan ha direkt inverkan på resultatet, utöver den parameter som ska undersökas (Andersson, Borgbrant 1998).

2.1.6 Kvalitativ och kvantitativ forskning

Utöver de fyra forskningsmetoderna finns det två tillvägagångssätt för att bearbeta den information som framkommer under forskningens genomförande.

2.1.7 Kvantitativt inriktad forskning.

Denna bearbetningsmetod kan i stort sett sammanfattas med ett ord, statistik. Här sammanställs en stor mängd insamlad data för att på så viss försöka se det mönster som representerar verkligheten (Patel, Davidsson 2003).

2.1.8 Kvalitativt inriktad forskning

När information samlas med denna metod är syftet att skaffa ett fåtal källor med mycket ingående kunskande om det aktuella problemet. Detta för att få djupare kunskap inom ett specifikt område (Patel, Davidsson 2003).

2.1.9 Positivism och hermeneutik

Dessa båda termer är en beskrivning av hur resultat tolkas. Enligt positivismen ska alla teorier och vetenskaper byggas upp på samma sätt och botten i generella lagar och samband. Lagarna ska formuleras på ett neutralt och logiskt korrekt sätt, gärna i form av matematiska formler (Patel, Davidsson 2003).

Hermeneutiken är positivismens direkta motpol. Här tolkas resultat utifrån individens egna kunskaper och värderingar. Denna metod är inte lika objektiv som positivismen då forskaren ofta glider mellan forskningsobjektets fakta och egna tolkningar (Patel, Davidsson 2003).

2.1.10 Tillvägagångssätt

Den typ av forskning som genomförts i den här studien är först och främst en *utvärderande forskning* då vi i huvudsak har försöka finna en ny standard om vilken data 3D-modeller bör innehålla, något som i skrivande stund saknas. Studien har genomförts med högt *kvalitativt värde*, detta genom intervjuer med teknikchefer runt om i Sverige, se Figur 1. Den information vi fått genom intervjuerna har bearbetats *hermeneutiskt* då vi antagit att det inte finnas några generella lagar eller samband mellan informationen från våra källor. Den slutsats vi skapade blev verklighet genom ett *induktivt förhållningssätt*.



Figur 1 Kvantitativt respektive kvalitativt inriktad forskning illustrerat som ytterligheter med denna studie markerat med "X".

2.2 Datainsamling

Det finns flera olika sätt att samla data för att få frågeställningen besvarad. Analys av insamlad data styrs av vald insamlingsmetod och i vilken form insamlad data återfinns, i kvantitativ eller kvalitativ data (Andersson, Borgbrant 1998). Befintliga dokument, tester och prover, olika former av självrapporteringar, attitydskalor, observationer samt intervjuer och enkäter är olika exempel på datainsamling. Det går inte att säga vilken teknik som är bäst, den teknik som förväntas ge bäst resultat i förhållande till den tid och de medel som står till förfogande ska användas (Patel, Davidsson 2003).

2.2.1 Intervju och enkät

Både intervjuer och enkäter är tekniker för att samla information som bygger på frågor. Teknikerna har en hel del gemensamt, men det finns vissa skillnader. Med intervjuer menas vanligtvis personliga intervjuer där intervjuaren träffar intervjupersonen och genomför intervjun. Intervjuer kan också ske via telefon (Patel, Davidsson 2003).

I denna studie har intervjuer valts för datainsamling. Anledningen till detta är att det är relativt få personer som deltar i studien, samt fördelen att kunna ställa kompletterande frågor och följa upp svaret på enskilda frågor.

Det är viktigt att personerna som blivit utvalda ser nyttan i att besvara frågorna. Genom att inleda intervjun med att förklara syftet med studien och i möjligaste mån relatera syftet till individens egna mål är förhoppningen att den intervjuade personen ska ställa sig mer positiv till att medverka (Patel, Davidsson 2003).

Ett brev kommer att skickas till intervjupersonerna med information om den kommande intervjun. Brevet ska beskriva syftet och vilka som är ansvariga för undersökningen samt att personen kommer att kontaktas via telefon där tid för intervjun bestäms. Inom några dagar kontaktas sedan personen för en fullständig information om undersökningen och därefter bestäms tid och plats för intervjun. Vid tiden för intervjun ges den fullständiga informationen igen.

2.3 Val av intervjupersoner

För att få en bred bild över hur arbetet hos entreprenören ser ut valde vi att intervjua en person från vart och ett av de fyra största entreprenadföretagen. Intervjupersonerna föreslogs av vår handledare Patrick Söderström. Efter att en

första kontakt upprättats byttes två intervjupersoner ut då de själva gav förslag på nya personer som var mer insatta i ämnet.

Under den senare delen av studien framkom att även beställarens åsikter i frågan var väsentlig att få med i arbetet. Två personer valdes ut från Trafikverket som är en av Vecturas största beställare. Dessa två personer arbetade med järnväg- respektive vägprojekt.

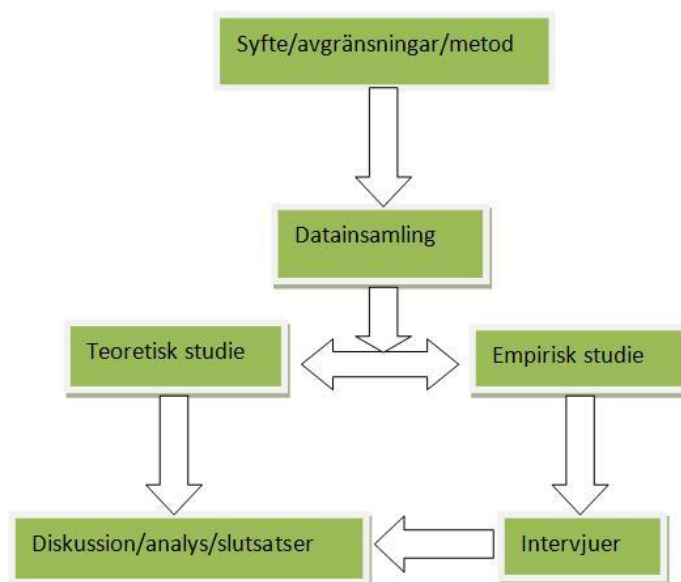
Intervjufrågorna var utformade för att ge svar på hur maskinstyrning används i dagsläget, företagets inställning till användandet av denna teknik och slutligen ska studien ge förslag på förbättringsmöjligheter inom området.

2.4 Bearbetning av intervjuvaren

När intervjuerna var genomförda kom dessa att sammanställas för att utgöra grunden för analysen.

2.5 Arbetsgång

Den här studien kan sammanfattningsvis illustreras enligt Figur 2.



Figur 2 Arbetsgång för detta examensarbete.

3 TEORI

I följande kapitel kommer hela processen vid ett maskinstyrningsprojekt att beskrivas, från projektering till utförande. Olika typer av anläggningsmodeller kommer att redovisas tillsammans med den teknik och de komponenter som ingår i ett sådant system.

3.1 Projektering

Oberoende av om maskinstyrning ska tillämpas eller om projekt kommer genomföras på ett något mer traditionellt sätt brukar projekteringsprocessen se ungefär densamma ut. Detta syftar i att utifrån bygghandlingarna som lämnats från beställare ta fram det bästa konceptet för att uppfylla alla funktioner tillsammans med önskvärd design. Projekteringen brukar delas in i tre steg, Gestaltning, Systemutformning och Detaljutformning.

3.1.1 Gestaltning

I det första skedet vid projektering ska projektet gestaltas. Det innebär vanligtvis att en arkitekt skissar upp ett förslag över hur det färdiga projektet kommer att se ut enligt önskemålen i bygghandlingen. I anläggningsbranschen, vilken Vectura huvudsakligen arbetar inom, ersätts arkitekten mot en person med kunskaper inom 3D-modellering, i de fall teknik, kunskap och behov finns för detta. Vid maskinstyrning är detta speciellt viktigt då modellen ofta ligger till grund för själva genomförandet. Vid traditionellt utförande där utsättare finns på plats räcker det i vanliga fall med analoga 2D-ritningar över projektet (Nordstrand 2004).

3.1.2 Systemutformning

Då designen eller, i det här fallet, bansträckningen är bestämd är det dags för systemutformning. Den information som då tas fram är vilka konstruktions- och installationssystem som ska användas för att uppfylla samtliga krav i bygghandlingen (Nordstrand 2004).

3.1.3 Detaljutformning

Detaljutformningen är det mest omfattande projekteringsarbetet och syftar till att i detalj beskriva alla delar av projektet. Här ska allt måttsättas och mängdas med därtill exakt beskrivning av placering. I ett projekt där en järnvägsbank ska upprättas kommer det innebära att exakta höjder, lagertjocklekar, material, placering av trummor, tidplan med mera ska upprättas. När detaljutformningen är klar ligger denna helt till grund för vidare kostnadsberäkningar i anbudsskedet, det är därför viktigt att den är så exakt som möjligt. Dessa levereras i form av ritningar, beskrivningar, förteckningar med mera (Nordstrand 2004), eller som i det här fallet 3D-modeller.

3.2 Traditionella schaktarbeten

Traditionellt sett har schakt- och fyllningsarbeten utförts på följande sätt: Innan arbetet startar måste entreprenörens mättekniker åka ut till den blivande arbetsplatsen för att med totalstation, stakkäppar, flaggmarkeringar och färgmarkeringar sätta ut arbetsområdet där arbetet ska utföras. Omfattningen av detta arbete styrs av omfattningen på schaktarbetet i storlek och på schaktens utformning. Då utsättningen är färdig kan maskinföraren överblicka schaktområdet, dock kan han inte se hur djup schakten ska vara. Detta kontrolleras under arbetets gång antingen av maskinföraren själv eller en anläggningsarbetare (maskinpassning) genom användning av laser eller fluktning. Vid användning av laser så används en plan- alternativt en lutningslaser beroende på schaktens utformning, se Figur 3. Laserstrålen har en bestämd höjd och en mottagare, antingen på grävmaskinen eller på en mätsticka tar emot information om hur schaktbotten ligger i höjd i förhållande till lasern. Fluktning går till så att på de av utsättaren nedslagna stakpinarna sätts olikfärgade flaggor, även kallade flukter upp. De olika färgerna motsvarar en färdig yta till exempel bärlager. Eftersom flukterna sitter på en bestämd höjd kan maskinföraren alternativt maskinpassaren med hjälp av en lös fluktkäpp kontrollera om den aktuella ytan ligger på rätt höjd genom att ställa den lösa käppen på ytan och sedan kika ("flukta") över flukten på två fasta stakpinnar. Om de tre flukterna ligger i nivå gör även ytan det.



Figur 3 Flerfallslaser (Scanlaser 2010).

3.3 Positioneringsteknik

För att kunna använda sig av maskinstyrning behöver maskinstyrningssystemet veta vart i världen det befinner sig, gärna så exakt som möjligt. För att lösa detta använder maskinstyrningssystem sig av Global Navigation Satellite System (GNSS). GNSS är ett samlingsnamn för de olika typer av satellitnavigering som existerar idag. Exempel på dessa är det amerikanska "Global Position System" (GPS), det ryska "Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema" (GLONASS) och det europeiska "Galileo" (Swepos 2010).

För att uppnå så hög noggrannhet som möjligt kan de olika systemen med fördel kombineras. Detta minimerar felkällorna. Ytterligare en minimering av felkällor kan uppnås genom så kallad "relativ mätning". Där används två mottagare där den ena är statisk och dess position bestäms relativt en känd punkt. Genom att bilda differenser mellan de båda punkternas mätningar elimineras eller reduceras de flesta felkällorna som förstör mätnoggrannheten. Den statiska mottagaren benämns som basstation. För att detta ska fungera behöver de båda mottagarna ha kontakt med minst fyra till fem gemensamma satelliter samtidigt. För att kontrollera hur många satelliter som är kontaktbara vid en viss plats vid en viss tid kan tjänsten satellitprediktion användas. En sådan tjänst finns till exempel på Swepos-hemsida. En sådan prediktion för Luleå den 31 maj 2010 kan ses i Figur 4, (Swepos 2010). Noggrannheten detta kan utföras med är 20mm vid GNSS och ända ner till 3-5mm noggrannhet med totalstation, detta i såväl höjd som plan (SBG 2010).

Stationsinformation

Koordinater

Geografiska: 65°35' N, Lon=22°10' E

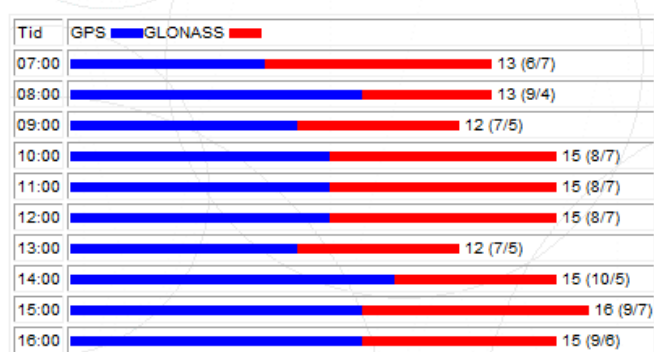
Datum/Tid

Startdatum =2010-05-31, GPS-dag=151, GPS-vecka=1586, Svensk sommartid: 07:00 - 16:00

Övrigt

Intervall: 60min. Elevationsmask: 15°

Antal satelliter vid en elevationsvinkel större än 15°



Figur 4 Satellitprediktion över Luleå den 31:e maj 2010.

3.4 Maskinstyrning och maskinguidning

Maskinstyrning brukar delas in i två grupper, automatisk maskinstyrning och maskinguidning. Båda systemen bygger på att anläggningsmaskinen följer en teoretisk uppbyggd nivå över till exempel en järnvägsbank, där nivåerna redovisas på en skärm i maskinen, antingen som bilder eller som siffror. Vid maskinstyrning går det att använda både GNSS och totalstation. Totalstation används främst vid justering av bärlager i vägar där kravet på noggrannhet är stort (Ekmark, Nystedt 2008).

Vid *automatisk maskinstyrning* sköts alla höjder och lutningar via ett inbyggt signalsystem som sitter i aktuell maskin. Detta system kräver hydraulik, fyra till sju vinkelsensorer som tillsammans exakt kan beräkna anläggningsmaskinens utförande. Därutöver krävs en positioneringsutrustning samt en maskindator som kan bearbeta och skicka ut all information från modellen till maskinstyrningssystemet.

Vid *maskinguidning* ser maskinisten modellens nivåer på en dator inne i hytten och får sedan via maskinens signalsystem information om hur mycket

aggregatet (skopan) skiljer sig från den eftersträvansvärda nivån. Avståndet anges i plus och minus beroende på om schakt eller fyllning krävs.

Maskinstyrningssystemet är uppbyggt av tre delar. Positioneringssystem, styrsystem och en maskinstyrningsenhet (Ekmark, Nystedt 2008).

3.4.1 Positioneringssystem

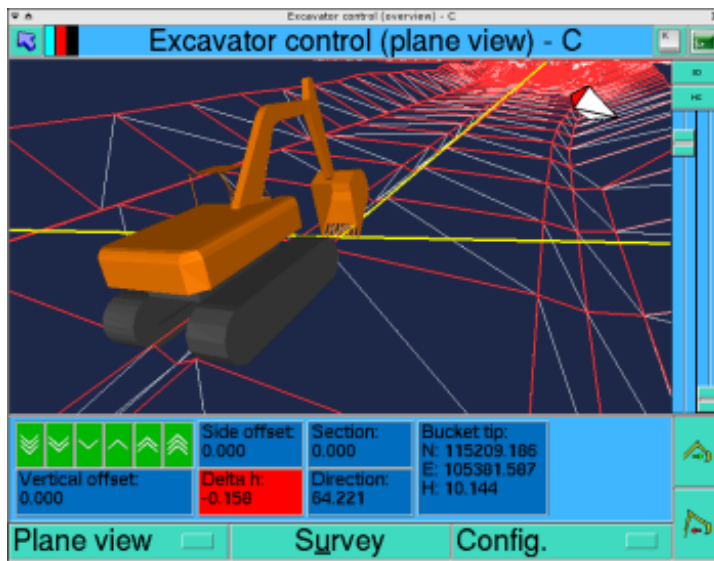
På anläggningsmaskinerna sitter det en GNSS-mottagare samt en radioantenn. GNSS-mottagaren tar emot satellitsignaler för att positionsbestämma maskinen med en noggrannhet ner till en meter. Radioantennen tar emot signaler från en basstation som justerar noggrannheten till någon centimeter (SBG 2010).

3.4.2 Styrsystem

Styrsystemet i anläggningsmaskinen består av en liten kontrollbox som är ansluten till olika sensorer runt om på maskinen. Den är även ansluten till maskinstyrningsenheten. Sensorerna kan till exempel bestå av rotationssensorer, längdfallssensorer och bladsensorer. Det är tillsammans med sensorsystemet och maskinstyrningsenheten som maskinen styrs alternativt guidas (Scanlaser 2010).

3.4.3 Maskinstyrningsenhet

I maskinstyrningsenheten, även kallad maskindatorn, lagras modeller och annan information om anläggningen. På maskindatorns display visas de ritningar/modeller och koordinatanvisningar som behövs under byggtiden. Maskindatorn tar in data om position via GNSS eller totalstation och samkör detta med styrsystemet och den inmatad data som sedan antingen styr hydraulsystemet vid automatisk maskinstyrning, eller presenteras på displayen vid maskinguidning, se Figur 5.



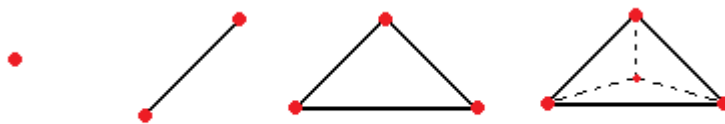
Figur 5 Skärmdump från ett maskinstyrningssystem (SBG 2010)

För att kunna använda sig av informationen i modellen vid maskinstyrning krävs kunskap om vilken information som är relevant och om den utrustning som används. Mätteknikern har här som uppgift att översätta BIM-modellen, alternativt anläggningsmodellen till en produktionsmodell. Det är produktionsmodellen som sedan styckas upp och används i maskinstyrningsdatorn (Jonsson 2008).

3.5 Modeller

Det första konsulten ska ta ställning till vid skapandet av en anläggningsmodell är vilken typ av modell som är lämplig för det aktuella projektet, det finns här en rad olika varianter att välja bland.

Den grundläggande teorin för att leverera data sker genom olika system av referenser. I det första skedet är det en punkt som levereras, om det inte räcker kan en till punkt bifogas vilket i sin tur skapar en linje tillsammans med den första punkten. Vid behov av ytor anges ytterligare en punkt och en så kallad triangulerad yta uppstår. Anges fyra punkter eller fler erhålls en volym, förutsatt att samtliga punkter inte ligger i samma plan. Se Figur 6. Det är sedan helt upp till projektören att uppfylla de krav på noggrannhet som ställs på modellen genom att bestämma rimligt intervall mellan punkterna och tydligt förklara vad respektive linje/objekt motsvarar.

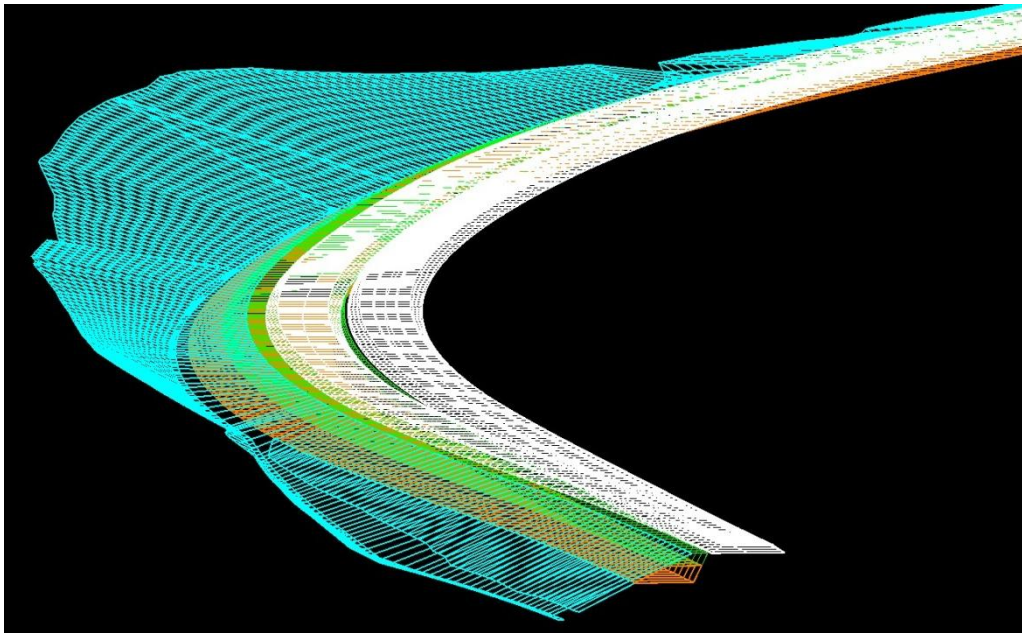


Figur 6 Uppbyggnad av ett 3D-objekt.

Modeller byggs vanligtvis upp av pollylinjer. Detta sker genom att varje ny punktangivelse i modellen knyts samman av en linje med föregående koordinat. Ibland kan det förekomma att *en* linje ingår i beskrivningen av två olika objekt i samma modell. Som branschen ser ut idag ritas inga dubbla linjer då det inte behövs för att producera ritningar. Skall modellen däremot användas till maskinstyrning krävs det att två, ibland tom tre linjer ritas ut i samma position för att ingen relevant information tillhörande ett objekt skall försvinna då ett annat objekts lager släcks (Söderström 2010).

3.5.1 Anläggningsmodeller

En anläggningsmodell skapas för att digitalt beskriva en projekterad anläggning tredimensionellt, i sin helhet. För att den ska få kallas anläggningsmodell är det vissa krav som måste uppfyllas, bland annat ska den kunna användas för maskinstyrning, tidsplanering, kollisionskontroll och mängdförteckning. (Exempel på krav från beställare för en sådan modell kan ses i bilaga 10). Den ska således vara komplett, samtliga objekt ska redovisas i modellen. Inte nödvändigtvis i 3D då vissa objekt räcker om de ritas in i 2D. Då en anläggningsmodell skapats går det sedan att lyfta ur olika underlag ur denna. I Figur 7 ses en modell över Sågbäcken, den innehåller samtliga lager från terrassyta/slänt till ballast, dock är inga objekt inritade.



Figur 7 Anläggningsmodell över Sågbäcken, ny mötesstation, (InRoads).

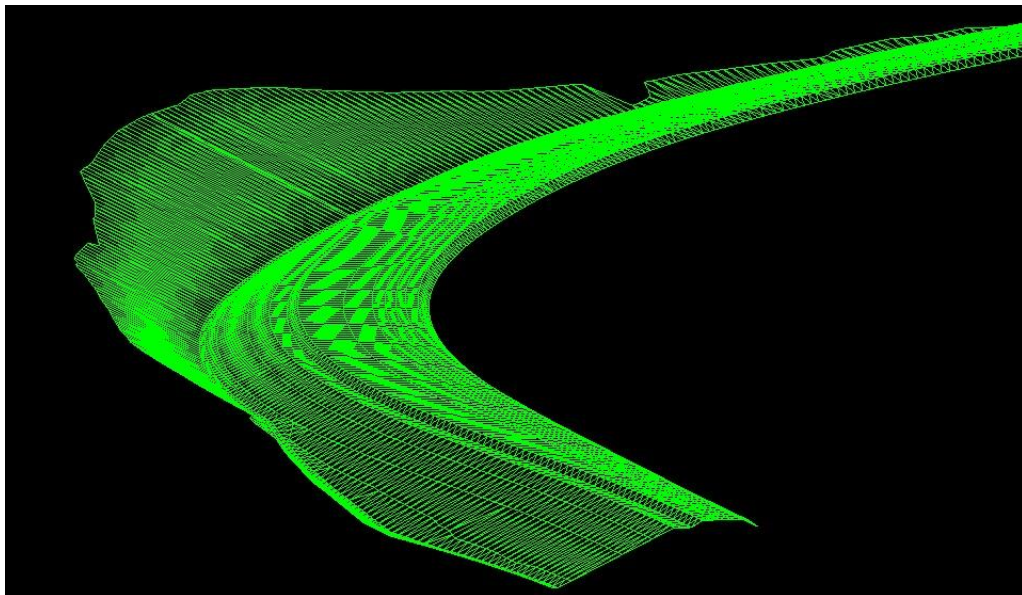
*Vitt = ballast,
Grönt = förstärkningslager,
Orange = frostisoleringslager
Blått = terrassyta/slänt.*

Linjemodell

Den här typen av modeller är vanligt förekommande vid beskrivning av vägar och andra längsgående objekt så som bankroppar vid järnvägsbyggen. Modellen byggs upp av längsgående 3D linjer där varje linje motsvarar en brytpunkt i en sektion. Utformningen beskrivs från centrumlinjen vilket blir referenslinjen i aktuellt 3D-program. Utifrån centrumlinjen skapas ytor vinkelrätt mot de olika brytlinjerna. Brytpunkterna kan vara allt från vägmitt och släntrön till olika nivåer på till exempel ballast och schaktbotten. Utformningen gäller så länge det finns linjer som motsvarar de aktuella brytpunkterna (Söderström 2010).

Terräng-/Ytmodell

De här båda modellerna byggs upp av små triangulerade ytor som var för sig beskriver en yta i både plan och höjd med hjälp av x-, y- och z-koordinater, se Figur 8. En triangulerad yta definieras av den yta som skapas mellan tre angivna punkter. Terrängmodellen skapas sedan genom att binda samman alla små trianglar så att de tillsammans ger en beskrivning av hur ytan definieras. Den här typen av modell är ofta användbar vid projektering, såväl som vid väg- som järnvägsbyggen (Söderström 2010).



Figur 8 Terrängmodell över Sågbäcken, ny mötesstation, (InRoads).

Trådmodell

En trådmodell är ett övergripande begrepp på modeller som innehåller ”lines or polylines” vilket kan vara både trianguleringsmodeller eller linjemodeller. Begreppet används oftast fel per definition (Söderström 2010)

En trådmodell skapas genom att varje brytpunkt i en tvärsektion binds samman med motsvarande brytpunkt i nästkommande tvärsektion. Skillnaden mellan denna modell och en linjemodell är att trådmodellen är beroende av koordinaterna i varje tvärsektion medans en linjemodell kan anpassa linje för linje oberoende av vart man befinner sig i modellen (Häll 2010).

Mängdberäkningsmodell, (Interpolering av sektionsberäkningar)

Samtliga ingående komponenter i denna typ av modell, exempelvis normalektioner och väglinje måste specificeras i en massbeskrivning, dessa sparas i filformatet MBS. Nackdelen är att massberäkningarna inte blir helt exakta eftersom beräkningsprogrammet interpolerar mellan sektionerna. Detta går att optimera genom att rita in sektioner med kortare intervall då skillnaden mellan de båda areorna, (area1 och area2), inte hinner ändras lika mycket.

I varje tvärsnitt/normalsektion beräknas arean för respektive lager, till exempel jordschakt, fyllning och bärlager. För att sedan kunna beräkna volymen mellan två närliggande sektioner multipliceras genomsnittsarean/lager med avståndet mellan sektionerna.

$$\frac{area1 + area2}{2} * L$$

Area1 och area2 motsvarar samma yta, exempelvis jordschakt, fast i två efter varandra liggande sektioner där L anger avståndet mellan dessa.

Den totala volymen blir således summan av samtliga delvolymmer (Ortogonal 2010).

Övriga modeller

Övriga modeller som är av värda att nämnas är sektionsutbredningsmodell och volymberäkningsmodell. Dessa baseras på sektionsbeskrivningar knutna till linje/profil och är de vanligaste, bästa och mest lämpade modellerna i maskinkontroll och utsättnings hänseende (Söderström 2010).

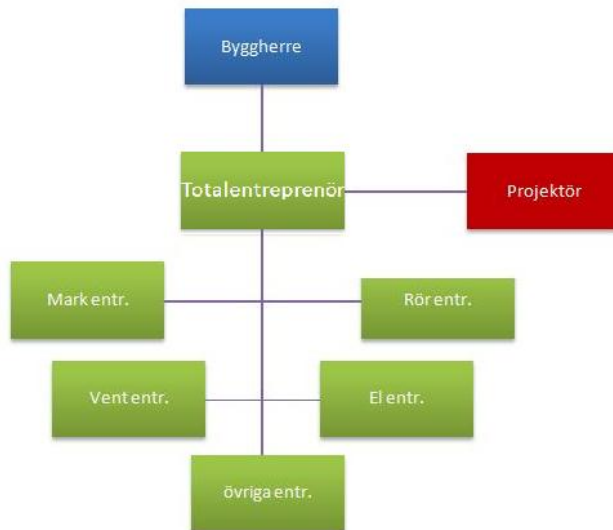
3.6 Upphandlingsformer

Beroende på vilken upphandlingsform som används vid ett maskinstyrningsprojekt påverkas möjligheterna vid projekteringen.

Eftersom tekniken finns och resultatet främjas av maskinstyrning är detta något som börjat efterfrågas allt mer hos beställarna. Som ett led i denna process har de börjat upprätta dokument i form av ”krav för upprättande av anläggningsmodeller”, se bilaga 9 samt den reviderade versionen i bilaga 10. En modell som är direkt användbar vid maskinstyrning är värdefull med tanke på den snabba produktionsstart samt den ekonomiska besparing det medför. Dessa krav kan därför bifogas redan vid upphandlingen av konsult/entreprenör, oavsett upphandlingsform (Nordstrand, 2000).

3.6.1 Totalentreprenad

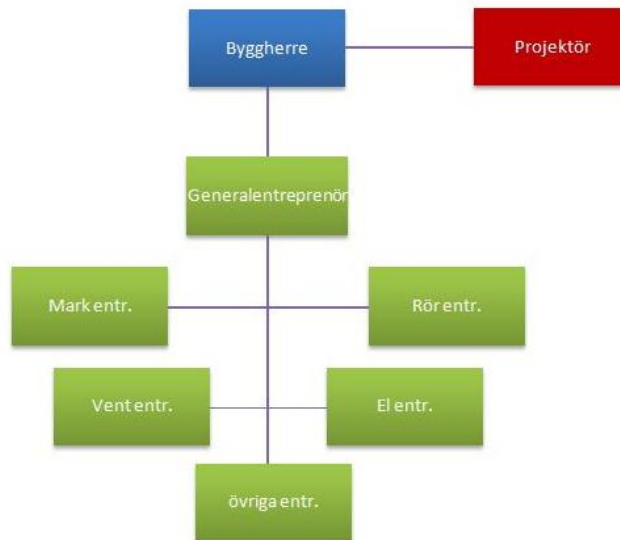
Vid totalentreprenad, se Figur 9, låter byggherren (BH) en huvudentreprenör svara för både utformningen och uppförandet av ett byggobjekt. BH preciserar en kravlista samt önskemål om byggobjektet. Därefter projekterar de anbudsgivande entreprenörerna fram ett förslag som de sedan tävlar med i anbudsgivningen. För totalentreprenad i Sverige gäller standardavtalet Allmänna Bestämmelser för Totalentreprenad, ABT mellan BH och huvudentreprenör. Grundprincipen är enligt ABT att den part som har tillhandahållit information såsom uppgifter, undersökningsmaterial och tekniska lösningar ansvarar för dess riktighet. Mellan huvudentreprenör och konsult gäller Allmänna Bestämmelser för Konsult, ABK (Nordstrand, 2000).



Figur 9 Totalentreprenad.

3.6.2 Utförandeentreprenad

Det finns olika sätt för byggherren att upphandla de aktörer som ska involveras i ett byggprojekt. En utförandeentreprenad är ingen generell upphandlingsform utan snarare ett samlingsnamn för de typer av upphandlingar där byggherren själv upphandlar de projektörer och entreprenörer som ska delta. De tre vanligaste utförandeentreprenaderna är först och främst generalentreprenad, se Figur 10, där byggherren endast väljer projektör och entreprenör. Entreprenören har i sin tur möjlighet att upphandla valfria underentreprenörer (UE) men får hela samordningsansvaret i form av generalentreprenör. Nästa form av utförandeentreprenad är den delade entreprenaden där byggherren upphandlar projektörer och entreprenörer genom hela projektet, här blir byggherren själv samordningsansvarig. Den samordnade generalentreprenaden är samma som föregående, skillnaden är att byggherren köper en samordningstjänst av någon av de inblandade entreprenörerna. Vid den här typen av upphandlingar är det AB, allmänna bestämmelser, som gäller (Nordstrand 2000).



Figur 10 Generalentreprenad.

3.7 IFC

IFC- Industry Foundation Classes är en internationell, öppen standard för objektorienterad byggnadsmodellering. Formatet är utvecklat av IAI (International Alliance for Interoperability) som bildades i USA 1993/94. Syftet var att utveckla en standard för att överföra information om byggnaders delar, oberoende av programvara och dataplattform (Svenska AIA). AIA har tio regionala föreningar runt om i världen, dessa kallas "chapters". Dessa "chapters" bidrar till att utveckla filformatet. Sverige ingår i den Nordiska föreningen där även Danmark, Norge och Finland är representerade. IFC marknadsförs även under namnet "buildingSMART" (Svenska AIA).

IFC är det enda internationellt erkända neutrala format att utbyta objektbaserade datamodeller mellan olika mjukvaror. Alla programtillverkare använder olika sätt att tolka information i en modell, detta medför problem när information ska importeras mellan olika applikationer. IFC är så att säga en "översättare" som gör att arkitekter och ingenjörer kan importera data från varandras modeller eller länka dem i en gemensam modell för bland annat kollisionskontroll. Tanken är att informationsutbyte mellan olika program ska kunna ske utan mänsklig inblandning. Exempel på program är CAD-, kalkyl- och tidsplaneringsprogram. De flesta 3D-CAD programmen har idag en import/export funktion för IFC, eller så bifogas denna som en add-on lösning (Detdigitalebyggeri 2010).

IFC är en "open source" (öppen källkod) standard. Den är resultatet av en pågående utvecklingsprocess inom ramen för buildningSMART där konsulter inom byggindustrin tillsammans med programutvecklare och forskningsinstitutioner ideellt samarbetar.

IFC används till viss del i till exempel Danmark och Norge inom husbyggnad. I Danmark har "*Det digitale byggeri*" startats på uppdrag av den danska regeringen. Det är ett nätverk där byggherrar, arkitekter, konsulter och flera andra intressenter i byggbranschen tillsammans aktivt deltar för att utveckla BIM och 3D-modeller. I Danmark ska alla statliga byggprojekt som överstiger 20 miljoner danska kronor redovisas i en 3D-modell (*Det digitale byggeri 2010*).

4 EMPIRI

I detta kapitel kommer samtliga intervjuer att sammanfattas punktvis för att på så sätt göra dem mer överskådliga. De kommer sedan att ligga till grund för analysen.

4.1 Entreprenörer

I hur stor del av de projekt du deltar i får du tillhandahållen digital information i form av modeller?

Överlag så är modeller något som entreprenören måste fråga efter. Kvaliten och innehållet i modellerna varierar men det behövs alltid en handpåläggning för att de skall kunna användas vid maskinstyrning.

Vilket material brukar ni få levererat i dagsläget? (Enbart 2D, ritningar på CD)?

Oftast levereras 2D-ritningar med tillhörande beskrivningar, linjer och profiler. Linje- och profil-filerna levereras digitalt. Även CAD-filer efter att de frågat om dessa.

Vart ifrån kommer den digitala informationen som används vid maskinstyrning (Skapar du den själv eller tillhandahålls denna)?

Svaren är genomgående att entreprenören själv tillverkar denna utifrån det underlag han kommit över. Får ofta levererat CAD-underlaget till ritningar, men detta är inte i närheten av en anläggningsmodell. Dock så bygger Skanskas interna bolag ”Skanska teknik” färdiga modeller för användning till maskinstyrning.

Vem är ansvarig för uppbyggnaden av en ny modell?

Entreprenören och hans mättekniker ansvarar för uppbyggnaden av maskinstyrningsmodellen. Vid tillgång till 3D-linjer så underlättas det arbetet betydligt.

Vilken är den grundläggande data ni utgår från vid konstruktionen?

Här varierar svaren, DWG-filer, rena koordinatlistor, terrängmodeller och linjeprofiler. Det som avgör är vilken data som tillhandahålls. Det har framkommit att uppbyggnaden av normalsektioner kräver extra mycket handpåläggning.

Hur behandlar du de data som tillhandahålls?

Arbetet går ut på att skapa en så bra modell som möjligt som går att använda till både maskinstyrningen och mängdningsarbetet. Linjeprofiler levereras digitalt. Normalsektioner plockas ut ur PDF-filer (2D) och ritas upp av entreprenören. Han skapar sedan en egen väggkropp som innehåller överbyggnadstjocklekar.

Brukar det bli tolkningsfel och på vad i så fall?

Entreprenörerna upplever olika typer av vanligt förekommande tolkningsfel. Gemensamt är att normalsektionerna inte stämmer överens med tvärsektionerna samt att sektionering var 20:e meter vid vägbyggen är för grovt vid maskinstyrning. Vid järnvägsbyggen kan det dock vara fullt tillräckligt. Även släntlutningar och diken med fel lutning är ett vanligt förekommande problem.

Brukar ni sakna någon specifik data?

Att behöva fråga om ritningsunderlaget och sedan hinna få detta i tid är ett problem. När entreprenören tagit emot DWG-filer (AutoCAD), så kan problem uppstå med kopplingarna, de så kallade xref:arna. Entreprenörerna efterfrågar också en komplett beskrivning över släntlutningen från stödremsa ner till dikesbotten.

Vad finns med i modellen då den är klar? (Lagerföljder inklusive nivåer? Jordprofil? Känt berg? Trummor? Kanalisation?).

Beroende på vilken typ av modell som skapas är det olika data som bör ingå. I en terrängmodell är det exempelvis enbart en triangulerad yta som bestäms, detta för den färdiga överytan samt för terrassen. Gemensamt verkar dock vara att det är en linjemodell som önskas vid maskinstyrning. Det som krävs av en sådan modell vid just maskinstyrning är höjder, sidmått, lutningar, lager och tjocklekar vid samtliga brytpunkter i modellen. Enligt branschpraxis skapas modellen uppifrån och ner, med utgångspunkt från väg-/spårmit.

Något som inte krävs vid maskinstyrning men som efterfrågas av samtliga entreprenörer är att även lägga in befintligt berg, i den mån data finns på detta. Det samma gäller befintlig el och VA, samt de trummor som ska installeras, om det så bara ligger som en linje i modellen utan exakta dimensioner. Detta för att kunna göra en snabb kollisionskontroll.

Hur detaljerad anser du att 3D-modellen bör vara?

Den genomgående åsikten är att modellerna inte ska vara för detaljerade då det innebär att modellen blir alldeles för tungarbetad för maskindatorn, även om man delar upp den i sektioner. Detaljer som är av största delen kosmetisk karaktär bör därför undvikas, så som lyktstolpar, asfaltslager, kantsten, träd och dylikt. Längden mellan angivna tvärsektioner bör inte heller överskrida två meter i kurvor då det i dagsläget inte går att definiera några ”mjuka linjer”. På en raksträcka där det inte sker några förändringar räcker det med sektioner å fem meter.

Om du upptäcker en uppenbar ÄTA, vad gör du?

Samtliga entreprenörer vi intervjuat tar omgående kontakt med beställaren enligt AB. Dessutom upptäcks betydligt fler fel i ett tidigt skede, vilket medför att de kan avhjälpas redan innan produktionen kommit igång. Detta sparar i sin tur både tid och pengar för såväl beställare som entreprenör.

Vad händer med ritningen efter att den byggts upp?

Efter att ansvariga mättekniker avslutat sin modell eller delar av den laddas dessa upp på en server. Där granskas modellen ytterligare, antingen genom egenkontroll eller av någon annan mättekniker. Behöver något ändras i modellen görs detta och sedan byts hela filen ut. Efter godkänd kontroll leveras

modellen till maskinen, oftast via USB. Trådlösa system har börjat komma ut på marknaden vilka, enligt våra källor, sägs "vara framtiden".

Mätteknikerna behöver sedan bara kontrollera att höjderna stämmer och slipper därmed hela utsättningsarbetet vilket gör att de kan underhålla fler maskiner. Det brukar räcka med en kontroll vid arbetsdagens början och en vid lunch. Maskinerna kalibreras en gång i veckan mot känd punkt.

Hur skulle du vilja få 3D-data levererad?

Entreprenörerna är överens om att det är komplett modell, uppbyggd av 3D-polylines som de vill ha. Det är ungefär 50/50 om de vill ha landXML-filer eller .DWG-filer, ett problem vi inte lagt någon större vikt vid.

Finns det objekt ni inte vill ha i 3D?

Ingen av entreprenörerna har hitintills sett en för detaljerad modell. Ju mer information dess bättre. Förutsatt att de lager som är av mer mängdberäknande och kosmetisk karaktär går att släcka/ta bort i den version som skall vidare till maskinen.

Kan du tänkta dig att betala extra för att få tillgång till anläggningsmodeller?

Ja, förutsatt att beställaren godkännt modellen och att konsulten kan stå för handlingen.

Vilken noggrannhet kommer ni ner på vid utförandet?

Gemensamt är att med hjälp av totalstation och hyvel kommer de ner på en noggrannhet av +/-20mm medan GPS-styrning hamnar på ca +/-50mm. Vilket kan anses som mycket goda resultat över en längre sträcka. Tyvärr missgynnas maskinstyrningen av det ganska föråldrade kontrollsystemet "Statisk acceptansk kontroll".

Behövs dubbla polylinjer mellan olika lager?

Det är inget de tänkt på, men majoriteten säger att de gärna skulle få detta för att slippa problem då de släcker olika lager. Förutsatt att det tydligt framgår vilka linjer som är vad och till vilket lager de hör.

Vilken programvara använder du?

Det finns en rad olika program som entreprenörerna använder sig av, i huvudsak SBG-Geo, Novapoint, AutoCAD samt den nyare versionen av SBG-Geo som är kompatibel med Civil3D vilket är anpassat till en ren Windowsplattform istället för DOS. Formaten som levereras från dessa program är som tidigare nämnt LandXML- och DWG-filer.

Vart i denna process ser du ökad effektivitet?

Entreprenörerna är helt eniga om att maskinstyrning bidrar till en effektivare process genom hela projektet.

Mängdningsarbetet och anbudsskedet går betydligt fortare, vilket i sig bidrar till en snabbare produktionsstart. Dessutom går det att köra maskinstyrning oavsett väderförhållande, stakkäppar behövs inte och det sparar material då över- och underskottsmassor kan nyttjas för att utjämna varandra.

4.2 Beställare

Vem beslutar om maskinstyrning på projekt?

Eftersom beställarna själva inte ser någon direkt vinning i att kräva maskinstyrning är det i dagsläget helt upp till entreprenörerna att besluta om detta. Däremot börjar det komma påtryckningar från branschen att projekten ska börja upphandlas och projekteras för maskinstyrning.

Vet du vart maskinstyrningsmodellen kommer ifrån?

Då beställarna inte anser sig ha tillräckligt med kunskap för att skapa eller granska en maskinstyrningsmodell är detta något som entreprenörerna själva får skapa utifrån de ritningar som levererats av projektörerna.

Ser du någon vinning i att beställa anläggnings-/maskinstyrningsmodeller?

Beställarna är eniga om att maskinstyrning är bra. Dels för att det tydligt framgår vad som gjorts efter det att arbetet avslutats, men även för att det blir lätt att kontrollera anläggningen vid slutbesiktningen och för driftens fortsatta arbete. En annan positiv effekt är att en datafil, på exempelvis ett USB-minne, är mer hanterbart än en massa pärmar.

Tror du det blir någon skillnad i kvalitet på handlingarna om du får dem som 3D-modeller istället för vanliga ritningar?

Om projektören är duktig på att skapa modeller upplever beställaren att det blir bättre handling jämfört med traditionella ritningar. Modeller ger en bättre helhet och handlingarna blir mer genomtänkta samtidigt som uppenbara fel undviks.

Tror du kvalitén på den produkt du får påverkas om ni använder maskinsystem istället för konventionell utsättning?

Beställarna är även eniga om att det blir bättre kvalitet på produkten. Eftersom exakt data finns i maskindatorn/modellen är resultatet inte beroende av hur noggrann en utsättare är. Dessutom tror de att det beror på yrkesarbetarnas inställning till den nya tekniken. Ny teknik är kul och då gör de ett bättre jobb.

Brukar entreprenören fråga efter de maskinstyrningsmodeller som kommer från den konsult som projekterat handlingarna?

I regel brukar entreprenören redan vid startmötet fråga efter data, ju mer desto bättre. Utifrån denna data skapar de sedan sina egna anläggningsmodeller.

4.3 Konsultens projekteringsprocess

Precis som i alla organisationer där effektivitet är något eftersträvansvärt krävs en organisation som är strukturerad och har tydliga mål. Så är fallet även hos Vectura, se Figur 11. Som konsulter har de i uppgift att utifrån ett givet underlag projektera en helhetslösning som sedan ligger till grund för upphandlingen av entreprenör.

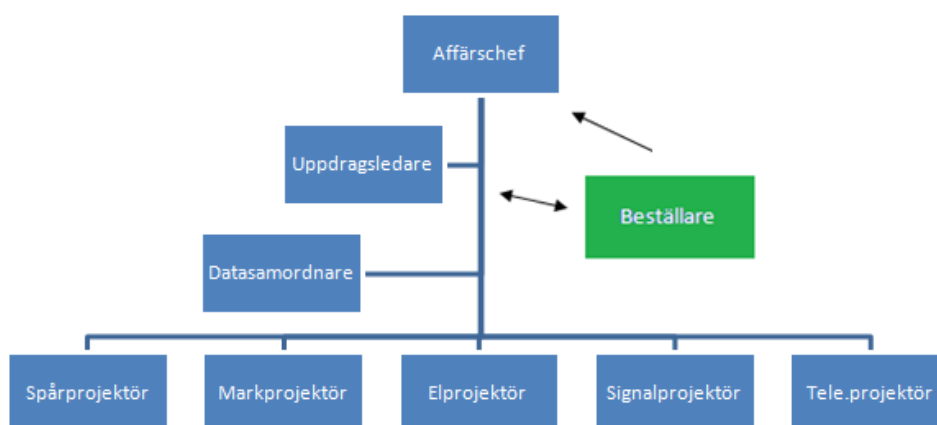
När Vectura vunnit en upphandling av järnvägsprojektering ser de till att begära in all befintlig data, terrängmodeller och kartor från kunden. Kunden är i detta fall lika med beställaren, sett ur byggprocessens övergripande synsätt. Det görs sedan en bedömning om de data som finns tillgängliga är tillräckliga, eller om den behöver kompletteras. Om data behöver kompletteras med ytterligare inmätningar beställer Vectura dessa själva av en mätfirma. Utförda inmätningar levereras i punkter och linjer döpta efter Banverkets standarder gällande linjetyp, linjetjocklek och symboler. Användning av flygfoton över området från olika sajter på nätet används också för att få en övergripande blick av arbetsområdet. Det genomförs även ett platsbesök av projektören för att få en klarare bild över projekteringsområdet (Häll 2010).

4.3.1 Tanken bakom projekteringen

Tankesättet bakom projekteringen är, ”om jag vore entreprenör, hur skulle jag bygga?” (Häll 2010). Att det som projekteras går att bygga och redan under projekteringsfasen försöka hitta kostnadsbesparande lösningar. Det som ofta är problemet vid markprojekteringen i järnvägsbyggen är avvattning och framförallt massbalans. Här kan det sparas mycket pengar och schaktmassor med en smart projektering (Häll 2010).

4.3.2 Arbetsgruppen

En typisk arbetsgrupp på Vectura som tillsammans ska ta fram en handling för projektets genomförande består av en affärschef som under sig har ett flertal uppdragsledare, däribland en för det specifika projektet. Uppdragsledaren har direkt kontakt med beställaren och får även information om projektet i den utsträckning material finns. Projekteringsunderlaget skickas därefter vidare till en datasamordnare som granskar materialet och sammanställer detta till tekniskspecifika modellfiler. När det befintliga underlaget blir tillgängligt börjar projektörerna med sina delar. I början av processen är det huvudsakligen spårprojektören som måste bestämma järnvägens dragning. Då det är klart kan mark och EST, el/signal/tele, börja med sin projektering, även om den nya tänkta dragningen av järnvägen sker genom visst samrådande redan vid spårprojekteringsstadiet (Häll 2010).



Figur 11 Projektgruppens struktur, inkl. beställarens roll.

Datasamordnare

Datasamordnarens uppgift är att sammanställa den data som levereras från beställaren. Det kan vara allt från vanliga kartor till flygscanningar över befintlig terräng där den nya banan är tänkt att dras. Då data är sammanställd skickas informationen vidare till en gemensam projektserver som är uppdelad i tekniskspecifika filer (Häll 2010).

Spårprojektör

Det viktigaste att reda ut i början av projektet är hur det blivande spåret kommer att dras. Beslut måste snabbt fattas om vilket sträckningsförslag som är det mest fördelaktiga om det finns fler än ett i systemkravet. Utöver detta måste även exakt positionering anges, såväl i x- och y- som i z-led. Detta för att projektörerna i nästa skede ska ha något att förhålla sig till. För spårprojektören handlar det om att projektera de första 500mm från RÖK ner till järnvägsbanken, den nivå där markprojektören tar vid. Till spåret hör även växlar, slipers och räil (Häll 2010).

Markprojektör

Efter visst samarbete med spårprojektören tar markprojektören vid och skapar en 3D-modell av den tänkta bankroppen som krävs för att kunna placera spåret i önskat läge. Det innebär att bl.a. lutningar och lagertjocklekar måste anpassas efter de geotekniska förhållanden som råder för att uppfylla de krav på hållfasthet som ställts. Här måste även beräkningar på schakt-/fyllningsmassor göras då en väl utförd massbalansberäkning kan generera stora ekonomiska besparingar. I markprojekteringen ska även avvattning dimensioneras och lägesbestämmas (Häll 2010).

EST-projektörer

Slutligen ska övriga installationer planeras av ytterligare tre stycken teknikgrupper. De här projekteringarna är väldigt ingående och ger en exakt bild av hur allt kommer att se ut då det är klart. El-/signal- och teleprojektörerna har som uppgift att placera ut de ledningar, signalsystem och den kraftöverföring som krävs (Häll 2010).

4.3.3 Dataleverans

Då samtliga projektörer är nöjda med sin tekniskdel skickar de vidare filen till en gemensam mapp, kallad "Gällande". Där kontrolleras sedan att allt fungerar

tillsammans, ligger rätt i plan och höjd och att det går att tända och släcka alla lager/profiler var för sig. Då allt granskats och godkänts skapas ritningar utifrån denna modell (Häll 2010).

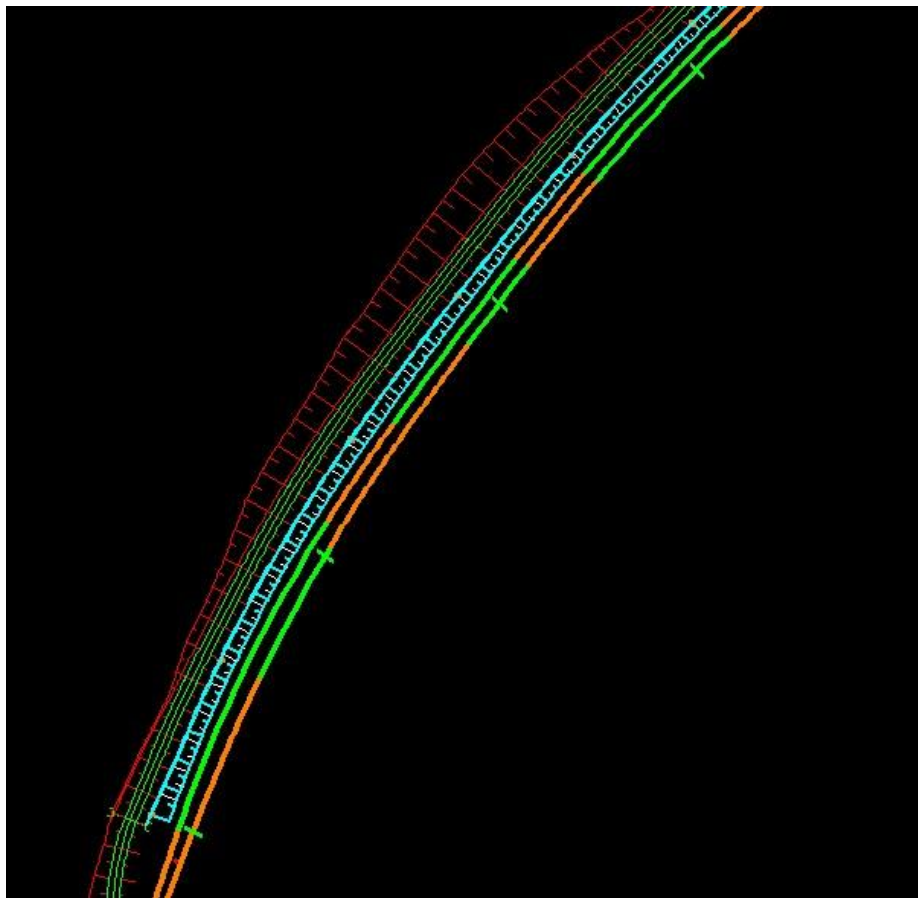
4.3.4 Granskning

Innan konsulten lämnar ifrån sig projekterat material ska detta granskas. Det sker efter en fördefinierad granskningsplan. Granskningen genomförs för att kontrollera att det framtagna materialet innehåller alla efterfrågade detaljer. Det är också viktigt att ritningar och andra handlingar ska vara lätta att begripa.

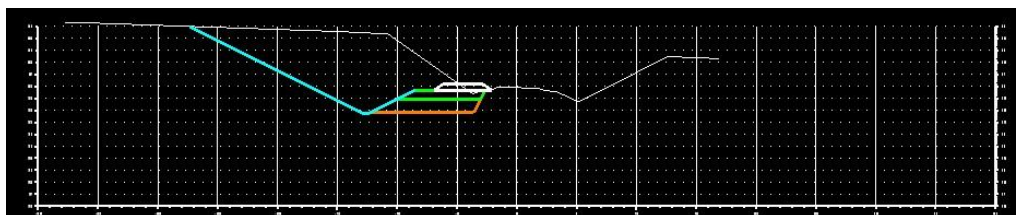
Granskningen sker på två sätt, först en intern och sedan en extern granskning. Interngranskning innebär att granskningen sker inom företaget, vanligt är att personalen på samma avdelning byter material sinsemellan för att säkerställa att dokumenten är korrekta. Till sin hjälp har den person som granskar olika checklistor. Dessa innehåller även en egenkontroll där konsulten först kontrollerar sitt eget arbete innan det lämnas över för granskning. Checklistorna är utformade så att allt från elementära saker så som datum och sidnummer till mer invecklade kontroller följs upp och genomförs.

Beställaren genomför sedan ytterligare en granskning av det färdigställda materialet. Vid eventuella revisioner kontrollerar konsulten återigen modellen med de nya ändringarna.

Eftersom de flesta upphandlingar inte ställer några direkta krav på de modeller som konsulten skapar, i syfte att generera tvådimensionella pappers- eller PDF-ritningar, sker ingen övergripande granskning av modellen. Modellen skapas enbart i syfte att leverera planritningar, se Figur 12, samt profilritningar och tvärsektioner, se Figur 13. Utöver den indirekta granskning som sker vid framtagandet av tvärsektioner, ofta var 20e meter, uteblir granskning av modellen i sin helhet, även om den sedan levereras vidare till kund vid eventuellt önskemål om detta (Häll 2010).



Figur 12 Planritning över Sågbäckens nya mötesstation, (InRoads).



Figur 13 Tvärsektion genom Sågbäckens nya mötesstation, (InRoads).

5 ANALYS

5.1 Arbetsgången hos entreprenörerna med avseende på dataflöde

Hur arbetsgången ser ut hos de olika entreprenörerna varierar, men det finns flera likheter. Variationerna beror på vilken indata entreprenören fått tillgång till samt i vilket skede denna levererats. Genom att få tillgång till anläggningsmodeller eller CAD-ritningar redan under anbudsskedet kan mer preciserade anbud ges och det egna arbetet med en maskinstyrningsmodell kan komma igång så fort entreprenören fått jobbet. Hur arbetet sedan fortlöper med skapande av maskinstyrningsmodell och MBS:er beror på vilken typ av anläggningsjobb som ska utföras. Det skiljer sig även mellan de olika maskinstyrningssystemen då dessa kan kräva olika typer indata. Vid enklare arbeten som till exempel ledningsschakter kan det räcka med en enda linje som anger höjd och läge på schaktbotten. Vid mer omfattande arbeten blir också modellerna mer omfattande och beroende på vilken indata som levererats varierar antalet timmar som entreprenörerna behöver lägga ner på maskinstyrningsmodellen. Om entreprenören fått levererat 3D-linjer så underlättas hans arbete väsentligt.

Problemet med att få tillgång till digitaliserad data i form av modeller och CAD-ritningar går entreprenören ofta runt genom att direkt kontakta projektören. Att istället gå ”den rätta vägen” och kontakta beställaren som i sin tur ska kontakta projektören tar ofta för lång tid.

Arbetet med att skapa en modell för både maskinstyrningen och mängdningsarbetet påbörjas så fort entreprenören tillskansat sig tillräckligt med indata. Antingen genom leverans eller att han skapat vissa data själv.

När sedan modellen/modellerna är skapade görs en egenkontroll innan dessa levereras ut till maskindatorn samt till mängdningsansvarig. Leveransen till maskindatorn sker än så länge med USB-minne, alternativt genom ihopkoppling med en bärbar dator. MBS:erna läggs upp på en server så att samtliga behöriga kan komma åt dem. Vid senare revideringar sparas de gamla modellerna ner för uppföljningssyften och de nya modellerna blir gällande.

5.2 Modellens utformning

På det hela taget är entreprenörerna ganska eniga om vilket underlag de vill ha levererat vid ett maskinstyrningsprojekt, men det finns vissa meningsskiljaktigheter.

Till att börja med är samtliga entreprenörer eniga om att det är en linjemodell de vill ha vid användande av maskinstyrning. Utom i de fall då det räcker med att endast överytan beskrivs, då räcker det med en ytmodell. Kortfattat bör en linjemodell innehålla samtliga brytpunkter där vinklar eller material ändras. Utöver denna grundläggande data är entreprenörerna även eniga om att de vill få med så mycket information som möjligt i modellen, förutsatt att data av mer mängdberäknande eller kosmetisk karaktär går att släcka i den version som ska skickas till maskindatorn. Det som framförallt efterfrågas här är ”känt berg”, eller ”troligt berg” i mån av provborrningsdata, samt befintliga el och VA-ledningar. Dessa data, tillsammans med linjer där trummor och kanalisationer ska installeras, är av stort värde för entreprenören för att kunna göra en snabb kollisionskontroll redan i ett tidigt skede.

Det entreprenörernas åsikter går isär om rör mestadels filformat och programvaror. Utöver detta har endast en sak framkommit och det är huruvida dubbla, eller ibland ännu fler linjer ska användas i samma läge för att inte tappa information tillhörande ett lager när ett annat släcks. Det här var något de inte själva tänkt på eller använder sig av idag, men majoriteten av de vi intervjuat såg en fördel med detta och anser att det är något de vill ha om det är möjligt.

5.3 Felkällor

Felkällor ska identifieras och kartläggas om så är möjligt. Under analysfasen är det viktigt att kritiskt granska insamlad data (Andersson, Borgbrant 1998).

En felkälla som kan ha påverkat resultatet i det här arbetet är att endast fyra personer på entreprenörsidan intervjuats samt endast två på beställarsidan. För

att få en högre reliabilitet i arbetet kunde fler personer intervjuats, både från entreprenörssidan och från beställarsidan.

Då viss information hämtats från företagsspecifika hemsidor har den kritiskt granskats då den inte kan ses som objektiv.

6 DISUSSION OCH SLUTSATS

I det här kapitlet sammanfattas den information som framkommit i analysen, med utgångspunkt från den bakomliggande teorin, forskningsfrågorna kommer även att besvaras här. De områden som inte utretts till fullo på grund av avgränsningar i arbetet kommer att listas som förslag till fortsatta studier.

6.1 Svårigheter med implementering genom hela byggprocessen

I det här stycket kommer det att redogöras för hur olika parter i processen påverkas av ett maskinstyrningssystem.

6.1.1 Beställare

Beställare är de som har svårast att se en direkt vinning av maskinstyrning. De ser att de är upp till entreprenören om han vill använda maskinstyrning eller inte. Ett skäl kan vara att de inte vill upphäva konkurrensen vid anbudsförfarandet. Kräver beställaren maskinstyrning så missgynnas de entreprenadföretag som ännu inte införskaffat sig den kompetensen. Användandet av maskinstyrning ökar varje år och används vid allt fler projekt, så krav från beställaren att använda maskinstyrning kommer med största sannolikhet att krävas inom en snar framtid.

Ett annat problem hos beställaren är att kompetensen för att ställa krav och sedan granska anläggnings- och maskinstyrningsmodeller från konsult är begränsad. Att införskaffa den kompetensen och sedan bibehålla denna ser beställaren som ett heltidsuppdrag och för tillfället saknas resurser för detta. Det beställaren kan göra och för tillfället utövar, är att ta in en extra konsult som besitter kompetensen att utföra dessa uppgifter.

6.1.2 Konsult

Hos konsulten ses möjligheten att kunna erbjuda en tjänst i och med maskinstyrning. Förhoppningen hos konsulten är att tydligare krav ska ställas från beställaren vid konsultupphandlingen avseende maskinstyrning och anläggningsmodeller. Då har konsulten möjlighet att räkna på och ta betalt för det extra arbetet med att ta fram modellen. Konsulterna behöver även besitta den kompetens som krävs för att projektera en maskinstyrningsmodell, något alla inte har idag. Vid en totalentreprenad kan dock tid läggas för en dialog mellan entreprenören och konsulten vilket kan resultera i en bättre modell. Feedback från entreprenör till konsult kan vara positivt i alla typer av upphandlingsformer.

6.1.3 Entreprenören

Än så länge är det främst entreprenören som kan göra kostnadsbesparingar med maskinstyrning. Entreprenörens mättekniker/mätchefer är de personer som bäst har koll på vad som bör ingå i maskinstyrningsmodellen, detta eftersom det är de som använder dem. Men när önskemålen om levererad data från konsult kan skilja sig mellan de olika entreprenörerna är det viktigt att försöka precisera vilken data som är absolut nödvändig till olika typer av projekt.

Något annat som kan ses som ett problem är det faktum att avsaknaden av utsättning på arbetsplatsen gör att övriga yrkesgrupper, utom maskinisten, får svårt att orientera sig på arbetsplatsen.

Maskinstyrning medför även en initial kostnad då all utrustning måste köpas till maskinerna, samtidigt behöver personalen utbildas på handhavande av maskindatorer och mjukvaror. Två faktorer som gör att det är ”lättare att fortsätta som man alltid gjort”.

Fördelar och nackdelar

Fördelen med de båda systemen är att det kan ersätta den traditionella utsättaren som annars måste vara på plats, eftersom det inte är en direkt värdeskapande aktivitet undviks den gärna. Då maskinisten inte längre behöver en utsättare för att få höjder ökar både total kvalitén och produktiviteten. Vid denna typ av utförande minskar även felarbetet och bättre förutsättningar för kontroll skapas.

Några nackdelar som uppstår då behovet av utsättare på bygget minskar är dels att färre markeringar i terrängen sätt ut. Det medför att det blir svårare för

andra yrkeskategorier som inte har tillgång till maskinförarens display att orientera sig på bygget med avseende på position och höjder. Alla ändringar måste ske digitalt då maskinen helt styrs utifrån de modeller som finns i datorsystemet. Dessutom krävs både utrustning och kunskap, vilka båda leder till investeringskostnader som skall täckas av den ökade effektiviteten i produktionen.

6.2 Entreprenadformer

Eftersom konsult och entreprenör ofta upphandlas var för sig (utförandeentreprenad) har dessa inte speciellt stor kontakt med varandra vid själva projekteringsskedet. Det medför att entreprenören inte har speciellt stora möjligheter att påverka det som ska projekteras vilket kan leda till längre projektider och mer kostsamma lösningar. Projektören i sin tur kommer inte att få någon erfarenhetsåterföring och på så vis inte heller få någon möjlighet att förbättra sig till nästa gång. Intresset hos beställaren kan dock ses som ganska litet för denna typ av återkoppling då det inte är av någon betydelse för dennes produkt, samtidigt är det beställaren som skulle få bekosta ett sådant möte. Ett tänkbart scenario där beställaren själv kan ha intresse i en sådan erfarenhetsåterföring är i de fall då samma beställare och entreprenör vid ett flertal tillfällen kommer att utföra liknande projekt.

Erfarenhetsåterföringen verkar i regel vara bättre i de fall då totalentreprenad tillämpas eftersom konsulten och entreprenören då har direkt kontakt med varandra.

För att komma åt det här problemet bör därför varje maskinstyrningsmodell levereras från konsult tillsammans med ett dokument där entreprenören har chansen att utvärdera modellen. De ska här ha möjlighet att skriva ner vad i modellen som behöver kompletteras, vad som helt saknas eller något annat som kunde förbättrats. Det bör även ges ett visst utrymme för entreprenören att tala om vad som vart bra i modellen och om det till och med var något som var överarbetat. Dokumentet skickas sedan tillbaks till den konsultfirma som projekterat modellen för att kunna göra en återkoppling och förbättra sina framtida modeller.

6.3 IFC

Användningen av IFC i Sverige är inte stor. Formatet utvecklas hela tiden, men en större utveckling på anläggningssidan behövs för att inom en rimlig tidsperiod börja använda detta. Än så länge försvinner viss data vid

exporteringar och dylikt. Detta kan inte få förekomma om målet i framtiden är att kunna leverera en anläggningsmodell istället för 2D-ritningar.

Tanken bakom IFC är lockande, att ett format ska kunna läsas av alla olika projekterings-, kalkylerings-, produktionsstyrnings- och förvaltningsprogram. Så långt har tekniken inte kommit idag. Om IFC ska börja användas krävs att branschen kommer överens om att satsa på formatet och att krav på detta, främst från beställarsidan, ställs i upphandlingar. Då inte bara på att handlingar ska levereras i IFC-format, utan de måste finnas krav på vilken data som ska finnas med och vara tillgänglig för andra aktörer, samt när dessa data ska vara tillgängliga.

6.4 Programvaror

I studien har det tydligt framgått att entreprenörer och konsulter ofta arbetar i olika programvaror som genererar filformat vilka inte alltid stöds av nästa programvara i ledet. Då Vectura efter önskemål, trots avgränsning, undrat över vilka filformat som bör produceras har entreprenörerna blivit tillfrågade om detta vid intervjuerna. Detta är något som kräver vidare forskning.

Efter de svar som erhållits anser vi att den snabbaste vägen för att komma runt det här problemet vore att börja använda sig av IFC. Det krävs givetvis utveckling av formatet innan det blir fullt brukligt.

6.5 Modellens utformning

För att beställaren av det här examensarbetet enkelt ska kunna ta till sig de uppgifter som sammanställts från de intervjuer som genomförts kommer denna att presenteras genom en punktlista. Listan skapas i syfte om att kunna framställa en så god anläggningsmodell som möjligt utifrån denna.

Listan nedan har utformas genom tolkning av intervjuerna och beskriver i fallande ordning vad som är av störst vikt vid utformning av en komplett anläggningsmodell.

Viktig data

- Förbereda för linjemodell.
(Se till att ha rätt grundförutsättningar, exempelvis inställningsfiler för programmet, rätt koordinatsystem och rätt längdmätning).
- Arbeta med väg- eller spårmodell som utgångspunkt.

- Ange höjder, sidmått, lutningar och brytpunkter på samtliga lager, så väl över- som underytor och schaktbotten
- Avståndet mellan brytpunkterna i modellen bör inte överstiga 2m i kurvor och 20m vid raksträckor för att få den så exakt som möjligt.
- Använd dubbla linjer mellan lagren.
(Detta för att inte tappa exempelvis höger nederkant i bärlagret när förstärkningslagret släcks då det innehåller samma linje men motsvarar förstärkningslagrets högra överkant).
- Döp linjer och objekt så att det tydligt framgår vilket lager de tillhör.
- Rita in projekterade el- och VA-ledningar samt kanalisationer genom att nyttja övriga teknikslags projekterade material som bakgrundsfiler under projekteringen.
- Projekterade objekt, så som kontaktledningsfundament och dylikt bör positionsbestämmas i modellen, objekten i sig beskrivs endast som en yta.

Önskas

- Rita in befintligt och troligt berg i modellen.
- Befintlig el, VA och kanalisation.
- Befintliga träd, skala 1:1, ej 3D.

Samtliga punkter bör ingå i ett eget lager så att de kan släckas eller helt plockas bort från den modell som ska levereras till maskindatorn. Den riskerar annars att bli för tungarbetad. Installationerna önskas, om möjligt, med rätt angivna dimensioner, annars räcker det med linjer.

I de fall då befintliga ledningar/kanalisationer inte kan höjdsättas på grund av avsaknad mätdata önskas en linje som korsar vägen/banken genom väg-/spårmit.

6.6 Förslag till fortsatta studier

6.6.1 IFC

Undersöka hur stort intresset på marknaden är för IFC, samt ta reda på vad som saknas i IFC för att kunna börja använda sig av denna metod. Vi tror att lösningen på problemet med olika filformat är IFC framför gemensam programvara i branschen vilket är alternativet.

6.6.2 Juridik

Att reda ut vem som har ansvar vid olika leveranser om fel uppstår, samt undersöka om det går att ändra ordningen på ”motstridiga uppgifter” i AB. Något vi har kontaktat branschorganet FIA angående De visade stort intresse, men tyvärr vi fick aldrig några vettiga svar från dem då våra mail hela tiden vidarebefordrades.

7 REFERENSER

Litteratur

Davidsson B, Patel R (2003), *Forskningsmetodens grunder*, Studentlitteratur, (ISBN 91-44-02288-3)

Kvale S, Brinkmann S (2009), *Den kvalitativa forskningsintervjun*, Studentlitteratur, (ISBN 978-91-44-05598-5)

Andersson N, Borgbrant J (1998), *Byggforskning- processer och vetenskaplighet*, Luleå tekniska universitet, Forskningsrapport, (ISSN 1402 1528)

Trost J (2005), *Kvalitativa intervjuer*, Studentlitteratur, (ISBN 91-44-03802-x)

Nordstrand U (2004), *Byggprocessen*, Liber, (ISBN 91-47-01169-6)

Tryckta källor

Ekmark Juhlin L och Nystedt F (2008), *Effektivisering av dataflödet mellan anläggningsmodell och maskinstyrning*: Examensarbete, Göteborg, Chalmers.

Jonsson H (2008), *Sattelitguidning av grävmaskiner*: Examensarbete, Luleå, Luleå tekniska universitet.

Muntliga källor

Häll, John, *Vectura*, (2010-02-24).

Söderström, Patrick, *Atcon*, (2010-03-04).

Lund, Mikael, *Svevia*, (2010-03-13).

Danielsson, Patrik, *NCC*, (2010-03-13).

Backman, John, *PEAB*, (2010-03-22).

Svenhage, Ulf, *Skanska*, (2010-03-26).

Tossavainen, Tomas, *Trafikverket/Banverket*, (2010-05-26).

Westerlund, Mats, *Trafikverket/Vägverket*, (2010-05-29).

Webbsidor

<http://www.detdigitalebyggeri.dk/>, (2010-03-22).

<http://www.siai.se/index-filer/Page489.htm>, (2010-03-22)

<http://www.ortogonal.se/tjanster/sektionering-volyMBERakning-mangdberakning.html>, (2010-05-12).

<http://www.sbg.se/products/georog.html>, (2010-05-17).

<http://www.sbg.se/dozer-2.html>, (2010-05-17).

<http://scanlaser.se/sv/produkter/graevsystem.aspx>, (2010-05-31).

<http://swepos.lmv.lm.se>, (2010-05-31).

<http://www.entreprenorcentrum.se/default.asp?pageid=27628>, (2010-06-07).

<http://www.regionbiblioteket.stockholm.se/upload/L%C3%A4nsavd/Dokument/SWOTanalys.pdf>, (2010-05-07).

8 BILAGOR

8.1 Bilaga 1 - Intervjufrågor entreprenör

- Vilken befattning har du på ditt företag?
- Hur många projekt deltar du i under ett år?
- I hur stor del av de projekt du deltar i får du tillhandahållen digital information, i form av modeller?
- Vilket material brukar ni få levererat i dagsläget. Enbart 2D? ritningar/CD-skiva/databas?
- Två ritningar/sektion? (Plan och profil)?
- Vart ifrån kommer den digitala informationen som används vid maskinstyrning (Skapar du den själv, tillhandahålls den eller anlitas en extern konsult.)?
- Vem är ansvarig för uppbyggnaden av en ny modell?
- Vilken är den grundläggande data ni utgår från vid konstruktionen?
- Hur behandlar du de data som tillhandahålls?
- Brukar det bli tolkningsfel och i så fall på vad?
- Brukar ni sakna någon specifik data?
- Vad finns med i modellen då den är klar? (Lagerföljder? inkl. nivåer? Jordprofil? Känt berg? Trummor? Kanalisation?). Vad skiljer denna mot konsultens modell?
- Hur detaljerad anser du att modellen bör vara?
- Om du upptäcker ett uppenbart fel, en ÄTA, vad vidtar du för åtgärder?
- Vad händer med modellen efter att den byggts upp?

- Vilka data levererar du till maskinisten, skiljer sig denna åt i olika projekt?
- Hur skulle du vilja få 3D-data levererad?
- Finns det objekt ni *inte* vill ha i 3D?
- Kan du tänka dig att betala extra för att få tillgång till anläggningsmodeller?
- Vilken noggrannhet kommer ni ner på vid utförande.
- Hur många modeller behöver ni skapa, olika lager?
- Beskriver du varje lager som en volym eller en yta?
- Behövs dubbla polylinjer mellan lager?
- Vilken programvara använder du?
- Vart i denna process ser du ökad effektivitet?

8.1.1 Bilaga 2 - Mikael Lund, Svevia Umeå

Vilken befattning har du i ditt företag?

Mätchef i regionen, Gävle till Kiruna. Styr mätteknikerna, 30-40 st. Uppdrag: att bli duktigare på att tolka handlingar och inte missa intäkter. Gubbarna är vana att lösa problem på plats, min uppgift är att få handlingarna att stämma bättre så att det inte blir så mycket ÄTA-problem. Systematisera problemlösningen på plats bland gubbarna och få ihop det med teorin inne på kontoret.

Hur många projekt deltar du i under ett år?

Alla projekt som kommer in. När anbudet kommer in till kalkyl blir jag mejlad och tar en titt på underlaget i ett mät och reglerperspektiv.

I hur stor del av de projekt du deltar i får du tillhandahållen digital information i form av modeller?

Noll. Kan få delar av modeller, ex. underlag för linjer. Utfrågad konsult (Vectura) visste inte att Mikael hellre får en 3D-pollylinje än en linje, en profil och en beskrivning. Skriver ut en datalista som beskriver linjen, sedan gör Mikael en ny linje av datalistan.

Banverket ville ha all data till Botniabanan i CORDAB. (stenålder).

Vilket material brukar ni få levererat i dagsläget? (Enbart 2D, ritningar på CD)?

Analog 2D-ritningar med tillhörande linjer och profiler. Oftast så är linjerna och profilerna tillsammans med 2D-ritningarna inte kompletta för att kunna bygga upp en 3D-modell. Vid anbudsskedet erhålls en formalia text och ritningar. Uppskatta mängder med linjal. (mängdrefrikat).

Vart ifrån kommer den digitala informationen som används vid maskinstyrning (Skapar du den själv eller tillhandahålls denna)?

Det är Mikael som skapar den/mätteknikerna.

Vem är ansvarig för uppbyggnaden av en ny modell?

Mätteknikerna.

Maskinstyrning är praxis. De vill ha maskinstyrning på alla sina projekt. Alla maskiner har inte utrustningen ännu. Lönar sig inte på mindre projekt. Kostar 1000:- /byggdag.

Maskinstyrning på hyvlar och guidning på grävare. (För dyrt med maskinstyrning).

Vilken är den grundläggande data ni utgår från vid konstruktionen?

Linjeprofiler. Vill ha linjeprofil på hela bygget. Om datan kommer som DWG-filer är det bara bra då det blir mer överskådligt.

Hur behandlar du de data som tillhandahålls?

Brukar det bli tolkningsfel och på vad isf?

Dikena! Alltid felprojekterande. (avvattning).

Brukar ni sakna några specifika data?

En komplett beskrivning över hur vägen skall luta från stödremsa ner till dikesbotten.

Vad finns med i modellen då den är klar? (Lagerföljder? inkl. nivåer? Jordprofil? Känt berg? Trummor? Kanalisation?).

Höjd och sidomått. Bygger upp modell utifrån *vägmitt*. (Krönpunkten, högsta punkten på vägen). Lutning och brytpunkter. Lager och tjocklekar. Modellen byggs enligt praxis uppifrån och ner.

Hur detaljerad anser du att 3D-modellen bör vara?

Den ska förmedla alla brytpunkter. Lyktstolpar och höjd på tillhörande fundament behövs ej. VA skulle vara bra för att kollisionskontrollera.

Om du upptäcker en uppenbar ÄTA, vad gör du?

Kontaktar beställaren vid upptäckandet, enligt AB. Mikael tar upp det vid startmötet om hur detta skall behandlas.

Vad händer med ritningen efter att den byggts upp?

Den förs in på två ställen, modeller för reglering, för att kunna skapa ett mängdverifikat samt för kontroll av överyta. Sen åker den även till maskindatorn. Nu slipper mätteknikerna vara på plats hela tiden. Kontrollerar exempevis vid frukost och lunch och hinner då underhålla fler maskiner.

Hur skulle du vilja få 3D-data levererad?

Linjeprofilinformation i DWG-format. Geoteknisk undersökning. (Tolkning).

Finns det objekt ni inte vill ha i 3D?

Egentligen inte.

Kan du tänka dig att betala extra för att få tillgång till anläggningsmodeller?

Ja. Om konsulten kan stå för handlingen och att beställaren har köpt den.

Vilken noggrannhet kommer ni ner på vid utförandet?

Totalstation med hyvel +/- 2mm. GPS med hyvel +/- 20mm. Statistisk acceptans kontroll gör att maskinstyrning ser ut att få dåliga resultat vilket är helt fel.

Hur många olika modeller behöver ni skapa?

En modell. I maskinen jobbar man sedan med lager. Ibland används enbart terrängmodeller.

Volymer eller ytor?

Volymer, eller eventuellt. "lagerlyftning".

Pollylinjer mellan ytor?

Ja! Det är dessutom viktigt att linjer i samma läge namngivs.

Programvara?

SBG-Geo, bra för mättekniker men sämre för ritningar som behöver kompletteras med TopoCAD.

Ökad effektivitet?

Framförallt genom bättre anbud och snabbare produktionsstart.

8.1.2 Bilaga 3 - Patrik Danielsson, NCC Umeå

Vilken befattning har du på ditt företag?

Arbetar som mätchef i Umeå. Har hand om i princip all indata i projekten. Har kontakt med konsulter, bygger 3D-modeller för maskinstyrning och mängdberäkning. Det är på gång från Stockholm, inom företaget, att utse ett kunskapscentra där personer åker runt och utbildar andra mättekniker inom maskinstyrning. Behöver då mer utbildning själv inom maskinstyrning. Jag ser möjlighet att delta i detta. Från centralt håll har det utsetts fyra-fem personer som ska ingå i detta kunskapscentrum, en person per region.

Hur många projekt deltar du i under ett år?

Just nu pågår två stora projekt i Umeå-området där maskinstyrning används. Det finns även mindre väg och infrastruktur projekt där vi använder sig av maskinstyrning och det används också vid grundläggning av större byggnader.

Det mesta av maskinstyrningen består av guidning. Men vid de två stora projekten används även hydraulisk maskinstyrning. Vi gör allting på guidning fram till bärlagret, detta på GPS. Bärlagret läggs sedan med maskinstyrning mot totalstation.

I hur stor del av de projekt du deltar i får du tillhandahållen digital information i form av modeller?

Jag försöker alltid få de modellfiler som ligger till grund för ritningar, utifrån dessa tar jag fram 3D-modeller. Jag måste be om dessa. Vägverket är sämst på detta. De skickar ofta bara PDF:er på linjer. Innbär att jag får sitta och knappa in alla punkter manuellt. Det känns som att gå tillbaka med tekniken. Efter att ha bett om det så fick jag CAD-filerna där jag själv kunde plocka ut de linjer jag behöver och mata in dessa i vårt system.

Vilket material brukar ni få levererat i dagsläget? (Enbart 2D, ritningar på CD)?

På ett av de större projekten har vi fått levererat 3D-linjer på hela överytan, vilket varit till jättestor hjälp. Kan plocka dessa och stycka ut det jag vill ha för att bygga maskinstyrningsmodellen.

Vart ifrån kommer den digitala informationen som används vid maskinstyrning (Skapar du den själv eller tillhandahålls denna)?

Fördelen jag har är att jag först har jobbat som YA på anläggning, gick därefter skola och blev mättekniker. Jobbade som det i 5 år. Därefter har jag arbetat som projektör i 5 år, och efter det blev jag mätchef. Så jag har arbetat mycket med AutoCAD vilket ger mig en fördel när jag ska arbeta med de levererade modellerna.

Det vi får levererat är CAD-underlaget till ritning, men detta är inte i närheten av en anläggningsmodell. Linjer brukar vi få digitalt på vägmitt och profilen först efter vi frågat efter dem. Levereras i PRF-format. Det är Novapoint och SBG-Geo som använder detta format.

Det är på gång med ett gemensamt LandXML. Det finns en uppsjö av olika program (märken). Vi jobbar till 90 % med SBG-Geo när vi tar fram får data och volymberäkningar. Konsulterna använder olika program, viktigast är att vi kan läsa in datat. Då fungerar LandXML bra.

Vem är ansvarig för uppbyggnaden av en ny modell?

Det är jag själv som skapar modellerna. Till ett av de stora projekten jag arbetar med där jag fick 3D-linjer så underlättade det mycket att se hur det kommer se ut när det är klart.

Vilken är den grundläggande data ni utgår från vid konstruktionen?

Det som tar tid för oss är att vi måste bygga upp normalsektionerna för hand, det blir mycket extra handpåläggning. Jag har inte fått tillgång till flygskanningsdata. Men när man frågar får man alltid projekterade inmätningen på överytan. Den måste man ta som ett underlag i början och kontrollera att den stämmer. Om det fungerar så kan man köra på den överytsmodellen. Annars måste man mäta och komplettera. Det är den som ligger till grund för regleringen.

Hur behandlar du de data som tillhandahålls?

Jag tror vi måste fortsätta göra så här, för jag vill använda samma modell här på kontoret som jag kör ute i maskinerna. Så jag vet att jag mängdar från samma modell som maskinerna utför. Om jag skulle ha olika modeller så ska det kunna bli galet.

Det blir svårt om vi ska få en färdig terrängmodell att jobba emot, då fungerar inte mängdningen, alltså med sektioneringen.

Det finns två-tre olika modeller man kan göra, antingen sektionerar du, alltså använder linje-profil, beskriver olika sektioner hur den ska se ut. Eller en ytmodell, med trianglar som beskriver en yta, då kan du inte sektionera. Kan inte göra tvärsnitt över den och beräkna olika lager. Sektioneringen av väg kan vara svårt att komma ifrån. Konsulterna sitter också och gör detta, de sitter också och sektionerar, men i ett annat program, vilket gör att vi inte kan läsa in deras sektionering till vårt program.

Ansvarig är jag.

I ett vägjobb plockar jag in vägmittlinjen och profilen (tillhandahållen av konsult) och kontrollerar att den stämmer med ritningen. Skapar mina egna tvärsektioner från pappersritning, tolkar pappersritning och skapar mina egna. Underlaget från CAD-ritning, efter det skapar jag min väggropp. Får vägmitt (linje och profil) och skapar väggkant (linje och profil) från CAD. Blir ingen profil om inte dessa är i 3D. Den måste vara höjdsatt. Jag kan göra om 2D till 3D, för konsulten har redan haft denna i 3D.

Brukar det bli tolkningsfel och på vad i så fall?

Vanligt förekommande fel är att tvärsektionerna inte stämmer med normalsektionerna. Tvärsektionerna ser inte alls ut som normalsektionerna. Detta beror på att konsulten endast gör en grov modell och därefter "petar" i CAD. Programmet som 99 % använder, Novapoint kan vara för krångligt. Det är därför konsulten inte vill lämna ut anläggningsmodellen, för fungerar den inte för att generera ut tvärsektioner som är rätt så fungerar den inte till maskinstyrning. Det är alldeles för grovt att sektionera var 20e meter vid maskinstyrning. Det kan hända så oerhört mycket på den sträckan. Jag försöker hålla 2 meters intervall. Till exempel en busshållplats kan missas helt. Det blir för dyrt att gå tillbaka och ändra detta i produktionen.

Brukar ni sakna någon specifik data?

Vi måste alltid fråga efter, det är en grundförutsättning, att vi får CAD underlaget. Alltså det material de skapar sina ritningar ifrån. Det är minimum. Plus att man får, när det gäller väg, linjer och profil. Vad data har för ändelse spelar mindre roll, dock kan det bli mer arbete vid vissa format till exempel PDF. Ett skevningsdiagram uppspaltat i textformat. Som det är nu måste den

skalas fram från ritning. Den borde hellre komma i exempelvis ett Excel-dokument.

Det skulle underlätta om jag fick kantlinjer i 3D-polylines. Men vet inte om det går att rita så.

Trafikplatser och andra lite mer avancerade byggen så vill jag ha en terrängmodell. Terrängmodell = färdig överyta och terrass. Tiden att ska de olika modellerna skiljer sig beroende på vilka indata som levererats. Det jag menar är att trafikplatser kan man bara beskriva i terrängmodeller. Går inte att göra en linje. Jag beskriver sektionering fram till trafikplatsen (rondellen). Det jag tycker konsulten ska lämna ifrån sig är 3D-linjer på kantlinjer, släntfoten. Jag måste ändå göra en egen modell för att ha koll på mängderna när vi har mängdkontrakt. Måste kunna precisera mängderna vi har utfört. Måste kunna mäta de olika lagren. Om modellen innehåller olika lager så skulle detta underlätta, då är det bara att klippa (här har vi varit).

Vad finns med i modellen då den är klar? (Lagerföljder? inkl. nivåer? Jordprofil? Känt berg? Trummor? Kanalisation?).

Vad som finns i modellen: om det är en terrängmodell så har jag beskrivit färdig överyta, och terrass. När vi gör sektionering, volymbeskrivning så får du med terrass och överyta samtidigt, plus att du får med längdmätning och sektionssidomått. Det är informationsunderlaget för maskinen. Lagerhanteringen används inte, får ej med detta i maskinen. Utan maskinföraren offset:ar från de ytor som finns.

Vad jag får med i modellen: befintligt VA, befintligt kablar, träd som ska grävas ner. Försöker lägga in den projekterade planritningen.

Viktigt att få in befintliga kablar.

Ibland får jag känt berg i modellen, men kan inte lägga in det som en yta. Men kan skapa en profil på det. Det är viktigt och jag vill ha med det, men får det sällan. Det borde ingå, allt underlag konsult har. Befintliga kablar, berg och så vidare. borde komma digitalt, inte som PDF utan som CAD-ritningar.

Jag jobbar mot en server så mätteknikerna kan se det jag ändrar direkt i realtid.

Vid berg så kan olika profiler läggas in, så man börjar använda en när man träffar berget. Problem för mig när jag måste åka ut till maskinerna och tanka in ny data till deras datorer. Förut fick jag ta in deras datorer till kontoret. Nu

räcker det att jag tar med min laptop ut till maskinen. Jag skall få testa ”site-link” till våra Topcon maskiner. Innebär att jag får tillgång till maskindatorn från kontoret. Kan skicka data, ta emot data, se vad han gör. Börjar med detta om två veckor. VD:n på GeoROG undrade om jag kunde vara med och utvärdera deras utrustning (liknande). Det är två olika program, enklast hade varit att bestämma ett system, men detta missgynnar konkurrensen och blir där igenom för dyrt.

Hur detaljerad anser du att 3D-modellen bör vara?

Beror på jobb, vid grundläggningar är det brytlinjer. Vid väg räcker två meter. Jag vill försöka lägga in så mycket som möjligt. I Topcon kör vi AutoCAD filer rakt av. Behöver inte vara 3D, bara det är en ytmodell så kan jag lägga in den i planet. Trädgropar behöver ju inte vara 3D, bara man vet vart den ligger. Föraren vet hur en sådan grop grävs.

Önskan till konsulten, angående träd, att de ritar symbolerna på 1:1. Så att ett träd blir så nära verklig storlek som möjligt. Vi vill ha alla modellfiler, rensade och rena så det bara finns med den information som vi vill ha och det vi ska utföra och att lager döps rätt, till exempel ”träd”.

Om du upptäcker en uppenbar ÄTA, vad gör du?

Om vi hittar fel tar vi upp detta med beställaren. Ju mer jag håller på med 3D så hittar jag mer och mer fel redan innan produktionen startar. Sparar pengar för både entreprenör och beställare.

Vad händer med ritningen efter att den byggts upp?

När jag gjort mina modeller så ligger dessa på en server. De går ut direkt till mättekniker, ingen ytterligare granskning. Jag gör alltid en egenkontroll. Det jag göra är att kontrollera mot ritningarnas tvärsektioner. Maskinerna kontrolleras en gång i veckan mot en känd punkt. Vi har en mättekniker som går och mäter efter maskinen.

Jag försöker ha en genomgång med maskinisten innan projektet startar. Vilka modeller, vilka referenser han ska jobba emot, mycket volymeräknings referenser. Går igenom hur det är uppbyggt, vilka hjälpmodeller han har att jobba emot. Slänter, vägkanter och dylikt, tänder han upp alla samtidigt blir det bara som en ”gröt”. Han måste bestämma vad han vill se.

Maskinisterna är positiva till maskinstyrning. Kraven blir större på maskinisterna, de ser detta som en utmaning.

Hur skulle du vilja få 3D-data levererad?

3d-polylines som är höjdsatta.

Finns det objekt ni inte vill ha i 3D?

Jag vill ha allt i 3D. Till exempel invändig VA- i en grund. Så länge de är i CAD-format så är det bra att få allt.

Kan du tänkta dig att betala extra för att få tillgång till anläggningsmodeller?

Ja, beror på hur mkt. Jag är rätt duktig på detta. Men för de timmar jag lägger ner så.

Vilken noggrannhet kommer ni ner på vid utförandet?

Noggrannhet: +/-2 cm på GPS.

Vilken programvara använder du?

Programvaran som används är bland annat AutoCAD. I Topcon systemet används 3D Office (LandXML) och CAD-ritningar.

Vart i denna process ser du ökad effektivitet?

Det fördelar som finns med maskinstyrning är bland annat att det går att köra oavsett väder, bättre överblick hos maskinföraren (han kan planera sin körning bättre), sparar material, större noggrannhet och att slippa stakkäppar.

Jag vill ha allt levererat i CAD, i bra ordning. Och de styrande linjerna ska vara i 3D.

8.1.3 Bilaga 4 - John Backman – PEAB

Vilken befattning har du i ditt företag?

Jag jobbar som mätsamordnare för hela Peab Anläggning och Peab Infrastruktur. Jag basar över cirka 120 mättekniker. Vi har även en tvärgrupp i PEAB som består av öst, väst och mitt. Samt en infragrupp som brukar träffas och gå igenom problematiken med mätningen och vad vi ska ha för gemensamma utbildningar och vad vi ska satsa på för dataprogram, mjukvara och hårdvara. Det är mitt jobb att dra i trådarna och följa utvecklingen i branschen. Både här i Sverige och ute i Europa, USA ligger långt efter i detta avseende.

Just nu utreder jag om *Solide edge* är ett framtida alternativ för oss på Peab.

Hur många projekt deltar du i under ett år?

Det är många projekt som jag är mer eller mindre inblandad i, fjolåret var det cirka 10-15 projekt. Det var mest stora projekt där det behövdes hjälp i början.

I hur stor del av de projekt du deltar i får du tillhandahållen digital information i form av modeller?

På fjolårets större projekt fick jag Novapoint-modeller. Är inte en självklarhet att få modeller i alla projekt, men om man krigar lite kan man få dem. De vill inte gärna lämna ut dem. Dessutom är det ofta under upphandlingen, i anbudsstiden, och då får man sällan dessa. Men ibland kan man få med dem utan att de vet om det. I Sverige är det pappershandlingen som är den godkända bygghandlingen. Det är där förändringen behöver ske. Norge ligger långt före, där det är modellen som är den styrande bygghandlingen.

Vilket material brukar ni få levererat i dagsläget? (Enbart 2D, ritningar på CD)?

På mindre projekt får vi väglinjen i form av lin-fil samt en prf-fil på profilen, möjligen även en terrängmodell. Något mera får vi egentligen inte. Detta leder till att vi får uppfinna hjulet igen vilket inte brukar bli detsamma som förfrågningsunderlaget. Projektören går in och redigerar på tvärsektioner utan att redigera på modellen, det är det största problemet, Att han inte skapar nya tvärsektioner genom den, utan kör enklaste vägen, går in och tittar på tvärsektionen och flyttar på linjerna där utan att redigera i modellen eftersom det tar tid.

Vart ifrån kommer den digitala informationen som används vid maskinstyrning (Skapar du den själv eller tillhandahålls denna)?

Det är våra mättekniker som gör det, om vi inte får en LandXML-fil. Dessa kan konverteras Så de passar maskinstyrningsdatorerna, Topcon och GeoROG. Novatron finns i Finland och där är det samma visa.

Vem är ansvarig för uppbyggnaden av en ny modell?

Oftast är det våra egna mättekniker, utan hjälp från utstående konsult. De måste göra en tvärsektionering genom sin modell och klistra den ovanpå bygghandlingen för att se att det inte skiljer för mycket. Tvärsektioneringen sker var 20:e meter eller liknande, då har man säkerställt att modellen stämmer hyfsat ihop med bygghandlingen. Det jag har som mål då jag pratar med dem, är att de måste göra en sådan där kontroll, annars kan det bli hur fel som helst. Men om vi fick en modell som gick att köra rakt in i maskinstyrningen så vore det ju optimalt.

Framtiden enligt FIA är att det ska vara som en löpande process från konstruktör till utförare. Om vi mäter in berget på vägsträckan ska den inmätningen gå direkt tillbaka till beställaren och sen till konstruktören. Sedan lägger konstruktören in berget i modellen och en ny modell kommer skickas till oss. Men då måste modellen kunna gå direkt till maskinstyrning och inte via olika konverteringsprogram vilket försenar och försvårar processen.

Vilken är den grundläggande data ni utgår från vid konstruktionen?

Får du levererat en terrängmodell så är det ju en terrängmodell, med en väglinje och en vägprofil. Ska vi konstruera modellen själva jobbar vi oftast i SBG-Geo och skapar MBS:er och därifrån skapar vi linjemodeller eller terrängmodeller beroende på hur vi vill ha det. Vi ska börja jobba i Civil 3D, som vi tagit som vårt program i Peab, vi håller på och utbildar folk nu så vi får se hur det kommer att fungera. Vi har ett projekt där våra konstruktörer håller på och konstruerar i Civil 3D vilket också genererar LandXML-filer.

Hur behandlar du de data som tillhandahålls?

Linjeprofiler får vi alltid digitalt numera. Vilken sedan går att lägga in i en eventuell terrängprofil. Finns ingen data får vi gå in i PDF-filerna för att skapa en egen normalsektion vid exempelvis ett vägbygge. Likadant med överbyggnadstjocklekar, detta leder till allt för mycket handpåläggning.

Brukar det bli tolkningsfel och på vad i så fall?

Det är det där som är svårigheten, du får en normalektion som säger att så här ser det ut när det är berg och så här ser det ut när det är bankfyll, men sedan kommer det breddökningar, mötesfickor och busshållplatser, det är det som är det svåra i det hela, att få med allting. När vi får med en planritning i PDF med breddökningar hade det underättat att istället få DWG- handlingen med sidolinjerna.

Brukar ni sakna någon specifik data?

Vi vill för det första alltid ha DWG- filerna, men de lämnar de ogärna ifrån sig. Men ibland får vi dem, då är nästa problem kopplingarna till xref:arna. Det är det som är AutoCAD's genomgående stora problem, att de personer som hanterar filerna inte vet hur man gör för att få med sig alla kopplingarna till xref:arna.

Vad finns med i modellen då den är klar? (Lagerföljder? inkl. nivåer? Jordprofil? Känt berg? Trummor? Kanalisation?).

Om en MBS används så finns överyta och terrass. Skapas en linjemodell så kan man skapa alla lager och då får man bredderna rätt på alla lager. Det är denna modell man framförallt vill ha.

Trummor ritas inte in, men kan läggas in som en linjeprofil. Det hade även varit önskvärt med befintliga elledning.

Får vi en LandXML från konsulten så kör vi på den, för då är det konsultens ansvar.

Linjemodeller bör innehålla släntkrön, släntfot, terrasskant och vägmitt vilka är de absolut viktigaste, men även överbyggnadslagren är viktiga.

Hur detaljerad anser du att 3D-modellen bör vara?

Det får inte vara för långa sektioner, men det beror på vilken typ av väg som byggs. Men var 5:e meter tycker jag är lagom. Det bästa vore om det var "mjuka linjer" i alla linjer, men det tror jag inte någon har ännu, mer än på profilen.

Om du upptäcker en uppenbar ÄTA, vad gör du?

Tar kontakt med beställaren, enligt AB.

Det upptäckts fel i ett tidigare skede med den här typen av projektering.

Vad händer med modellen efter att den byggts upp?

Oftast så har vi den på en server, eller en projektplats. Vi har en versionskontroll och ingen har en egen version liggande på sin dator. Den går sedan via USB till Geo-ROG:arna.

I vissa delar av landet har vi folk som jobbar väldigt mycket med modelluppyggnad, men oftast är det olika mättekniker som bygger upp modellen tillsammans.

Om det genomförs en förändring i en modell så byts hela filen.

Specifik data levereras till maskinen, beroende på vilken data maskinstyrningsprogrammet är kompatibelt med.

Hur skulle du vilja få 3D-data levererad?

Jag skulle vilja ha en komplett LandXML- fil som går direkt in i alla maskinstyrningssystem utan några omkonverteringar, det är drömmen. Då slipper vi dessutom alla risker med att det blir fel på vägen.

En gemensam server hos konsulten där all data lagras. Även att maskinens schaktning registreras och skickas tillbaka via GPRS.

Finns det objekt ni inte vill ha i 3D?

Det har jag inte sett ännu, dit har vi inte kommit.

Kan du tänkta dig att betala extra för att få tillgång till anläggningsmodeller?

Absolut.

Hur många olika modeller behöver ni skapa?

Det beror på, om vi har sidovägar och liknande, då blir det flera modeller att byta emellan. Ska du gräva en ledning, då blir det bara en linjeprofil. Då har de

sådana filer med sig i maskindatorn. Har du exempelvis en järnväg som ligger bredvid den väg du bygger så behöver den inte finnas med i modellen utan den finns med som en linjeprofil i en annan modell.

Volymer eller ytor?

Det beror på vad det är för lager, är det slitlager så är det en yta, är det bärlager så är det en yta. Är det förstärkningslager så är det volym och är det urgrävning så är det också en volym.

Pollylinjer mellan ytor?

Nej det har vi inte. Men jag tror vi skulle kunna ha nytta av det.

Programvara?

I dagsläget så bygger vi upp modeller med SBG-Geo, men vår framtid är att vi skall bygga upp dem med civil 3D. Det är ett betydligt modernare program.

Civil 3D är uppbyggt på en riktig Windows-plattform medans GEO är utformat för MSDOS som sedan slängts över till Windows utan att utarbeta det från grunden. Det betyder att de har jättemycket begränsningar med punkthantering och volymer. Scanning är något som kommer mer och mer, vilket ger massa punkter och då klarar inte SBG-Geo av det och kraschar istället. AutoCAD klarar det bättre.

Ökad effektivitet?

Ser helt klart en ökad effektivitet, framförallt i produktionen.

8.1.4 Bilaga 5 - Ulf Svenhage – Skanska

Vilken befattning har du i ditt företag?

Jag står som mätchef, i första hand på infrastruktursprojekt.

Hur många projekt deltar du i under ett år?

Det varierar en del, jag kan vara med och stötta på några ytterligare. Men det beror mycket på vilken storlek det är på jobben. Vår avdelning har just nu faktiskt bara två jobb, men det minsta är på en halv miljard, vilka rullar på två-tre år.

I hur stor del av de projekt du deltar i får du tillhandahållen digital information i form av modeller?

Det har vi faktiskt fått ganska bra på båda, men allt är ju relativt. Det vi fått är befintligheter, övertytsmodeller i .DWG:er i form av flygscanning och detaljmätningar. Botten är en scanning och sedan kan den kompletteras med detaljmätningar. I modell har vi fått de befintliga ytorna. Men det har vart lite trögt, all data fås via Chaos, och problemet är kanske inte Chaos i sig utan att det är mycket det att projektörerna är lite si och så med att sköta programmet på rätt sätt, så det är mycket strul med det. Men annars får vi linjer, profiler och brunnsförteckningar digitalt och koordinatlistor. Det vi har tryck på det senaste och som är ett lyft är att vi fått med LandXML- filer som innehåller linjer och samtliga brytpunkter på en ny vägmodell. I och med att vi använder SBG-Geo kan vi via *Novapoint Siteool* göra om dessa LandXML- filerna till SBG-Geo-filer som vi använder. Vilket gör att vi får en bra genväg att skapa modeller med. Man kan säga att vi kan bestämma vad vi skall ta fram, vi kan få en färdig övertyta på en väg med färdiga diken och allt sådant. Sen får vi manuellt själva bygga till överbyggnaderna, asfalt, bärlager, förstärkningslager och ända ner till terrassen. Men det är ändå ett väldigt lyft mot hur det var innan, då fick vi bygga från scratch med hjälp av linjer. Så där är väl egentligen den stora förändringen.

Trianglar med alldeles för mycket information, så att det blir ”hål” i modellen”.

Vilket material brukar ni få levererat i dagsläget? (Enbart 2D, ritningar på CD)?

Innan har det mest varit 2D. Ser man på brokonstruktioner så är det fortfarande enbart 2D. Har man tur kan man få en modellfil på bron, men det är inte säkert

att man får det heller. I modellform får vi egentligen inte så mycket, men det vi kan plocka ut är det konsulten har projekterat. Så att vi kan plocka ur linjer/data ur deras LandXML-filer. Men den 3-dimensionella data vi får är egentligen bara linjefiler i brytpunkter, vilket gör att man får en tvärsektion.

Men det blir tungarbetade filer med väldigt många linjer vilket gör att det fortfarande är mycket handpåläggning.

Vart ifrån kommer den digitala informationen som används vid maskinstyrning (Skapar du den själv eller tillhandahålls denna)?

I vårt fall har det varit flygfältsbyrån som stått för den då de projekterat. De gör inga färdiga maskinstyrningsfiler, utan dem får vi skapa själv.

Förutom när vårt interna bolag "Skanska teknik" bygger upp DWG-filer, det enda vi gör då är att göra om dem till TRM-filer vilket är ett SBG-Geo-format. Men sen är det rätt ut i maskinen.

Vem är ansvarig för uppbyggnaden av en ny modell?

Jag eller min kollega Anders.

Vilken är den grundläggande data ni utgår från vid konstruktionen?

DWG:er och rena koordinatlistor.

Brukar det bli tolkningsfel och på vad isf?

Det är väl att överytorna inte är helt hundra. Det finns vissa hål i dem och det måste man vara vaksam med, annars drar det med sig fel mängder. Programmet kan dra trianglarna fel vilket gör att det missar en del ytor. Sen har vi faktiskt också fått lite andra modeller i .DWG:er, och det är framförallt schaktmodeller för järnvägen. Det är där vi inte har KC-pelare och har urgrävning istället kan vi få en schaktmodell.

Släntlutningar som inte stämmer.

Brukar ni sakna någon specifik data?

Det jag vill ha är att när man handlar upp konsulter för projekt i ett tidigt skede så skall det finnas med en kravspecifikation på vad de ska leverera till entreprenören. Vi brukar få rätt grejer, men vi får det för sent! Vi har ju våra

tider att hålla, så då slutar det med att man sitter och gör sin egen modell för att få ut den till maskinen i tid.

Vad finns med i modellen då den är klar? (Lagerföljder? inkl. nivåer? Jordprofil? Känt berg? Trummor? Kanalisation?). Vad skiljer denna mot konsultens modell?

Inte stora skillnader på modellerna, det brukar stämma förhållandevis bra. Det är ofta berg som ställer till det, när detta visar sig på ställen där det inte finns i det projekterade materialet. Men att reglera detta brukar inte vara några större problem, det står i AMA hur detta ska regleras. Men det slarvas en del fortfarande. Vid byggandet av en väg så väger till exempel en handling så som en normalsektion rätt tungt. Då kan det vara att släntlutningar inte står med, den kan vara ritad på ett sätt i normalsektionen och på ett annat i tvärsektionerna. Då saknas en måttkägla. Och vid leverans av 3D modellen så blir detta en tredje version. Detta är väldigt vanligt. Modellerna stämmer inte överens med ritningen med avseende på bredder och släntlutningar. När vi själva gör ritningar så utgår vi från en normalsektion och den stämmer med tvärsektionerna på grund av att dessa utgår från samma data. Då blir man förvånad när inte projektörernas modeller gör detta.

Vi lägger in känt berg och markytan. I en maskin finns aldrig överytan med, detta tas inte med till maskindatorn. Utan där får maskinisten själv ställa in om jordschakt övergår till bergschakt. Jag har då byggt in ett utseende om det är bergschakt ett för jordschakt och ett om det är fyllning. Då vet den själv om att det är en annan överbyggnad om det är berg eller kilar och likande när det går över till jordschakt. Mängdning körs däremot på de teoretiska mängderna till vi vet vart de olika nivåerna ligger. Allt berg mäts efter hand det kommer fram och då justera vi i modellen. Överytsmodeller finns som sagt inte med i grävmaskinen. De kör på verkligheten. Om skopan kommer under ytan så det blir schakt skapar datorn schaktslänter och motsvarande vid fyllning. Detta vid MBS-modeller. Vid triangellmodeller så är det lite annorlunda. Den har ”köpt” en överyta så där blir det lite konstigt, om den verkliga ytan skulle ligga, säg en meter över teoretisk yta, så försvinner modellen. Då tror den att den är uppe ur marken och ritat inte ut något mer. Om det händer får detta justeras ut på plats. Grovt sett så stämmer dessa överytor ganska bra, brukar inte bli några större överraskningar. Om det är skog kan det dock bli lite mer oväntade saker som kommer upp om det är projekterat innan röjning.

Hur detaljerad anser du att modellen bör vara?

Den behöver inte vara så fruktansvärt detaljerad, visst är det imponerande men nackdelen är att de blir väldigt ”tunga”. Huvudsaken är att hitta en rättvis överyta. Görs det en modell över schakt så ska den byggas med brytpunkter, men om till exempel ett fundament som skall byggas vid ett senare tillfälle finns med så är det jättebra. I data som används i maskinen vill man inte ha med allt för många detaljer. Vi lägger inte in till exempel alla asfaltslager och kantsten, det blir för tung data. Då hänger inte maskindatorn med, även om de nyare datorerna som kommer har bättre prestanda och hänger med bättre och bättre. I detta skede så kan detaljer som bara är kosmetika helst lyftas ut ur modellen. Påverkar det ingen schaktmängd så behövs det inte tas med.

Om du upptäcker ett uppenbart fel, en ÄTA, vad vidtar du för åtgärder?

Det upptäcks fler fel i ett tidigt skede. I mer än hälften av modellerna som byggs upp så hittas fel och saker som inte stämmer. Då tar man upp detta och ser hur vi ska gå vidare och lösa problemet.

Vad händer med modellen efter att den byggts upp?

Alla som jobbar inom mätning på ett projekt jobbar kommer åt allas filer. Dessa läggs upp i mappar för att få en struktur. Vi skiljer på väg och järnväg. Därefter lägger vi in maskindata med USB-minnen till maskinen. Vi har provat att gå via trådlös länk där jag realtid kan se exakt vad maskinisten ser på sin skärm. Det kan vara lite känsligt att ”övervaka” maskiner. Detta löstes genom att maskinföraren måste godkänna varje gång jag går in i hans dator via länk. Detta är framtiden. Är väldigt många inställningar i maskindatorn, och att kunna sitta inne på kontoret och kunna visa direkt på maskinisten display hur han ska göra vissa inställningar sparar tid. En nackdel är att IT-säkerheten sätter käppar i hjulet då det är svårt att komma igenom brandväggar och dylikt. Detta måste vi försöka komma runt, jag har fått sitta på andra datorer för att kunna genomföra vissa saker. Vi strävar mot att kunna överföra data trådlöst till maskinerna.

Vi har liggare som vi fyller i där vi har daterat de olika lagern, för det sker en del ändringar med bredder, revideringar, pm och dylikt. Och då får vi bygga om modellerna. Det gäller att rätt modell (den senaste) finns i grävmaskinen.

Vilka data levererar du till maskinisten, skiljer sig denna åt i olika projekt?

Det är sällan det är den modellen vi fått levererat. Men den modell vi bygger för mängdning och har på servern är samma som i maskinerna. Dock så kan modellen se jättebra ut på våra skärmar men ute i grävmaskinen så blir det något fel. Dessa problem har minskat. Då krävs viss handpåläggning för att få matematiken i maskindatorn att stämma.

Killen som sitter med mängdregleringen har dubletter av modellerna, för när han mängdar vill han få med allt. Där finns kantstenar och alla lagertjocklekar på asfalt med. Så dessa modeller är mer detaljerade. Det är mindre risk att maskindatorn kraschar när lättare modeller används.

Det här sättet som vi arbetar på nu med LandXML och mängder med linjer och profiler har en nackdel, det är att det blir väldigt tungt att arbeta med. På exempelvis 3,5km motorväg så blir de enormt med data. Maskindatorerna klarar inte dessa stora filer. Då händer det att vi delar upp sträckan/modellen.

Hur skulle du vilja få 3D-data levererad?

(Om du får levererat maskinstyrningsmodell från konsult, vad ska den då innehålla)?

Vi har haft ett projekt, en funktionsentreprenad, där hade vi den stora lyckan att vår kalkylator byggde upp hela detta vägjobb i SBG-Geo-format. När jag skulle sätta igång jobbet så var i stort sett allt färdigt.

Vi har valt att jobba i SBG-GEO programvara och maskinstyrning, och i med detta har vi kanske målat in oss själva i ett litet hörn då vi inte kan kräva att vi ska få all data i just det formatet vi vill ha, vi brukar få Novapoint och LandXML-filer. Då krävs det lite handpåläggning för att få in detta i SBG-GEO. Det som kommer mer och mer är linjemodeller. Det är många CAD-program som behärskar dessa och det är något vi har börjar använda istället för våra MBS:er. De fungerar bra och jag tror de flesta konsulter kan leverera dessa.

Det jag vill ha levererat är polylines mellan alla brytpunkter. Får man detta så har man kommit väldigt långt.

Finns det objekt ni *inte* vill ha i 3D?

Visst måste inte allt vara i 3D, helt vertikala objekt så som sponter känns onödigt. I alla fall utsättningsmässigt och arbetsmässigt. Däremot lutande pålar är mer intressant att få i 3D.

Kan du tänka dig att betala extra för att få tillgång till anläggningsmodeller?

Jo de är vi beredda att göra, inom rimliga gränser. Vi har redan provat detta. Det händer att det finns mer projekterat underlag hos konsulten som denne inte fått betalt för att lämna ut. Då har det hänt att vi har betalat för att få ut vissa saker som vi känner att detta kommer spara så pass mycket tid att det är värt köpa in. Många av dessa projekterade saker tycker inte jag behöver ta så pass mycket längre tid om de görs rätt på en gång.

Internt har vi gjort en liggare där det står hur våra egna projektörer skall använda sitt civil-3D för att bygga upp sina modeller. Och jag har gjort en liknade liggare på hur vi ska ta emot dessa och vice versa. Jobbet görs redan, men med fokus på att det ska bli snygga pappersritningar.

Vilken noggrannhet kommer ni ner på vid utförande.

Vi har varit tveksamma på att lägga bärlager och asfalt med maskinstyrningen. Genomförde tester med GPS kontra totalstation och jag anser att vi ligger bra till. Viktigt att kontrollera och kalibrera maskiner ofta. Det är min uppgift att ta den rundturen på bygget och kontrollera så allt stämmer. På en schakt ligger vi inom 5 centimeter. Och på bärlager så ligger vi bättre än 20 millimeter. Här tycker jag vi är framme vid de krav som ställs.

Vid till exempel en bankropp, vilket mellanrum på sektioneringen tycker du det ska vara?

När vi får levererat i LandXML så är linjerna ofta utdragna med för långt mellanrum. Vid linjemodeller och i våra MBS-modeller så följer dessa väglinjen, då behövs ingen sektionering, eller rättare sagt så är varje millimeter en sektion. Modellen är alltså rätt hela tiden. De är den stora fördelen med linjemodeller och MBS:er kontra terrängmodeller. Terrängmodeller är ju raka sträck och vi får manuellt korta upp dessa beroende på hur vägen/järnvägen svänger. Vid mängdningen kör vi på sektionering cirka var 10-20 meter. Det är vi överens med beställaren om, att det är tillräckligt noggrant och blir lättare att hantera.

Hur många modeller behöver ni skapa, olika lager?

Detta beror på vilken typ av modell vi har att göra med. Vi tycker MBS:er och linjemodeller har en väldig fördel genom att du ställer in om du ska köra på schakt, överyta eller färdig väg. Sedan ”offset”-ar du mot lagrens tjocklek, till exempel 20 cm asfalt. Kör du mot en terrängmodell så är det den ytan som gäller. Alltså, en yta för schakten, en modell för överbyggnaden och ytterligare en modell för bärlagret. Det behövs en modell för varje lager. En MBS delas upp i skikt i en och samma modell. Det vi kan få leverat som en färdig vara är terrängmodeller, och då nästan alltid på schakten.

Beskriver du varje lager som en volym eller en yta?

Det beror ju också på modellen, med MBS:er så kan jag välja vilket lager jag ska jobba mot. De är lite tyngre att bygga, men fördelen är att jag kan lägga in olika överbyggnader. Så när grävmaskinisten stöter på oväntat berg i terrängen så kan han byta överbyggnad till en som skall vara över berg. På så sätt är MBS:erna mer mångsidiga.

Behövs dubbla polylinjer mellan lager?

I material som kommer levererat till oss så ligger det ofta flera lager, det gillar inte vi. För Geo gillar inte detta. Kallas för dubblett punkter. Vi föredrar alltså enkla linjer.

Vilken programvara använder du?

SBG-Geo och novapoint. Även en del AutoCAD light (lth). Geo har blivit mycket vassare på att hantera CAD-ritningar och det medför att vi klarar oss rätt bra med bara SBG-Geo Men finns fortfarande saker som det måste till andra CAD-program för att klara av.

Vart i denna process ser du ökad effektivitet?

Självklart i produktionen men även i mättningsarbetet. Vi måste kunna redovisa mängder för att få betalt. Det får vi lite på köpet när vi ritar upp modellerna. En annan fördel är att om vi får ett bra underlag från början så kan vi kontrollera vart mängderna ligger och få en bättre koll på vart de stora schakterna och fyllningarna ligger. Det är bra att ha koll på detta för att kunna planera jobbet.

Känner du till IFC?

Inte direkt. Hört talas om det men inte sett det själv. Men det verkar vara en bra idé.

8.2 Bilaga 6 - Intervjufrågor beställare

- Vilken roll har du på ditt företag?
- Hur många projekt deltar du i under ett år?
- Vilken erfarenhet har du av maskinstyrning och hur kom du i kontakt med detta?
- Vem beslutar om maskinstyrning på ett projekt?
- Vet du vart maskinstyrningsmodellen kommer ifrån?
- Finns det intresse av att beställa anläggnings-/maskinstyrningsmodeller?
- Ser du någon vinning i att beställa anläggnings-/maskinstyrningsmodeller?
- Tror du det blir någon skillnad i kvalitet på handlingarna om du får dem i 3D-modeller istället för vanliga ritningar?
- Tror du kvalitén på den produkt du får påverkas om ni använder maskinsystem istället för konventionell utsättning?
- Brukar entreprenören fråga efter de maskinstyrningsmodeller som kommer från den konsult som projekterat handlingarna?

8.2.1 Bilaga 7 - Tomas Tossavainen – Trafikverket

Vilken roll har du på ditt företag?

Jag arbetar som projektledare. Allmänt inom de olika teknikgrenarna. Vi har de som arbetar inom enbart ett teknikområde.

Hur många projekt deltar du i under ett år?

Jag deltar i cirka sju-åtta projekt per år. Storleken och komplexiteten varierar.

Vilken erfarenhet har du av maskinstyrning och kom du i kontakt med detta?

Jag har en del erfarenhet. Under projektet Umeå godsbangård kom jag först i kontakt med detta. Detta var fyra- fem år sedan. Vi hade hört talas om detta, men det var första gången vi projekterade för maskinstyrning. Kontraktsumman var på 75 miljoner och på detta körde entreprenören helt och hållet maskinstyrning. Det var en upplevelse för oss att inte ha en enda stakkäpp i terrängen. Våra bygglidare fick initialt problem med att de själva inte kunde se vart de var på bygget.

Nu projekterar vi alltid för maskinstyrning där vi har schakt- och fyllningsarbeten som är av betydelse.

Jag tror att om fem år så kommer ingen att köra utan maskinstyrning.

Vem beslutar om maskinstyrning på projekt?

Vi har ingen egen vinning i detta, utan det är entreprenörerna. Har vi inte projekterat för maskinstyrning så mäter entreprenören på ritningar och bygger upp en modell i alla fall. Detta är ju ett dubbelarbete. Det blir lite mer jobb att projektera för maskinstyrningen. Men har vi det med från början att vi ska rita i 3D så följer maskinstyrningen med ”gratis”.

Vet du vart maskinstyrningsmodellen kommer ifrån?

Entreprenören tar fram den, om inte vi har tagit fram den. Vi skickar digitala mätdata från konsult till entreprenör. Vi har dock inte den kompetensen att kunna granska materialet från konsult med avseende på maskinstyrning. Utan vi måste vända oss till konsulten eller i vissa fall en annan konsult som granskar detta.

Vi har ett exempel på ett ”lättare” jobb, en dikning, där entreprenören använde sig av maskinstyrning. Där blev något fel i höjdsättningen, och diket blev för djupt. Hade traditionell utsättning används hade felet upptäckts tidigare. Efter som det var vi som tillhandahållit modellen så fick vi också stå för kostnaden att fylla upp diket till rätt nivå.

Ser du någon vinning i att beställa anläggnings-/maskinstyrningsmodeller?

Ja, helt klart. Det tror jag kommer bli standard. Dock tycker jag att ABK är för tunn i detta avseende. Konsulten blir mycket sällan ersättningsskyldig. Sen rör det sig om mycket större pengar i entreprenaden än i konsultupphandlingen. Skulle jag kräva en konsult på kostnaden för dikesjobbet som gick fel så blev den kostanden högre än själva konsultupphandlingen.

Tror du det blir någon skillnad i kvalitet på handlingarna om du får den i 3D-modeller istället för vanliga ritningar?

Det ser vi redan nu. Att det blir en bättre helhet och ett bättre tänk när de gör 3D-modeller. Men de kräver att de som sysslar med detta är duktiga.

Tror du kvalitén på den produkt du får påverkas om ni använder maskinsystem istället för konventionell utsättning?

Jag tror kvalitén blir exakt som det är ritat. Förut var det mätteknikern som bestämde kvalitén. I och med att personer oftare byter arbete nu för tiden så bibehålls inte kompetensen.

Något som jag har märkt är att unga killar med datorvana passar bra i grävmaskinerna när det finns maskinstyrning. De behärskar tekniken bra. Dock är faran att yrkesskickligheten försvinner, de går inte att skicka ut dessa maskinförare utan maskinstyrning.

Brukar entreprenören fråga efter de maskinstyrningsmodeller som kommer från den konsult som projekterat handlingarna?

De frågar alltid efter utsättningsdata, det är stående på startmötena. De vill ha allt de kan få tag på, sedan bygger de sina egna modeller av detta. Men får de en färdig modell så är det klart, de behöver det bara lägga in den i maskinen.

8.2.2 Bilaga 8 - Mats Westerlund – Trafikverket

Vilken roll har du på ditt företag?

Jag jobbar som projektledare genom alla skeden, både på små och stora projekt.

Hur många projekt deltar du i under ett år?

Drygt 20 stycken. En del är i förstudieskedet medans andra är i anbudsskedet eller under produktion, så det rullar på. Säsongen här är ju väldigt kort, ungefär från mitten av maj till mitten av oktober så det gäller att man bygger då.

Vilken erfarenhet har du av maskinstyrning och kom du i kontakt med detta?

Väldigt lite faktiskt. Men på ett bygge som jag har igång nu, där har entreprenören själv valt att köra en variant av maskinstyrning. På väghyveln har föraren själv investerat i utrustning, så det är han själv som sätter ut stationer och mäter in terrassen och ytskikt. Vi har inte tillhandahållit någon digital modell så de har skapat en egen terrängmodell. Men det verkar ju bli vanligare och vanligare det här. På några projekt har vi kört med scanning, laser- och flygscanning. Så vi har en ganska klar bild av hur läget ser ut. Utifrån det plockar vi fram en markmodell som vi verifierar mot verkligheten.

Det vi har sett är att det blir väldigt stora filer, så vi har provat att endast ha tre punkter/kvm, men även det blir väldigt stort.

Vem beslutar om maskinstyrning på projekt?

Det är entreprenören själv som beslutar om det, men vi har påtryckningar om att vi ska sätta det som krav. Som beställare är det ju jag som bestämmer vad jag vill ha, sen försöker vi att inte lägga oss i allt för mycket hur entreprenören ska göra. Vi vill ju att de ska ha det utrymmet kvar för utveckling. Ser vi nåt bra så talar vi ju om det för dem, men som sagt, det kommer mer och mer tryck från branschen att vi ska ha maskinstyrning.

Vet du vart maskinstyrningsmodellen kommer ifrån?

Nej, men i det här fallet med vår entreprenör som använder sig av detta har de skapat den själva.

Ser du någon vinning i att beställa anläggnings-/maskinstyrningsmodeller?

Det ser vi vinning i. Under arbetets gång ger det oss inte så mycket, men då det är klart kan vi ju se i vår digitala modell vad vi har gjort. Det är ju även enkelt för driften att gå in i modellen och använda samma modell vid sina åtgärder under vägens livslängd.

Efter byggskedet vid slutbesiktningen är det ju en enkel relationshandling att hantera. Som det är nu har jag den här informationen i en massa olika pärmar, kan jag få det på en USB-sticka istället hade det ju vart bra, det är ju mycket mer hanterbart.

Tror du det blir någon skillnad i kvalitet på handlingarna om du får den i 3D-modeller istället för vanliga ritningar?

Jag tror inte det blir någon större skillnad faktiskt. Men det ställer ju högre krav på konsulten. Vi har kört ett maskinstyrningsprojekt på en cirkulationsplats. Där fick vi problem med markmodellen, för där hade konsulten inte rensat nog mycket i sina filer. Ena benet på cirkulationsplatsen låg 60cm över ritningen. Så de fick inte till det när de började mäta, det var helt enkelt för mycket ”brus” i modellen som konsulten tillhandahöll.

Tror du kvalitén på den produkt du får påverkas om ni använder maskinsystem istället för konventionell utsättning?

Det tror jag absolut. Tror det beror mycket på gubbarna som håller på med det. Ny teknik är roligt och då gör de ett bättre jobb.

Brukar entreprenören fråga efter de maskinstyrningsmodeller som kommer från den konsult som projekterat handlingarna?

Det har börjat förkomma, det händer inte ofta, men det blir vanligare och vanligare.

8.3 Bilaga 9 - KRAV FÖR UPPRATTANDE AV ANLÄGGNINGSMODELL

PROJEKT XXXXX

Definition

Med anläggningsmodell avses här:

Modell (digital) som i 3D och för vissa specificerade objekt i 2D beskriver projekterad konstruktion eller anläggning, dess överyta, linjer samt underliggande lagerytor av t.ex. terrass, schaktbotten, bärlager.

Kravspecifikation, allmänna krav

Anläggningsmodell ska visa anläggningen i sin helhet. Avvikelse från komplett anläggningsmodell ska godkännas av beställaren. Anläggningsmodell ska vara så uppbyggd att den kan användas för utsättning, maskinguidning/styrning, mängdförteckning/reglering, relationshandling/modell samt kontroll och uppföljning.

Redovisning av kända brister och saknad information

Kända brister och saknad information i anläggningsmodell ska dokumenteras. Dokumentation ska innehålla typ av brist/saknad information och för vilka områden/sträckor detta gäller.

Krav på noggrannhet

Om anläggningsmodell är baserad på tvärsektioner ska dessa sektioner beräknas

med c/c 10 m eller tätare och ned till c/c 1 m t.ex. vid bredd- eller

lutningsförändring.

Komplett anläggningsmodell ska levereras med en noggrannhet i plan (pilhöjd)

<20 mm och <3 mm i höjd.

Krav på innehåll

Anläggningsmodell ska innehålla 3D- och 2D-information med yt- och materialbeskrivning samt vara komplett med möjlighet att söka ut dessa datatyper i angiven dimension:

- Landskapsmodellering 3D
- Överyta 3D
- Underliggande lagerytor 3D
- Schaktbotten 3D
- Urgrävning 3D
- Terrass 3D
- Vatten- och avloppsanläggningar 3D/befintlig anläggning 2D
- El- och teleledningar, kablar 3D/befintlig anläggning 2D
- Övriga ledningar 3D/befintlig anläggning 2D
- KC-pelare, cellplast och lättfyllning 2D
- Pålar 2D
- Byggnadsverk 2D
- Övriga konstruktioner 2D
- Trafikanordningar (vägutrustningar) 2D som t. ex räcken, stolpar, belysning, vägmarken, målning

Anläggningsmodell i 3D är att föredra även där 2D anges.

Vid uppdelning av anläggningsmodell i delmodeller ska överlappzonens bredd

vara minst 5 m.

Kodning av anläggningsmodell

Anläggningsmodell ska kodas enligt beställarens riktlinjer.

Leveransformat

Varje anläggningsmodell ska levereras i projekteringsverktygets modellformat samt tre LandXML-filer 1.0 som:

- Trådmodell - "irregular lines" (kontinuerlig sammanhängande 3D)
- Triangelmodell (3D faces)

Modelldata som 2D

Leverans av anläggningsmodell

Digital anläggningsmodell ska ingå i "Matningsteknisk redogörelse" och "Mätvärden" och ska levereras till Banverkets projekthanteringssystem enligt överenskommelse med beställaren. I projekthanteringssystemets metadatafält ska det anges vilka som har konstruerat, granskat och godkänt anläggningsmodell.

Redogörelse för anläggningsmodell ska innehålla följande:

Rubrik	Innehållsbeskrivning
Regelverk och projekteringsföreskrifter	Regelverk och handböcker som använts för anläggningsmodell.

Maskinstyrning

Beskrivning	Kortfattad beskrivning av
Projekteringsverktyg	Programvaror, inklusive versioner, som använts i genomförandet.
Underlag	Markmodell som använts samt gällande inställningsparametrar vid beräkning
Mängdberäkning	Specifikation på hur/vad som är mängdberäknat i modell respektive
Avvikelser	Redovisning av kända brister och saknad information samt för vilka områden detta gäller.
Personal	Personal som konstruerat, granskat och godkänt anläggningsmodell.
Leveransformat	Sammanställning av leveransen, leveransformat, innehåll och
Översikt	Modellens geografiska utbredning i plan.

8.4 Bilaga 10 - KRAV FÖR UPPRÄTTANDE AV ANLÄGGNINGSMODELL

PROJEKT XXXXX

Definition

Med anläggningsmodell avses här:

Modell (digital) som i 3D och för vissa specificerade objekt i 2D beskriver projekterade konstruktions- eller anläggningsdelar klassificerade med olika uppbyggnadsformat t.ex. komponenter, objekt, ytor och brytlinjer.

Kravspecifikation, allmänna krav

Anläggningsmodell ska visa anläggningen i sin helhet. Avvikelser från komplett anläggningsmodell ska godkännas av beställaren. Anläggningsmodell ska vara interdisciplinär och så uppbyggd att den kan användas för:

- Samgranskning/kollisionskontroll
- Ritningsframställning
- Informationshantering
- Tidsplanering
- Utsättning
- Maskinguidning/styrning
- Mängdförteckning/reglering
- Kontroll och uppföljning
- Relationsmodell/handling
- Visualiseringsunderlag

Redovisning av kända brister och saknad information

Kända brister och saknad information i anläggningsmodell ska dokumenteras i ”Redogörelse för anläggningsmodell”. Dokumentation ska även innehålla typ av brist/saknad information och för vilka områden/sträckor detta gäller.

Krav på noggrannhet

Anläggningsmodellens ingående byggdelar ska vara korrekt i plan och höjd. Geometriskt slutna objekt ska ha korrekta infästningspunkter. Export av båggeometrier från anläggningsmodellen ska ha en noggrannhet på $\frac{1}{4}$ av byggplatstoleransen, enligt BVH584.10.

Krav på innehåll

Anläggningsmodell ska innehålla 3D- och 2D-information med yt- och materialbeskrivning samt vara komplett med möjlighet att söka ut dessa

Maskinstyrning

datatyper i angiven dimension. Anläggningsmodellens alla ingående byggdelar ska vara informationskopplade enligt Banverkets riktlinjer.

Byggdelar	Klassificering	2D/3D
Terrass och schaktbotten	Ytmodell, Brytlinjer	3D
Överyta samt underliggande lagerytor	Ytmodell, Brytlinjer	3D
KC-pelare, cellplast och lättfyllning	Komponent, Objekt/Volym	3D
Vatten och avloppsanläggningar	Komponent, Objekt/Volym	3D
Kanalisation inkl. kabelbrannar	Komponent, Objekt/Volym	3D
Väg-/spårgeometrier	Beräknad geometri	3D
Slipers, räler och växlar	Komponent, Objekt/Volym	3D
El-, signal- och teleledning	Brytlinjer, Objekt/Volym	3D
Övriga kablar och ledningar	Brytlinjer, Objekt/Volym	3D
Kontaktledningsstolpar/konsoler	Komponent, Objekt/Volym	3D
Teknikbyggnader	Komponent, Objekt/Volym	3D
Signaler	Komponent, Objekt/Volym	3D
Ventilationsanläggning	Komponent, Objekt/Volym	3D
Byggnadsverk	Komponent, Objekt/Volym	3D
Skyltar och belysning	Komponent, Objekt/Volym	3D
Räcken och stolpar	Komponent, Objekt/Volym	3D
Övriga installationer	Komponent, Objekt/Volym	3D
Befintliga KTL-fundament	Komponent, Objekt/Volym	3D
Befintliga byggdelar – underlag för 3D-projektering	Ytmodell, Brytlinjer, Komponenter, Objekt/Volym	2D/3D

Vid uppdelning av anläggningsmodellens ytmodeller (se tabell.1) skall överlappzonens bredd vara minst 10 m.

Kodning av anläggningsmodell

Anläggningsmodellens uppbyggnad skall kodas enligt beställarens riktlinjer nedan:

Klassificering Objekt/Volym

Förklaring: Sluten tredimensionell kropp med informationsbärande attribut och egenskaper Kodning: AMA, enligt BVF 581 16 – Järnvägs AMA 09

Komponenter

Förklaring: Sammanhängande mängd där alla punkter kan förbindas med en geometri Kodning: AMA, enligt BVF 581 16 – Järnvägs AMA 09

Ytmodell

Förklaring: Sammanhängande yta i tre dimensioner Kodning: AMA, enligt BVF 581 16 – Järnvägs AMA 09

Brytlinjer/Geometrier

Förklaring: Kontinuerligt sammanhängande linjer i tre dimensioner Kodning: Punktkodlista, tillhandahålls av beställaren

Modelldata 2D

Förklaring: Geometrier, texter och symboler som i två dimensioner exempelvis representerar plan, profil eller sektion.

Kodning: BVF 584 01 – Kodning av geografiska objekt

Leveransformat

Leveransformatet för anläggningsdelarna i anläggningsmodellen styrs med angiven klassificering:

Klassificering	Leveransformat
Objekt/Volym	IFC, projekteringsverktygets format samt dwg
Komponent	LandXML version 1.0, projekteringsverktygets format samt dwg
Ytmodell	LandXML version 1.0, projekteringsverktygets format samt dwg
Brytlinjer/geometrier	LandXML version 1.0, projekteringsverktygets format samt dwg
Modelldata 2D	Projekteringsverktygets format samt dwg

Leverans av anläggningsmodell

Digital anläggningsmodell ska ingå i ”Mätningsteknisk redogörelse” och ”Mätunderlag” (MätU) och ska levereras till Banverkets projekthanteringssystem enligt överenskommelse med beställaren. I projekthanteringssystemets metadatafält ska det anges vilka som har konstruerat, granskat och godkänt anläggningsmodellen.

Redogörelse för anläggningsmodell ska innehålla följande:

Rubrik	Innehållsbeskrivning
Regelverk och projekteringsförutsättningar	Regelverk och handböcker som använts för anläggningsmodell.
Beskrivning	Kortfattad beskrivning av anläggningsmodellens uppbyggnad.
Proj ekteringsverktyg	Programvaror, inklusive versioner, som använts i genomförandet.
Underlag	Markmodell som använts samt gällande inställningsparametrar vid beräkning.
Mängdberäkning	Specifikation på hur/vad som är mängdberäknat i modell respektive manuellt.
Avvikelser	Redovisning av kända brister och saknad information samt för vilka områden detta gäller.
Personal	Personal som konstruerat, granskat och godkänt anläggningsmodell.
Kvalitetssäkring	Enligt beställaren angivna metoder för egenkontroll, teknisk granskning och mätteknisk kontroll.
Leveransformat	Sammanställning av leveransen, leveransformat, innehåll och noggrannhet.
Översikt	Modellens geografiska utbredning i plan samt en översiktskarta som beskriver dess uppdelning.

Underlag

Befintliga byggdelar ska i de fall som krävs upprättas till 3D som underlag till genomförandet av 3D-projekteringen, se tabell 1.