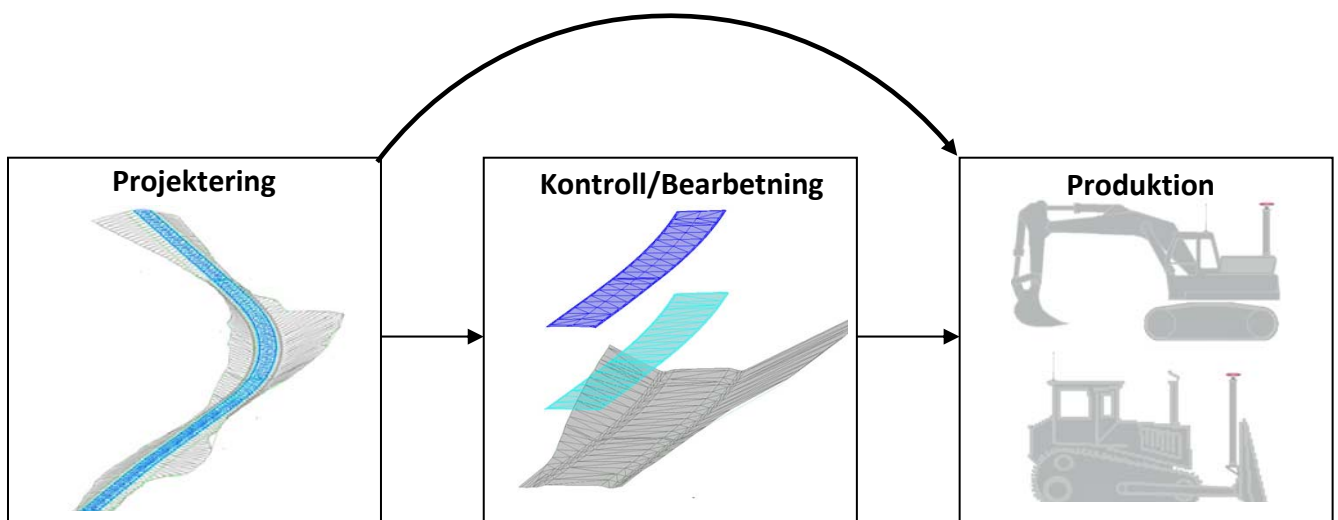


Effektivare utnyttjande av geometri- och informationsmodeller för maskinstyrning/guidning

SBUF projekt 12551

2012-08



Förord

SBUF projekt 12551 " Effektivare utnyttjande av geometri- och informationsmodeller för maskinstyrning/guidning" har bedrivits mellan september 2011 och juni 2012. Projektet har organisatoriskt bestått av en ledningsgrupp bestående av tre personer samt en projektgrupp. Projektgruppen har haft representanter från beställare, entreprenörer, leverantörer av projekteringsprogramvara samt tekniska experter på maskinkontrollsystem.

Vi vill tacka alla som deltagit i projektet och bidragit med kunskap erfarenheter och konstruktiva idéer i kreativa diskussioner på våra möten och workshop. Vi vill även tacka SBUF och Trafikverket som gjort det möjligt att genomföra projektet genom finansiering.

Stockholm 28 juni 2012

Ledningsgruppen

Mattias Skoog, Patrick Söderström, Andreas Nilsson

Deltagare i projektet har varit:

Henrik Franzen Trafikverket

Projektledning:

Mattias Skoog Projektledare SWECO

Patrick Söderström ATCON

Andreas Nilsson STSupport

Projektgrupp:

Daniel Ring NCC

Mattias Andersson Skanska

Magnus Eliasson PEAB

Kjell-Inge Svensson PEAB

Csaba Prokec Veidekke

Robin Norman SVEVIA

Ove Cervin Autodesk

Wai-Lok Lam Vianova

Stefan Sigvardsson Bentley

Tore Lindell CadQ

Sven Bengtsson CadQ

Sammanfattning

Hantering av projekterad data har under många år använts som underlag för digitala 3D-modeller för att tillgodose produktionen med avseende på utsättning, mängdberäkning och maskinkontrollsystem. Det finns en hel del vedertagna sätt att leverera och bearbeta denna data så att den fungerar för olika system och programvaror men inget riktigt konkret beskrivning på hur detta skall se ut. Utifrån projektet och de utvärderingar som vi gjort har det framkommit att det som kan anses som generellt i form är DWG format samt Land-XML. Många maskin- och utsättningssystem kan användas smartare med hjälp av sina egna interna definitioner av modeller och referenser men för att kunna säkerställa likvärdig utformning med tillräckligt stor användbarhet så är beskrivningar i form av polylinjer och ytmodeller det som är genomgående. Enkelt kan man säga att kravställningen på projekterad data skall levereras som 3D-polylinjer och 3D-ytmodeller, paketerade med respektive lager i respektive fil i formaten DWG och/eller LandXML. Ytterligare data i form av referenslinje filer (linje, profil, skevning) underlättar produktionen men skall ses som tillägg till den gällande 3D-modell datat. Struktur, kodning och uppdelning av modellerna är viktiga men inte direkt utifrån ett maskinstyrningsperspektiv utan mer för att kunna hantera och säkerställa användandet vid eventuell bearbetning, mängdberäkning eller kontroll.

Definitioner av begrepp

Förklaring av förkortningar och begrepp för ökad förståelse av innehållet i denna rapport.

Produktionslager	Med produktionslager avses ett specifikt uppbyggnadslager i konstruktionen till exempel terrass, obundet bärlager eller liknande.
Produktionsprogramvara	Programvara som används i produktion för att hantera underlag för maskinstyrning, det innefattar även maskinstyrningsystem.
LandXML	LandXML är ett öppet, textbaserat utbytesformat som är skapat för att hantera data som används inom anläggningsbyggande. Mer om formatet på landxml.org
.dwg	AutoCADs filformat. Har blivit en standard via sin stora spridning.
GNSS	Global Navigation Satellit System, är ett samlingsnamn för satellitbaserade navigations- och positionsbestämningssystem
BIM	Byggnads Informations Modell

Innehållsförteckning

Förord.....	i
Sammanfattning.....	ii
Definitioner av begrepp	iii
1 Introduktion.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och Mål.....	2
2 GENOMFÖRANDE.....	4
3 RESULTAT	4
3.1 Projekteringsprogrammets uppbyggnad av data	4
3.2 Innehåll i leverans.....	4
3.3 Land-XML.....	5
3.4 Överföring av projekterad data mellan projekteringsprogramvaror	5
3.5 Relationsmodell från maskinstyrningssystem.....	6
3.6 Organisation	7
3.7 Krav på noggrannhet	7
3.8 Kodning.....	8
3.9 Begränsningar.....	8
3.9.1 Storlek på datamängd	8
3.9.2 Uppdelning i delmodeller	8
3.9.3 Ett produktionslager per modell	9
3.9.4 Dubbelpunkter	10
3.10 Kvalitetssäkring och granskning	10
3.10.1 Granskning av filer för leverans.....	10
4 SLUTSATS	11
4.1 Rekommendationer på fortsatt arbete	12
5 BILAGOR	12

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Inom anläggningsbranschen är i dag maskinstyrning och maskinguidning med GNSS eller totalstationer en vedertagen teknik i produktionen. Automatisering i form av maskinstyrning och maskinguidning är numera välkända begrepp. I stort sett alla anläggningsprojekt använder i dag denna teknik. En av utmaningarna i dag ligger i att entreprenörer inte får digitala leveranser med den data som de behöver samt att data inte är anpassat för maskinstyrning. I många fall levereras endast ritningar som behöver tolkas, konverteras och omarbetas för att passa för maskinstyrning/guidning. Ett stort arbete läggs i dag på att hantera och anpassa digitala 3D-modeller för manuell utsättning eller direkt till maskiner.

Under de senaste åren har alla aktörer kommit närmare varandra vad det gäller att likrikta dataflödet genom hela byggprocessen. OpenBIM är ett branschforum inom byggbranschen där ytterligare steg kan tas mot en branschgemensam identifiering och likriktning av processer för att nå en betydande effektivisering av byggprocessen.

De olika aktörerna inom byggprocessen har alla olika verktyg och intentioner med den data de hanterar och skapar. Utbytet av data mellan de olika aktörerna är ett måste men detta utbyte är inte bara begränsat i olika format utan också i hur man definierar och beskriver innehållet för data. För att kunna skapa ett bra dataflyt genom hela byggprocessen måste data identifieras och beskrivas på ett, för alla, gemensamt sätt.

1.2 Syfte och Mål

Målet med projektet var att hitta och fastställa en branschgemensam syn på vad som bör levereras.

Dataleverans från projektering till produktion ska i form av geometrimodeller i 3D kunna levereras direkt till entreprenör för nyttjande med tillämpningen maskinstyrning/guidning för grävande och schaktande maskiner, det vill säga grävmaskin, väghyvel och bandschaktare.

Målet var att studera följande:

- Digitala leveranser (från projektering till produktion) ska i form av olika geometrimodeller i 3D (punkt-, linje- och ytmodeller) kunna levereras direkt till entreprenör för nyttjande av maskinstyrning/guidning.
- Finns det tydliga specifikationer för leverans och paketering av det digitala underlaget för att möjliggöra ett kvalitetssäkrat och effektivt dataflöde gällande tillämpningen maskinstyrning/guidning?
- Möjlighet till nyttjande av öppna format så som exempelvis LandXML
- Möjlighet att effektivare nyttja utbyte av originalformat mellan olika projekteringsverktyg och aktörer genom hela byggprocessen.

Målet var att identifiera och skapa ett datautbyte som på bästa sätt tillgodoser grundbehovet för geometrimodellhantering genom hela byggprocessen mellan olika parter och olika verktyg. Eftersom de generella formaten just nu inte tillgodoser allt som behövs för att beskriva en utformning måste bristerna identifieras för att utveckling ska kunna ske vidare inom området.

Mer specifikt var syftet för projektet att:

- Studera datahanteringen mellan projekteringsverktygen AutoCAD Civil 3D, Vianova Novapoint , Bentley InRoads samt de geodesiprogramvaror som bör nyttjas för att kvalitetssäkra leverans- och mottagningsprocessen.
- Följa upp och analysera vilka begränsningar och möjligheter som den komplexa datahanteringen innebär gällande dataflödet för maskinstyrning/guidning.

Med maskinstyrning/guidning som produktionsmetod och som en standardisering av leveransdata kommer produktiviteten inom produktionen att öka, kvalitén att säkerställas samtidigt som kostnaderna kommer att minska. Genom att identifiera en gemensam definition för utformningsdata inom anläggning har vi tagit första steget mot geometri- och informationsmodeller, enligt dagens användbara BIM-teknologi.

Med dagens utveckling av mobil kommunikation genom internet och med 3G/GPRS/W-Lan som bärare kan data skickas direkt från projekteringen till enskilda anläggningsmaskiner. Denna teknik utgör en mycket stor möjlighet för utökad samverkan och effektivisering i byggprocessen. Det är dock mycket viktigt att de digitala leveranser som skickas för tillämpningen maskinstyrning/guidning inom anläggningsbranschen följer tydliga riktlinjer med avseende på användning, nyttjanderätt och ansvar. Därför kommer detta utvecklingsprojekt att samverka med ett annat pågående utvecklingsprojekt "Framtagning av riktlinjer för leverans av digital information för anläggningsbranschen med avseende på användning, nyttjanderätt och ansvar".

Projektets frågeställningar var:

1. Hur definierar olika projekteringsverktyg och geodesiprogramvaror olika objektstyper och geometrimodeller?
2. Hur kan vi använda LandXML som en gemensam struktur för datautbyte och vilka versioner är lämpliga till vad?
3. Hur fungerar datautbytet mellan olika verktyg och enheter i praktiken?
Hur fungerar leveransen/utbytet av modeller mellan projekteringsverktyg och geodesiprogramvaror. Vad kan förbättras?
4. Hur kan data som behövs i produktionen hanteras på bästa sätt?
5. Vad kan levereras tillbaka och återkopplas från produktionen när maskinstyrningssystem används för att erhålla underlag till relationsdata/modell och mängdreglering?
6. Hur ställer detta krav på ändring av organisationsformer i genomförandet av projekt?

1.3 Avgränsning

Projektet avgränsas till att studera effektivitet och funktionalitet för produktion vid leverans av projekterad data i form av geometrimodeller från projektör till entreprenör för tillämpningen maskinstyrning/guidning för grävande och schaktande maskiner, det vill säga grävmaskin, vägghyvel och bandschaktare.

2 GENOMFÖRANDE

Projektet genomfördes i 4 faser med kontinuerliga möten och utvärderingar enligt nedan.

1. Identifiering, detaljplanering och utvärdering av användbara sätt att i dag hantera data mellan olika verktyg och aktörer.
2. Utforma testdata/projektering/anläggningsmodell.
Remissa data till referensanvändare.
3. Gemensam testkörning i maskinkontrollsystem med dokumentation av resultat.
4. Analysera, utvärdera och sammanställa rapport

3 RESULTAT

Resultat från arbetsgrupper

3.1 Projekteringsprogrammets uppbyggnad av data

De projekteringsprogram som har använts i studien arbetar alla mot olika typer av databaser och har sina sätt att skapa modeller som beskriver den slutliga anläggningen. Från dess databaser exporteras data för grafisk presentation i CAD programvara eller till exportformat, exempelvis LandXML. En viktig förståelse är att den grafiska presentationen från databas till CAD-program är en publicering och förenkling av projekterad data. Med denna insikt kan projektören styra hur mycket förenkling som kan accepteras för respektive delsträcka och datamängd, mer om detta under punkten Noggrannhet.

3.2 Innehåll i leverans

Leverans av data från projektering till produktion ska som minst innehålla sammanhängande linjer i 3D/3D-polylinjer, och ytmodeller/triangelmodeller. Linjemodellen levereras för direkt användning av entreprenör samt för de fall då entreprenören vill göra justeringar av utformningen vilket är mycket tidsödande att göra i en triangelmodell.

Triangelmodell levereras för direkt användning samt som ett original att jämföra mot i de fall där entreprenören tar in linjemodellen i exempelvis geodesiprogramvara och där gör en triangelmodell. Triangulering i olika programvaror, till exempel i projekterings- och geodesi-programvaror kan ge olika resultat varför det är mycket viktigt att kvalitetssäkra mot en levererad och kvalitetssäkrad triangelmodell.

3.3 Land-XML

Exportera via Land-XML från olika projekteringsprogram ger i viss mån olika resultat. Framst med avseende på Land-XML filens utseende.

Land-XML leveransen ska vara strukturerad och kodad på ett sådant sätt att mottagaren kan förstå och använda datamängden. Leverans bör ske i LXML 1.0 för bästa kompatibilitet mellan projektering och produktion.

Land-XML finns i versionerna 1.0, 1.1 och 1.2. Information om Land-XML finns på landxml.org
Avgränsningar som gäller i detta projekt och begränsningar på mottagarsidan (dvs i geodesi och maskinkontrollsystemen) som gör att Land-XML 1.0 är lämplig version vid leverans.

Export till Land-XML kan ske för:

beräknad linjeföring

linjemodeller

ytmodeller

Land-XML kan inte hantera volymmodeller eller volymobjekt.

3.4 Överföring av projekterad data mellan projekteringsprogramvaror

På den svenska marknaden används i dag i huvudsak tre projekteringsprogramvaror för långsträckta objekt (väg och järnväg), dessa är Autodesk's Civil 3D, Bentley's InRoads & RailTrack och Vianovas Novapoint. För utbyte mellan projekteringsprogramvaror likställer vi Bentley InRoads och RailTrack. Även Novapoint har applikationer för väg och järnväg, dessa hanteras här gemensamt som Novapoint.

Projekterad data Programvara	Beräknad linjeföring	Ytmodeller och linjemodeller	Volymmodell
Novapoint till:			
InRoads	LXML samt .titt och .nyl	LXML, .dwg	.dwg
Civil 3D	LXML	LXML, .dwg	.dwg
Civil 3D till:			
Novapoint	LXML	LXML, .dwg	.dwg
InRoads	LXML	LXML, .dwg	.dwg
InRoads till:			
Novapoint	LXML samt .titt och .nyl	LXML, .dwg	.dwg
Civil3D	LXML	LXML, .dwg	.dwg

Normalsektioner

Projekteringsprogrammen klarar inte att utbyta normalsektioner med funktionalitet sinsemellan. Tillvägagångssättet är att använda cad-underlag som grafisk vägledning vid upprättande av normalsektion med funktionalitet.

InRoads kan hantera import av grafiskrepresentation av normalsektion i CAD-format, funktionalitet måste sedan kodas i InRoads.

3.5 Relationsmodell från maskinstyrningssystem

Funktionen för att lagra absolut position via maskinstyrningssystem finns i dag inbyggt i system från de flesta leverantörerna. Metoden används främst för att lagra data för internt bruk och metodiken för att med denna teknik upprätta relationsmodell är inte fullt utvecklad och applicerad. Detta ser vi som en stor potential och nyttoeffekt.

Idag kan inmättningsdata lagras på en rad olika sätt. Enklaste sättet är att manuellt, med knapptryckningar, lagra enstaka punkter. För att kunna nyttja detta som relationsdata ställs krav på att varje punkt som lagras är representativ för det objekt som skall beskrivas. Här ställs alltså krav på att operatören lagrar data med rätt position.

Lagring av punkter kan även göras med automatik, t ex genom att registrera punkter på ett jämnt intervall utmed en referenslinje eller med ett specifikt tidsintervall. Detta är metoder som främst lämpar sig för rullande maskiner som rör sig utmed den yta som skall bearbetas. Punkterna kan även sammanbindas för att tydligare beskriva de "stråk" där maskinen arbetat.

Parallellt med att lagra punkter finns även möjlighet att i realtid lagra lutningsinformation (tvärfall) på maskinens arbetande redskap, t ex ett hyvelblad. Detta innebär att informationen som sparas skulle kunna vara representativ för en yta.

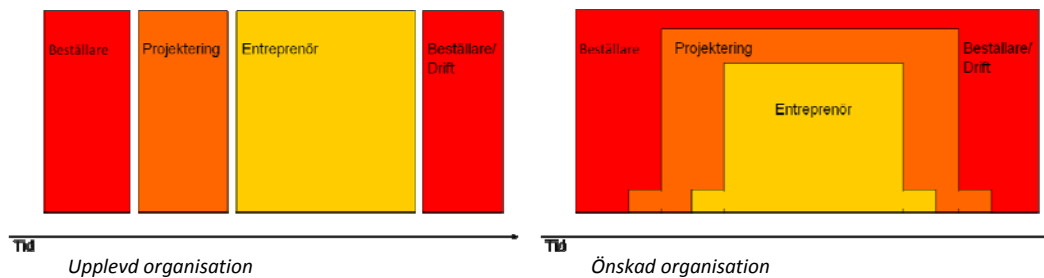
Ytterligare ett sätt att beskriva det uppnådda resultatet i form av relationsdata är att skapa en så kallad modifieringsmodell. Detta är en modell som successivt förändras efterhand som material tas bort eller läggs på med den aktuella maskinen. Resultatet blir en digital modell som beskriver den yta som maskinen lämnat efter sig. Detta är en metod som är användbar för exempelvis muddring när operatören inte ser den yta som bearbetas utan förlitar sig till den modell som byggs upp grafiskt i maskinstyrningssystemet.

För kompakterande maskiner finns möjlighet att, tillsammans med absolutpositionen, även lagra markens beskaffenhet och hur den reagerar på vibrationen från valse.

För att fullt ut kunna nyttja maskinstyrningssystem som verktyg för att skapa relationshandling måste nuvarande regelsystem ändras. Idag bygger dessa regelsystem på metoder som inte möjliggör inmätning med maskinstyrningssystem. Vår mening är att skapa relationsdata med maskinstyrningssystem skulle vara en fullt godtagbar metod som skulle både effektivisera dokumentationsprocessen och minska kostnaderna för skapandet av relationshandlingar

3.6 Organisation

För att möta den ökade produktionshastigheten och kunna hantera de frågor som uppstår kommer organisationsformen att ha en betydande inverkan. I dagsläget är det i stor utsträckning vattentäta skott mellan projektering och produktion. När man bygger med 3D-modeller som underlag och automatisering i form av maskinstyrning/guidning som metod kommer frågeställningar på modellen och ändrade förutsättningar att dyka upp som beställare, projektör och entreprenör sannolikt snabbast och på bästa sätt löser gemensamt. Detta innebär att en organisationsform där beställare, projektör och entreprenör är delaktiga genom hela produktionsprocessen ger ökad effektivitet.



3.7 Krav på noggrannhet

Projekterade modeller bör optimeras så att de har rätt noggrannhet. Detta betyder att modellen skall vara tillräckligt tätt räknad för gällande krav, men inte heller för tätt räknad då detta ger onödigt stor datamängd. Datamängden bör hållas nere beroende på de begränsningar som finns i maskinstyrnings systemen att hantera stora datamängder.

Exempel på krav som används i dag:

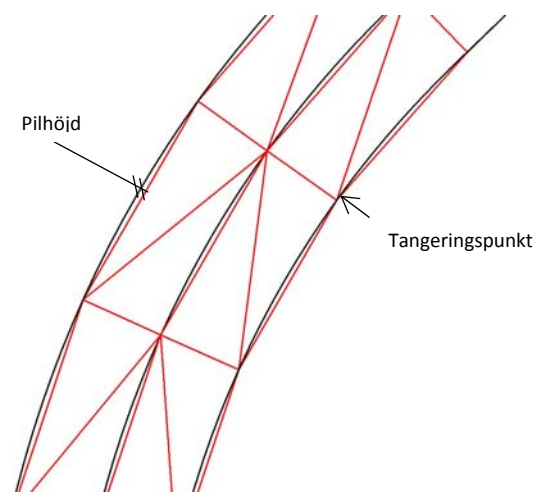
Anläggningsmodellens ingående byggdelar ska vara korrekta i plan och höjd. Geometriskt slutna objekt ska ha korrekta infästningspunkter. Export av båggeometrier från anläggningsmodellen ska ha en noggrannhet (pilhöjd) i plan $\leq 20\text{mm}$ och $\leq 3\text{ mm}$ i höjd.

Ett annat exempel på förekommande krav är

$\frac{1}{4}$ av byggplatstoleransen för respektive produktionsdel.

Det först nämnda kravet ställer samma krav på hela konstruktionen och tar inte hänsyn till att toleransen kan vara lägre till exempel i terrassbotten och högre på slitlagret.

Det andra kravet är mer anpassat till produktionen och medger anpassad tolerans beroende på produktionsdel, produktionslager. Det ställer samtidigt högre krav på att projektören har kunskap om eller får styrande krav på vad som gäller avseende byggplatstoleransen.



Exempelbild med triangelmodell och CAD modell. Pilhöjden är avståndet mellan den teoretiska båggeometrin och triangelmodellen mitt mellan två tangeringspunkter.

3.8 Kodning

För att göra levererad data mer strukturerad och förstålig bör en branschgemensam kodning användas. Kodningen bör vara på filer, cad-lager, produktionslager, objekt.

Den kodstandard vi har att tillgå i dag är Bygghandlingar 90 och SB11. Dessa båda dokument stödjer kodningen av 3D-modeller men inte fullt ut. En komplettering av koderna behöver göras i respektive projekt, förslagsvis i CAD/BIM handledning.

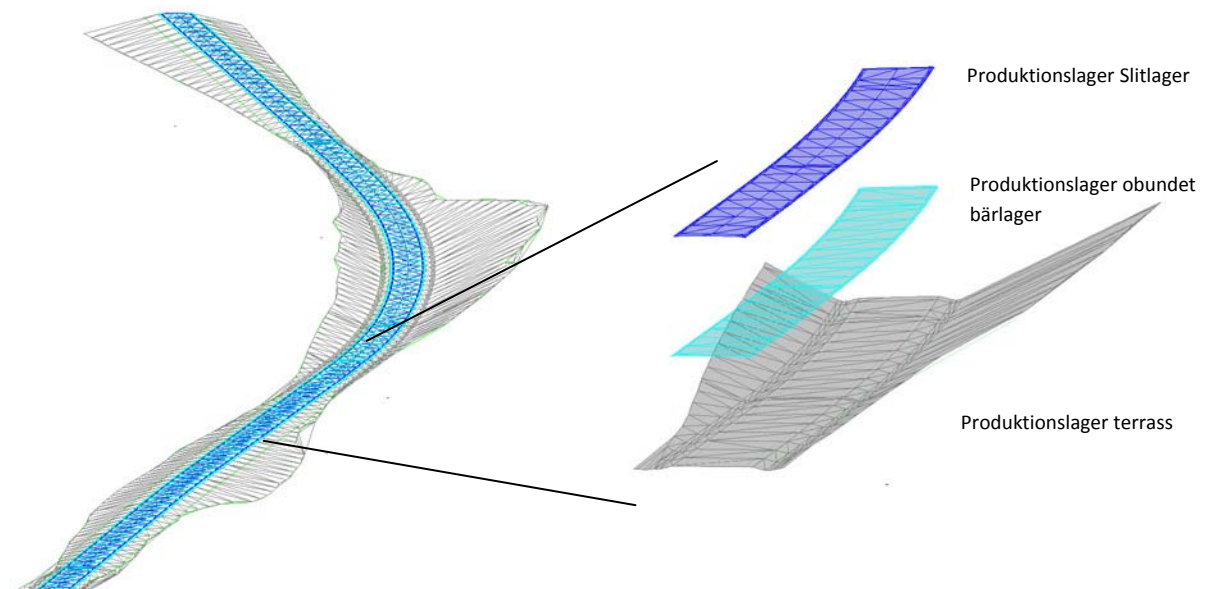
3.9 Begränsningar

3.9.1 Storlek på datamängd

Storleken (vikten i megabyte) på respektive leveransfil måste begränsas till cirka 3 megabyte. Detta beroende på att maskinstyrningssystemen i dag har begränsningar i hur mycket data de kan hantera.

3.9.2 Uppdelning i delmodeller

Med anledning av begränsningar i storlek på datamängd behöver anläggningsmodellen delas upp i delsträckor här kallat delmodeller. Längden på dessa är beroende av komplexiteten i modellen och därmed hur stor den är i megabyte. Exempelvis kan det röra sig om en delsträcka på 500 meter. För att effektivt kunna använda modellen vid produktion i närhet av start och slut av modellen behöver en överlappszone skapas där data från nästkommande modell ingår, detta för att operatören skall få information om hur det ser ut utanför delmodellen. Överlappszonen storlek bör ha en längd som ger operatören en god bild av hur det ser ut utanför delmodellen. Storleken på överlappszonen bör överenskommas mellan entreprenör och projektör, exempelvis 10 meter.



Exempel på anläggningsmodell som delas i ett mindre område, delmodell samt uppdelning i produktionslager.

3.9.3 Ett produktionslager per modell

Det finns i dag begränsningar i hur vissa maskinstyrningsprogram kan hantera flera ingående produktionslager i en fil/datamängd.

För att säkerställa att exporterad data kan användas för produktion föreslår vi att ett produktionslager finns redovisat i en fil/datamängd.

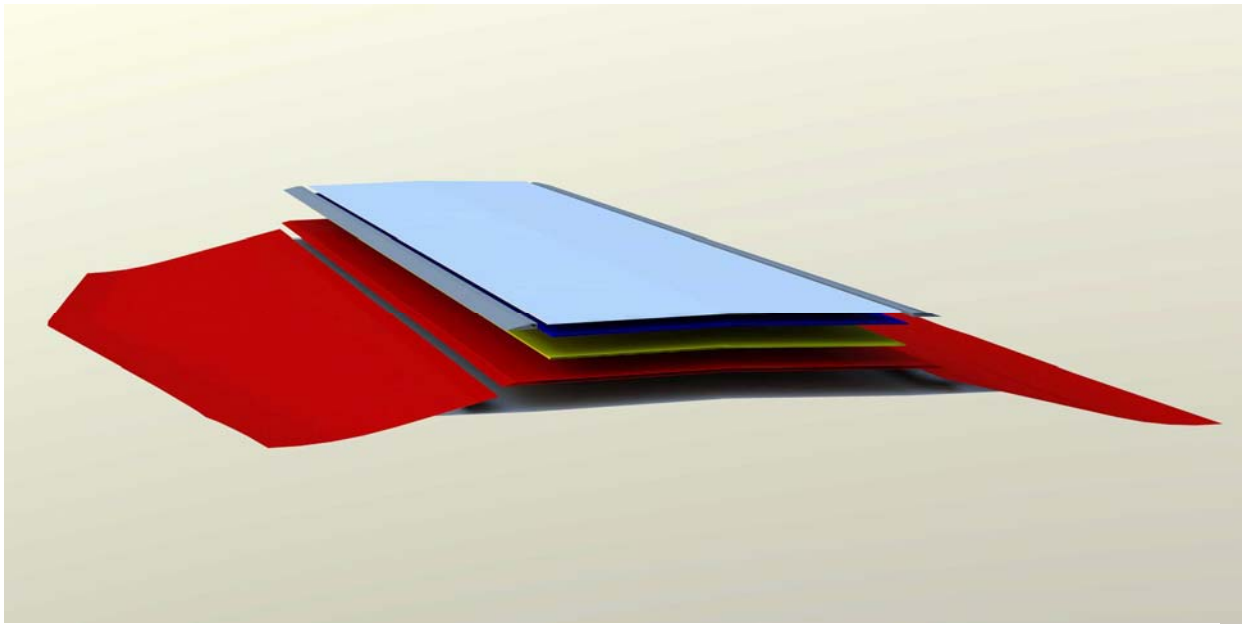


Bild med resultat när sektionen tillsammans med räknad linje och markmodell har skapat en anläggningsmodell. I detta fall redovisas anläggningsmodellens ingående produktionslager isärdragna.

3.9.4 Dubbelpunkter

Vid projektering av långsträckta objekt används en teknik och metodik som gör att dubbelpunkter skapas. Detta är ett effektivt sätt att projektera men ger problem för hantering i produktionsprogramvara. Dubbelpunkter får inte förekomma i leverans till produktion. Kvalitetssäkring av detta skall ingå i projektörens arbete.

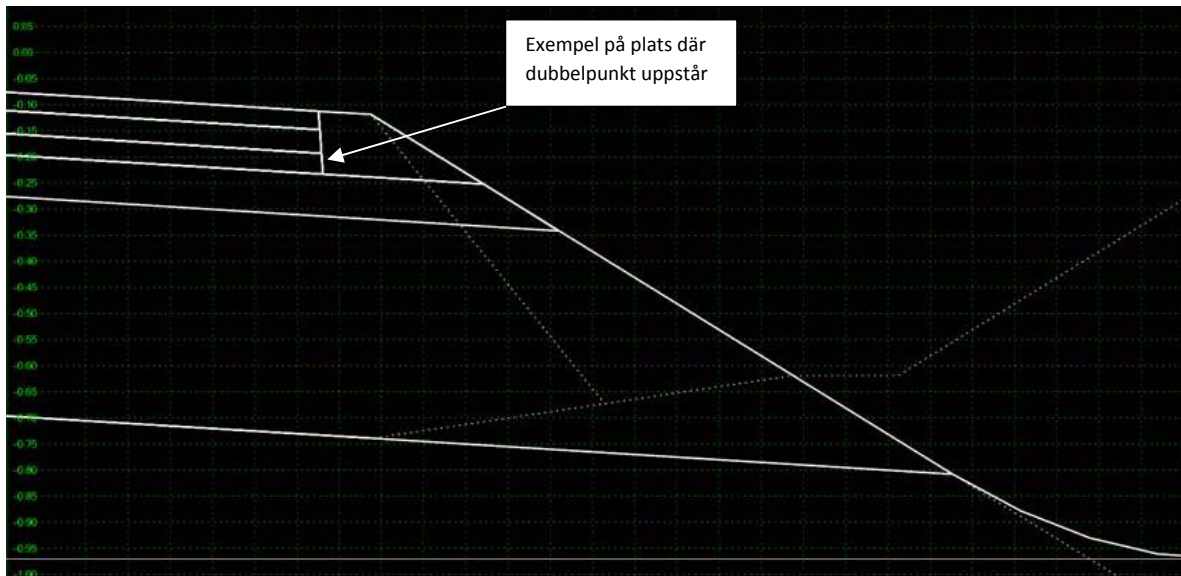


Bild ur projekteringsprogramvara där dynamisk sektion skapas

3.10 Kvalitetssäkring och granskning

3.10.1 Granskning av filer för leverans

Anläggningsmodeller ska granskas innan de levereras. Granskningen ska ske både på enskilda modeller och bakomliggande uppbyggnad i projekteringsprogramvara.

Granskningen ska titta på följande:

- att det inte finns dubbelpunkter
- att datamängdens storlek inte är för stor
- att det är ett produktionslager per leveransfil
- att det inte finns mer information än nödvändigt i respektive leveransfil
- att noggrannheten är korrekt enligt uppställda krav
- att datamängden är korrekt kodad i enlighet med för projektet uppställda krav

4 SLUTSATS

Vid leverans ska anläggningsmodeller delas upp i delsträckor och produktionslager (exempelvis terrass, bundet bärlager mm). Delsträckorna ska ha en överlappszone på exempelvis 10 meter.

Effekten av detta är:

- minskat behov av handhavande av datamängd hos mottagaren (entreprenören)
- datamängden kan användas direkt i maskinkontrollsystem
- större kompatibilitet (alla system vi har testat kan hantera denna typ av datamängd)

Leverans ska för bästa effektivitet bestå av räknad linjeföring samt linjemodell och ytmodell för respektive produktionslager.

Räknad linje används som referens vid flertal tillämpningar.

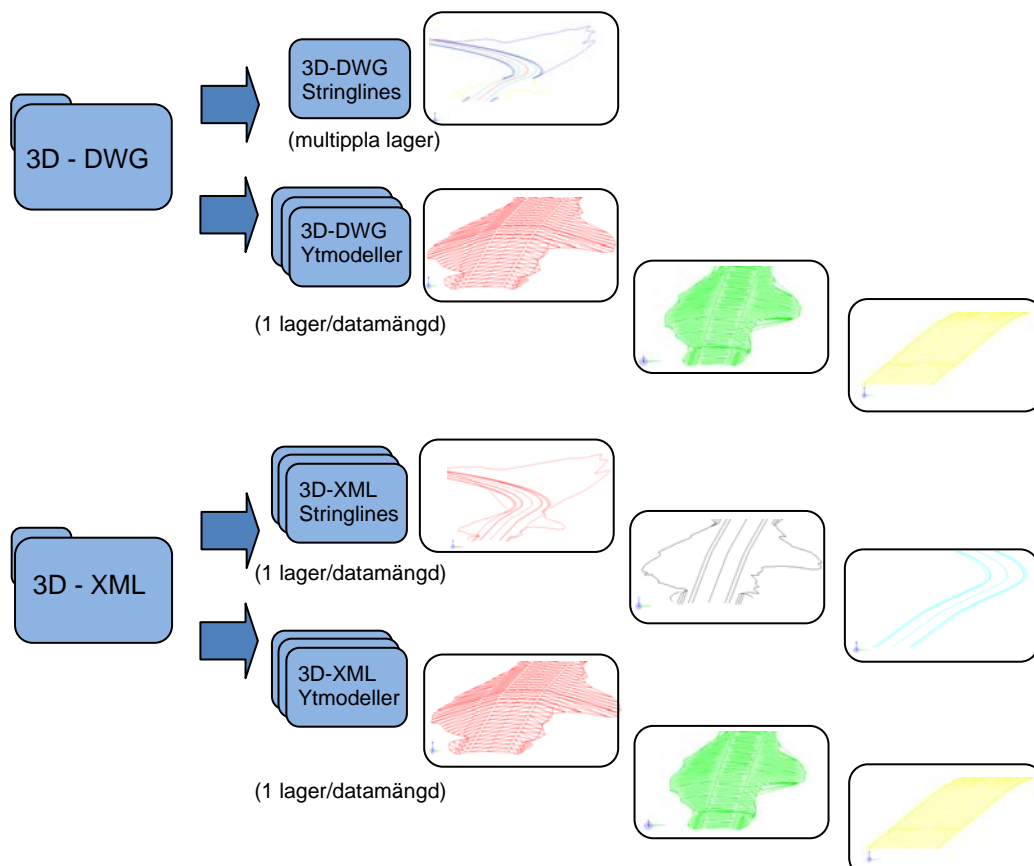
Linjemodellen gör att entreprenören kan göra egna anpassningar.

Ytmodeller är det bästa sättet vi har i dag för att beskriva produktionslager för geodesi och maskinkontrollsystem.

Format vid leverans

Leveransen ska för att vara generellt användbar ske i formaten Land-XML och dwg.

I de fall leverantör av data vet vilken geodesiprogramvara och maskinkontrollsystem entreprenören kommer att använda (exempelvis SBG) kan leveransen med fördel och för ökad effektivitet ske i den programvarans format.



4.1 Rekommendationer på fortsatt arbete

- Beskrivning "Lathund" för leverans från projekteringsprogramvara till maskinkontrollsystem.
- Skapa relationsmodeller från maskinstyrningssystem.
- Djupare utredning av Land-XML format, och förslag för utveckling av detta så det tillgodoser branschbehovet.
- Maskinstyrningssystemens potentiella utveckling för att tillgodose och säkerställa ett effektivt byggande genom att kunna hantera mer än geometrisk modelldata.
- Komplettera koder i BH90 och SB11 för att få en branschgemensam standard för kodning av modeller och data för maskinstyrning.
- Utredda erforderlig data och dess flöde för att styra asfaltläggare och fräs.

5 BILAGOR

Bilaga 1

Matris med resultat från testkörning av projekterad data i maskinstyrningssystem.

Bilaga 2

Matris med sammanställning av svar från undersökning av funktion av projekterad data i maskinstyrningssystem.

Bilaga 1

SBUF 12551 Effektivare utnyttjande av geometri- och informationsmodeller för maskinstyrning/guidning

Resultat från testkörning i maskinstyrningssystem

PRODUKTIONS-PROGRAMVARA	CIVIL 3D																				
	Projekterad data i DWG-format						Projekterad data i XML-format														
	3D trådmodell/ polylinjer			3D ytor			3D trådmodell/ polylinjer			3D ytor			Väglinjedata (linje och profil)			Referenslinje med tvärfall			Referenslinje med tvärsektioner		
	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH
UMC 3D	--	--	--	Ja	Ja	--	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	--	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
GEO 2012	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	--	Ja	Ja	Ja	--	--	--	Nej	Nej	Nej
3DXI / 3DMC	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3D-Office	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
GCS900/CB430	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TBC	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Novatron 3D-Vision	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Topocad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

PRODUKTIONS-PROGRAMVARA	INROADS																				
	Projekterad data i DWG-format						Projekterad data i XML-format														
	3D trådmodell/ polylinjer			3D ytor			3D trådmodell/ polylinjer			3D ytor			Väglinjedata (linje och profil)			Referenslinje med tvärfall			Referenslinje med tvärsektioner		
	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH
UMC 3D	--	--	--	Ja	Ja	--	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	--	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
GEO 2012	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	--	--	--	Ja	Ja	--	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
3DXI / 3DMC	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3D-Office	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
GCS900/CB430	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TBC	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Novatron 3D-Vision	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Topocad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

PRODUKTIONS-PROGRAMVARA	NOVAPOINT																				
	Projekterad data i DWG-format						Projekterad data i XML-format														
	3D trådmodell/ polylinjer			3D ytor			3D trådmodell/ polylinjer			3D ytor			Väglinjedata (linje och profil)			Referenslinje med tvärfall			Referenslinje med tvärsektioner		
	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH	GM	Doz	VH
UMC 3D	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	--	--	Ja	Ja	--	--	--	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
GEO 2012	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	--	Ja	Ja	Ja	Ja	--	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
3DXI / 3DMC	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3D-Office	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
GCS900/CB430	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TBC	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Novatron 3D-Vision	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Topocad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Stöd för att läsa tabellen:

- Ja = tillfredställande
- = fungerar men ej fullt ut
- Nej = fungerar ej
- X = ej testat

- GM = Grävmaskin
- Doz = Dozer/bandtraktor
- VH = Väghyvel

Not:

Vid export från Novapoint till UMC3D i formatet LandXML ver 1.0 använder man sig av "feature codes" enligt Leica Road Runner Add-On

Bilaga 2

SBUF 12551 Effektivare utnyttjande av geometri- och informationsmodeller för maskinstyrning/guidning

Resultat av svar från programvaruleverantörer

PRODUKTIONS-PROGRAMVARA	CIVIL 3D				
	Projekterad data i DWG-format		Projekterad data i XML-format		
	3D trådmodell/ polylinjer	3D ytor	3D trådmodell/ polylinjer	3D ytor	Väglinjedata (linje och profil)
UMC 3D	--	Ja	--	Ja	--
GEO 2012	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
3DXI / 3DMC	X	X	X	X	X
3D-Office	X	X	X	X	X
GCS900/CB430	X	Nej	Nej	Ja	Nej
TBC	X	Ja	Ja	Ja	Ja
Novatron 3D-Vision	Nej	Nej	--	Ja	Nej
Topocad	--	Ja	--	Ja	Ja

PRODUKTIONS-PROGRAMVARA	INROADS				
	Projekterad data i DWG-format		Projekterad data i XML-format		
	3D trådmodell/ polylinjer	3D ytor	3D trådmodell/ polylinjer	3D ytor	Väglinjedata (linje och profil)
UMC 3D	--	Ja	Nej	Ja	Ja
GEO 2012	Ja	Ja	--	Ja	Ja
3DXI / 3DMC	X	X	X	X	X
3D-Office	--	--	X	X	X
GCS900/CB430	Nej	Nej	Ja	Nej	Nej
TBC	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Novatron 3D-Vision	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Topocad	Ja	--	Nej	--	Ja

PRODUKTIONS-PROGRAMVARA	NOVAPOINT				
	Projekterad data i DWG-format		Projekterad data i XML-format		
	3D trådmodell/ polylinjer	3D ytor	3D trådmodell/ polylinjer	3D ytor	Väglinjedata (linje och profil)
UMC 3D	--	Ja	Ja	--	Ja
GEO 2012	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
3DXI / 3DMC	--	--	Nej	--	Ja
3D-Office	Ja	Ja	Nej	Ja	Ja
GCS900/CB430	Nej	Nej	Ja	Ja	X
TBC	Ja	Ja	Ja	Ja	X
Novatron 3D-Vision	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej
Topocad	Ja	Ja	Ja	Ja	--

Stöd för att läsa tabellen:

Ja	= tillfredställande
--	= fungerar men ej fullt ut
Nej	= fungerar ej
X	= icke testat

Not:

Vid export från Novapoint till UMC3D i formatet LandXML ver 1.0 använder man sig av "feature codes" enligt Leica Road Runner Add-On