

Tillämpning av VDC i produktion

- Utveckla användandet av VDC inom mark och anläggning ute i produktionen



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för Byggetenskaper
Avdelningen för Projekteringsmetodik

Examensarbete:
Simon Andersson
Gino Svensson

© Copyright Simon Andersson, Gino Svensson

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2013

Sammanfattning

Denna rapport redovisar huru NCC:s befintliga VDC metoder och verktyg inom husbyggnation går att implementera inom mark och anläggning. Även vilka nya verktyg, metoder som kan skapas med hjälp av ett utvalt antal programvaror. Inom husbyggnation är VDC väl utvecklat och mycket forskning bedrivs inom området till skillnad från inom mark och anläggning. Inom mark och anläggning jobbas det fortfarande mycket med 2D-ritningar. VDC tekniken är begränsad och används inte här i stor utsträckning därför är syftet med denna rapport att undersöka om det går att tillämpa VDC inom mark och anläggning samt hur det skulle gå till och vilka programvaror som skulle kunna användas för att skapa produktionsanpassade VDC hjälpmedel. Studien har genomförts med hjälp av NCC och intervjuer med sex personer med olika roller inom mark och anläggning. Kurser i tre olika programvaror och studiebesök på två byggprojekt har genomförts. Allt detta har bidragit till att kunna identifiera på vilket sätt VDC ska tillämpas inom produktionen för mark och anläggning.

Underlaget som tagits fram visar på att mark och anläggning är i behov av VDC eftersom detta hade underlättat arbetet ute i produktionen. Studien visar också att det bästa sättet att tillämpa VDC inom produktionen, inom mark och anläggningssidan är genom en blandning mellan de olika programkombinationerna Navisworks, DynaRoad och VDC-Arbestplats. Inom väg behövs Navisworks och VDC-Arbestplats för att visa framdriften och DynaRoad för att planera och följa upp masshanteringen och transporter. Inom Mark och anläggning finns det inte någon anledning att använda DynaRoad och dess masshanteringsverktyg eftersom inga större transporter och jordmassor hanteras inom denna typ av projekt.

Nya idéer har framkommit utefter att denna undersökning genomförts. Därför bör det läggas mer resurser på forskning inom VDC och i synnerhet inom mark och anläggning. Detta för att komma ikapp utvecklingen som skett inom VDC inom husbyggnation. När väl kunskapen om VDC och dess fördelar i form av hjälpmedel kan utnyttjas fullt ut, kan tid sparas inom produktionen och risker för missförstånd minimeras, dessutom kan pengar sparas.

Nyckelord: Virtual Design and Construction (VDC), 3D, 4D, 5D, Building Information Model (BIM), (AIM)

Abstract

This report presents how far NCC current VDC tools and methods in building construction can be implemented in road and infrastructure projects also what new tools, methods that can be created helped by pre-selected software's. VDC is well developed within the construction of building and research and resources in the field have been spent under a longer period of time unlike in road and infrastructure construction. 2D drawings is still a big part in road and infrastructure projects and the VDC technology is limited therefore it's not used as often as in construction of buildings. The purpose with this report is therefore to investigate if VDC is applicable in road and infrastructure projects also how this is manageable. And last what kind of software that should be used to create helpful production adapted VDC-tools. The study is a collaboration between NCC and the writers of this report. Six people with different profession's in road and infrastructure projects were also interweaved. Course's in three different software's and two constructions sites visits was executed. All this contributed to identify how VDC should be implemented in the production of road and infrastructure projects.

The produced information indicates that road and infrastructure projects are in need of VDC since it would facilitate the production work. The study also indicates that the best way to apply VDC in the production of road and infrastructure projects are a mix between the different software's Navisworks, DynaRoad and VDC-Arbetsplats. When building Roads we strongly suggest both Navisworks and VDC-Arbetsplats to display the propulsion and DynaRoad to plan and control the mass haul and transportations of materials. In Infrastructure there is no need for usage of DynaRoad and its mass haul tools because the level of material handling and transportation of mass in these kinds of projects is not that significant.

New ideas have appeared along this research. Therefore more resources should be spent for research within VDC, particular VDC that applies for road and infrastructure projects. More resources should be spent in this line of construction to catch up with the section for house construction projects. When the knowledge of VDC and its methods can be properly used within the construction stage misunderstandings can be minimized and time and money can be saved.

Keywords: Virtual Design and Construction (VDC), 3D, 4D, 5D, Building Information Model (BIM), (AIM)

Förord

Examensarbetet är det avslutande momentet i författarnas utbildning Byggteknik med inriktning arkitektur på Lunds Tekniska Högskola (LTH). Examensarbetet omfattar 22,5 poäng och är en del av de 180 poäng som ingår i högskoleingenjörsprogrammet.

Arbetet har utförts på ett sätt så att båda författarna har haft en bra inblick i arbetets delar. Arbetsbelastningen har varit jämnt mellan de två författarna och uppgifter har tilldelats den mest kvalificerade inom respektive område inom rapporten.

Vi skulle vilja tacka NCC som gav oss möjligheten att få utföra denna undersökning i samarbete med dem. Ett extra stort tack till Lavinus Arva som har varit vår handledare under vår tid på NCC. Lavinus var en god handledare som gav oss mycket kunskap men även feedback på de idéer som tagits fram genom hela arbetet. Med gott engagemang motiverade han oss till att prestera vårt bästa och utveckla våra idéer. Vi skulle även vilja tacka samtliga informatörer och personer som ställt upp på intervjuer för att ge oss det underlag som behövts för att utföra examensarbetet samt ett litet extra tack till Anna Niedenström för hennes stöd. Även ett tack till kursledaren Niclas Törnroos för information och kurs i DynaRoad och slutligen till vår examinator Anders Robertson.

Malmö, juni 2013

Simon Andersson

Gino Svensson

Förkortningar/Terminologi

2D – Två dimensioner

3D – Tre dimensioner

4D – 3D modell kopplad med tidsplanering

5D – 3D modell kopplad med tidsplanering och kostnadskalkyl

AIM – Anläggnings Informations Modellering

BIM – Building Information Modeling

CAD – Computer Aided Design

CNG – Curt Nicolin Gymnasiet

GPS – Global Positioning System

ICE – Integrated Concurrent Engineering

IFC – Industry Foundation Classes

LBS – Location Breakdown Structure

LTH – Lunds Tekniska Högskola

NIBS – National Institute of Building Sciences

NWC/NWF/NWD – Filformat för Navisworks

U-värde – Beskriver materialets isoleringsförmåga

VDC – Virtual Design and Construction

WBS – Work Breakdown Structure

ÄTA – Ändrings- och tilläggsarbeten

APD – Arbetsplats disponering

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Mål	2
1.4 Avgränsningar	3
1.5 Intressenter	3
2 Teori	4
2.1 BIM	4
2.1.1 Historia	4
2.1.2 Vad är BIM	4
2.1.3 Fördelar med BIM	5
2.1.4 Nackdelar med BIM	6
2.2 VDC	7
2.2.1 3D	8
2.2.2 4D	8
2.2.3 5D	9
2.3 Programvaror	9
2.3.1 DynaRoad	9
2.3.2 Plan	11
2.3.3 Schedule	13
2.3.4 Control	13
2.3.5 Fönster	15
2.3.6 Navisworks	16
2.3.6.1 Navisworks Manage	17
2.3.6.2 Navisworks Simulate	17
2.3.6.3 Navisworks Freedom	17
2.3.6.4 Filformat NWC, NWD, NWF	18
2.3.7 VDC-Arbeitsplats	19
2.4 Fallföretaget – NCC	20
2.5 Fallprojekt	21
2.5.1 Riksväg 50	21
2.5.2 CNG Finspång	24
3 Metod	26
3.1 Begreppet metod	26
3.2 Frågeställning	27
3.3 Metoder	27
3.3.1 Fallstudie	27
3.3.2 Surveystudie	28
3.3.3 Etnografisk metod	28
3.3.4 Grundad teori	29

3.3.5 Narrativa undersökningar	29
3.4 Kvalitativ forskning.....	29
3.5 Kvantitativ forskning	30
4 Val av Metod.....	30
4.1 Förstudie.....	30
4.1.1 Litteraturstudie.....	30
4.1.2 Övergripliga intervjuer	31
4.2 Huvudstudie	31
4.2.1 Djupgående litteraturstudie	31
4.2.2 Kurser	32
4.2.3 Fältstudie.....	32
4.2.4 Intervjuer	33
4.3 Analys	33
5 Resultat.....	34
5.1 Fältstudie	34
5.2 Intervju Riksväg 50	34
5.3 Intervju CNG Finspång	38
5.4 Kurser.....	45
5.4.1 DynaRoad	45
5.4.2 VDC-Arbeitsplats/Naviswork	47
6 Diskussion	48
6.1.1 Vägprojekt	51
6.1.2 Mark och anläggningsprojekt	56
7 Slutsats.....	58
8 Förslag på fortsatt forskning.....	61
9 Referenser	62
10 Bilagor	65

1 Inledning

I detta avsnitt presenteras bakgrund, syfte, mål, avgränsningar och intressenter för examensarbetet.

1.1 Bakgrund

Virtual Design and Construction (VDC) myntades första gången av professor Martin Fischer och hans kollegor på Stanford University 2001. Begreppet VDC är i grunden ett systematiskt sätt att koppla samman och delge viktig information till varje representant i ett byggprojekt. Om processen utförs på rätt sätt och informationen nyttjas av projektdeltagarna kan hela byggprocessen effektiviseras. Ett arbetssätt inom VDC är att lägga in information och lagra den i byggnadsinformationsmodeller i denna kan kollisionskontroller utföras och där gemensam visualisering bidrar till färre missförstånd. Dessa tredimensionella modeller kan innehålla information som kan ligga till grund för att utföra inköp och kalkyler men även för att underlätta t.ex. tidsplanering.¹

När en samgranskningsmodell skapas kan man stämma av de olika modellerna med varandra och man får då en djupare insikt i projektets processer. Detta eftersom en tidsplan och kostnad kan anslutas i en och samma modell. fördelarna med denna samgranskningsmodell är att man kan kvalitetssäkra genomförandet på ett bättre sätt.¹ Kollisioner mellan olika installationer kan t.ex. upptäckas innan arbetet utförts och färre fel behöver då lösas ute på byggarbetsplatsen.

Syftet med att använda VDC är att göra byggprocessen mer effektiv men även att sänka kostnaderna.² VDC kan användas under både projektering och produktion. I föregående stycke förklarades kort vilka fördelar VDC bidrar med under projekteringen. I produktionen finns även många fördelar, ett exempel är att kunna navigera sig runt i en 3D-model för att förklara idéer och tankar innan ett arbetsmoment sätts igång. Detta visualiseringsunderlag har visat sig öka förståelsen för hur utförandet av arbetsmomentet ska utföras.²

Byggföretag som NCC och Veidekke tycker att VDC är mycket användbart och är värt att satsa på. De tror även att detta sätt att driva byggprojekt är framtiden inom byggbranschen.² Därför satsas det mycket på VDC, olika företag tillämpar det på olika sätt men huvudsakligen gäller det att hitta verktyg och metoder för att göra VDC effektivt och lönsamt.

¹ Starnet (2013)

² Tjärnberg, J. (2012)

Att få alla aktörer i processen med på banan är också en viktig del för att göra VDC till något användbart.³

Nya sätt att använda VDC är i ständig utveckling både i projektering och i produktionsfasen. Inom väg och anläggning är man bara i ett tidigt skede i VDC-utvecklandet och använder inte VDC till sin fulla potential.

Möjligheterna är stora inom anläggningssidan, en avancerad teknik finns att använda i mark och anläggningsprojekt. Problemet är dock att hitta en metod och ett arbetssätt som fungerar för att driva mark och anläggningsprojekt med VDC och BIM.³

NCC har kommit långt inom VDC och använder VDC mestadels i projekt för husbyggnation. Deras vision är att alla deras projekt skall modelleras i 3D och VDC skall nyttjas både i projekteringen men även aktivt i produktionen. Detta för att kunna skapa en bättre slutprodukt med minskade byggnadsfel och kostnader.⁴ NCC vill nu utveckla användandet av VDC inom mark och anläggning där man inte har kommit fullt lika långt.

1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att undersöka huruvida NCC:s verktyg och hjälpredskap inom husbyggnation kan appliceras och användas inom väg och anläggning. Verktyg som t.ex. kollisionskontroller, framdriftsvisualisering och informationshantering. Syftet är även att ta reda på vilka verktyg som önskas inom produktionen för att hjälpa till att skapa en mer komplett och bättre slutprodukt. I arbetet kommer vi att utvärdera olika typer av VDC- redskap och avgöra vilka som passar NCC:s arbetsprocesser bäst.

1.3 Mål

Målet är att hitta lämpliga verktyg och redskap som kan användas ute i produktionen för att underlätta arbetet. Men även att skapa en plattform som kan användas i produktionen liknande den som finns inom NCC på husbyggnation. Delmål är också att få en förståelse för hur produktionen upplever de verktyg de redan har och vad som önskas ytterligare.

³ Byggindustrin (2010)

⁴ Starnet (2013)

Detta är våra frågeställningar:

- Vilka verktyg inom mark och anläggning vill produktionen ha?
- På vilket sätt skall programvarorna möta de behov som produktionen kräver?
- Vilka komplement krävs för att skapa ett komplett arbetsredskap för att underlätta arbetet i produktionen?
- Vilka komplikationer kan uppstå då dessa nya hjälpmedel ska implementeras inom produktionen för mark och anläggningsprojekt?

1.4 Avgränsningar

Arbetet avgränsar sig till produktionen inom mark och anläggning och kommer undersöka hur produktionen uppfattar och använder sig av VDC i nuläget. Även hur metoderna från husbyggnationen kan användas och utvecklas till nya metoder/verktyg.

1.5 Intressenter

Intressenter för detta arbete är fallföretaget NCC men även institutionen för Bygghvetenskaper vid Lunds Tekniska Högskola (LTH) samt andra byggrelaterade företag.

2 Teori

I detta kapitel kommer vi fördjupa oss inom olika områden som rör VDC och virtuellt byggande för att klargöra och öka förståelsen för hur det påverkar byggbranschen. De olika programvarorna som möjliggör VDC nämns också samt fallföretaget NCC och fallprojekten Riksväg 50 och CNG Finspång. I detta kapitel behandlas också både väg, mark och anläggning samt till viss del husbyggnation för att senare i rapporten jämföra projektyperna med varandra.

2.1 BIM

2.1.1 Historia

BIM står för Building Information Model och är ett förhållandevis nytt begrepp. På 1970-talet introducerades föregångaren till BIM nämligen Building Product Model. Dessvärre fick det inget genomslag då det bara användes i akademiska sällskap och sattes då aldrig i praktik. Begreppet BIM fick inte sitt stora genombrott förrän de stora CAD-leverantörerna som Autodesk, Bentley Systems och Graphisoft började intressera sig byggnadsinformationsmodellering.⁵

AIM är anläggningsbranschens motsvarighet till BIM och står för AnläggningsInformationsModell. Denna term används av bland annat Sweco Infrastructure AB.

2.1.2 Vad är BIM

Det finns många definitioner på vad BIM är och man får olika beskrivningar beroende på vem man frågar. Frågar du en Arkitekt betyder det en sak, frågar du en konstruktör kan det betyda en helt annan sak. Enkelt beskrivet är Building Information Modelling en arbetsmetod för att på ett rationellt och trivialt sätt ta fram BIM-modeller. Det i sin tur är en digital modell av verkligheten med lagrad information om fysiska och funktionella egenskaper. Denna information genom en visuell modell bildar en tillförlitlig grund för beslutstagande under hela projektets livscykel, från projektering och byggande till underhåll och rivning.⁶

Informationen kan bestå av allt från materialval och priser till mängder och U-värde. Exempelvis går det att navigera sig runt i modellen och få information om t.ex. vilket materialval, U-värde eller brandklass en byggnadsdel erhåller.

⁵ Jongeling, R. (2008)

⁶ NIBS (2012)

Utifrån denna modell kan varje intressent i projektet plocka ut den information som är nödvändig för just dem. När modellen kan sortera CAD-objekten med olika logiska relationer, lägen och information går modellen från att vara en vanlig 3D-modell till att vara en BIM-modell. I en BIM-modell har ritandet med linjer och cirklar till stor del utgått. Istället byggs modellen fram genom fördefinierade byggkomponenter. Dessa smarta byggkomponenter kan lagra viktig information och utifrån detta kan rapporter skapas som kan underlätta projekteringen och produktionen. Detta möjliggörs genom avancerad bakomliggande databasteknik.⁷

Vidare behöver 3D-objekt inte vara byggdelar, det kan även vara mer abstrakta objekt såsom utrymmen och ytor. BIM är med andra ord ett samlingsbegrepp på hur man skapar, lagrar och använder information på ett logiskt och tillförlitligt sätt.⁸ En BIM modell bär all information om byggnaden till exempel fysiska och funktionella egenskaper till projektets livcykel information. Allt detta i en serie av så kallade ”smarta” objekt ett exempel på detta kan vara ett luftkonditioneringsystem skulle kunna innehålla information om leverantör, drift, underhåll och flödes hastighet.⁹ Denna process används allt mer inom byggsektorn för att skapa en större förståelse om projektet som i slutändan leder till tid och ekonomiska besparingar.

”The right information to the right person at the right time”¹⁰

2.1.3 Fördelar med BIM

Det finns många fördelar med användandet av BIM-modeller. Med hjälp av en digital modell av verkligheten bidrar denna till mindre missförstånd mellan intressenter i projektet. Vid jämförelse med en vanlig 2D-ritning blir det automatiskt att var och en får bilda sig en egen uppfattning om hur projektet ska se ut. Med en 3D BIM-modell ser alla hur det ska se ut vilket minimerar missförstånd som i ett senare skede hade kunnat bidra till en del ÄTA-arbeten. Viss forskning visar att ÄTA-arbeten halveras vid användandet av BIM modeller. Förutom minimering av missförstånd bidrar det till en snabbare process och mycket tidsbesparingar. Enligt R. Jongeling görs det stora besparingar ekonomiskt och tidsmässigt eftersom det visat sig att konflikter och missförstånd minskat med omkring 90 %. Att visualisera projektet i en 3D-modell kan också ha stora fördelar då det ska lämnas byggförslag då det kan hjälpa till att få projektet vid upphandling. Enligt R. Jongeling får man ca 30 % lägre total kostnad med hjälp av interaktiv visualisering.⁸

⁷ Husbyggaren (2005)

⁸ Jongeling, R. (2008)

⁹ CRC Construction Innovations (2007)

¹⁰ NIBS (2012)

BIM bidrar också till att maximera designen och kommer med innovativa lösningar till projektet genom att t.ex. kunna visualisera problem i ett tidigt skede. I BIM modellen kan man på ett trivialt sätt jämföra vilka olika produktionssätt som ger den bästa lösningen både ekonomiskt och tidsmässigt.¹¹

Vid inköp av material kan pengar och tid sparas genom att modellen är väldigt exakt i hur mycket material som ska användas och genom att ha informationen om materielmängd färdigräknad. Inköparen behöver på så sätt inte räkna förhand och då minimeras riskerna för felräkning. Den mänskliga faktorn bidrar annars till att det lätt räknas fel eller att något räknas dubbelt. Oftast brukar mängdavgivningen kontrollräknas, vilket är både en fördel och nackdel. Fördelen är att mängdavgivningen blir mer korrekt, nackdelen är att mängdavgivningen görs ännu en gång och tillförlitligheten till BIM-modellen inte är tillräckligt stor. Positivt är också att det alltid blir beställt tillräckligt mycket så att byggarbetarna aldrig går utan material. Enligt Jongeling minskar tiden för mängdavgivningen med omkring 50 % vid utnyttjande av BIM-modellens smarta information.¹²

I en BIM-modell kan kollisionskontroller bidra till att missförstånd ute på arbetsplatsen kan förhindras redan i projekteringsstadiet. I vanliga 2D ritningar är det t.ex. svårt att upptäcka om det går eldragningar precis där ventilationsrören är projekterade, men i en 3D BIM-modell kan man enkelt upptäcka detta. Detta bidrar till besparingar i både tid och pengar och en minimering av ÄTA-arbeten.¹³ Projekteringen blir per automatik längre tidsmässigt men i gengäld blir byggtiden kortare och bygget levereras med högre kvalitet och färre fel.¹⁴

2.1.4 Nackdelar med BIM

En stor nackdel är att mycket information måste vara öppen för de andra företagen som ska vara med i projekteringen. Då finns en viss risk att känslig information hamnar i fel händer.

Under projekteringen är det viktigt att alla använder samma programvara och filformat annars kan det bli komplikationer vid delgivande av ritningar och information. Ett öppet filformat kallat IFC är en lösning på detta problemet som är under utveckling och är ett steg i rätt riktning.

¹¹ Azhar, Hein & Sketo (2011)

¹² Jongeling, R. (2008)

¹³ Azhar, Hein & Sketo (2011)

¹⁴ Magicad (2010)

Detta filformat går att öppna i alla stora CAD-leverantörers program så som Autodesk och Bentley systems, även en del mindre program kan öppna det filformatet.¹⁵

Dålig kunskap och konservativt agerande har bidragit till att framväxten av BIM-modellering inte gått så fort som man hoppats på. Äldre personer inom byggbranschen är inte alltid tillräckligt flexibla och mottagliga för användning av nya arbetssätt. De anser ibland att nya arbetssätt är för svåra och att det nuvarande sättet är tillräckligt bra. Det kan behövas ett generationsskifte för att BIM ska bli implementerat fullt ut.¹⁵

Licens till programvarorna som kan skapa BIM-modeller är väldigt dyra och för små företag kan det visa sig vara olönsamt att byta till dessa programvaror. Detta kan bidra till att småföretag inte hinner med i utvecklingen och därmed blir tvungna att lägga ner verksamheten.¹⁵

Svenska staten går ej in och ställer krav på byggföretagen att projektera i 3D som det ser ut idag, detta kan anses vara en stor nackdel i implementeringen av BIM. Om staten hade ställt krav på att all projektering skulle vara i 3D hade alla ledande företag i branschen blivit tvungna att uppfylla dessa krav. Detta hade blivit en kedjereaktion genom att de ledande företagen då hade satt krav på alla mindre företag och konsultfirmor.¹⁶

2.2 VDC

VDC står för Virtual Design and Construction och myntades av professor Martin Fischer och hans kollegor på Stanford University redan 2001. VDC är utvecklad för att maximera och effektivisera genomförandet av byggprojektet. VDC är inte fäst vid tekniken genom att göra digitala prototyper likt BIM. VDC går istället längre och fokus ligger på management och projektledning. VDC är arbetssättet och processen medan BIM är ett av flera verktyg för att möjliggöra VDC. Vid användandet av VDC skapas det ett integrerat ramverk och metoder för att styra projektet.¹⁸ En av många fördelar med VDC är att det har en positiv effekt på produktionskostnaden. NCC skriver också på sin hemsida.

*”VDC kan påskynda projektutvecklingsprocessen vilket kan skapa stora ekonomiska och tidsmässiga vinster”.*¹⁷

¹⁵ Byggindustrin (2008)

¹⁶ Hopper, M. (2012)

¹⁷ Starnet (2013)

Projektledaren har en nyckelroll för att kunna lyckas med VDC. Projektledaren är individen som styr projekteringen och har stor påverkan på hur slutprodukten kommer se ut. Enligt *Kunz* och *Fischer* kan projektledaren påverka:¹⁸

- Produkten - Hur utformningen av produkten ska se ut.
- Organisationen - Hur organisationen skall arbeta kring produkten.
- Processen - Hur processen går till som organisationen använder sig av.

Projektledaren behöver ha rätt kompetens för att styra organisationen och ha den rätta kunskapen för att använda VDC.

3D-modellerna har en nyckelroll vid användandet av VDC. Modellerna är sammankopplade på ett sådant sätt att var person i projekteringen kan ta del av all gemensam data. Om där skulle vara någon förändring i modellen uppmärksammas detta och förändras automatiskt i de kopplade modellerna. Modellerna kan slutligen också användas för att förutse komplikationer i projektets prestanda samt visa uppmätt prestation i jämförelse med planerad prestation.¹⁸

2.2.1 3D

3D står för ”tre dimensioner” som till skillnad från 2D har en extra dimension. 2D består av en Y- och X-axel fast 3D har en extra axel nämligen Z, som gör att det tillkommer ett djup i det betraktaren ser. Människans ögon ser i perfekt 3D.¹⁹ När 2D och 3D nämns i konstruktionsritningar är det till stor fördel om ritningarna är i 3D då det är lättare för de flesta att tänka sig hur slutresultatet ska se ut. 3D reducerar samtidigt designmissar och ökar tillförlitligheten till ritningen.²⁰

2.2.2 4D

4D har alltid en 3D-modell som bas där 4D är tidsplanen kopplad till 3D modellen. På så vis går det att grafiskt spela upp hur produktionen framskrider och se om projektet ligger före eller efter tidsschemat genom att jämföra med verkligheten.²¹ Detta kallas att man produktionssimulerar och har en rad olika fördelar. Genom att simulera hela produktionen i förväg kan planeringskollisionskontroller göras och då upptäcka dyra planeringskrockar. Detta bidrar till att mindre problem som kan uppstå i produktionen.²²

¹⁸ Kunz, J. & Fischer, M. (2012)

¹⁹ Stensson, D. (2009)

²⁰ Jongeling, R. (2008)

²¹ Husbyggaren (2005)

²² Norberg, et al (2009)

Enligt Kunz och Fischer har det visat sig att användandet av 4D-simulering minskar tiden för att hitta planeringskrockar, jämfört med vanlig användning av ritningar och Gantt-scheman.²³

Produktionssimuleringen kan på ett mer pedagogiskt sätt förklara för alla involverade i projektet hur de skall gå till väga under projektets gång.

Arbetsplatsdispositionen går också simulera i APD för att t.ex. visa vart tillfällig kranplacering skall vara eller tillfälligt materiallager.²⁴

2.2.3 5D

I 5D går man ett steg längre och kopplar samman kostnads kalkylen med 3D och 4D-modellen. Då länkas ett specifikt CAD-objekt, t.ex. ett fönster, till dess mängdrapport som indata i ett kalkylprogram. Kalkylarbetet blir noggrannare och enklare, samtidigt går det att göra en kostnadssimulering som jämförs mot det reella värdet.²⁵ De största fördelarna med detta är att det går att simulera olika scenarier för kostnadsredovisning och detta kan användas för att prognostisera budgeten. Det bidrar även till att ta korrekta beslut då det går att simulera flera olika scenarier.²⁶

2.3 Programvaror

I detta avsnitt kommer olika programvaror redovisas, programvaror som kan användas som hjälpredskap ute i produktionen. Programvarorna kan även användas i stor utsträckning under projekteringsfasen men i denna rapport är programvarornas hjälp inom produktionen mer relevant och intressant. En överblick över programmets fördelar i projekteringsfasen kommer dock att ges för att läsaren skall förstå användningen av programvarorna och dess nytta under hela projektet.

Programvaror som kommer redovisas är Dyna Road, Navisworks men även ett programkombination som NCC har skapat själva vars namn är VDC-Arbeitsplats.

2.3.1 DynaRoad

DynaRoad är en programvara som är specialiserad för infrastrukturprojekt, vägar, tunnlar och markarbeten. Flera av intressenterna i projektet kan använda sig av programmet så som ägare, entreprenörer och konstruktörer.

²³ Stensson D. (2009)

²⁴ Norberg, et al (2009)

²⁵ Husbyggaren (2005)

²⁶ Intelibuild (2013)

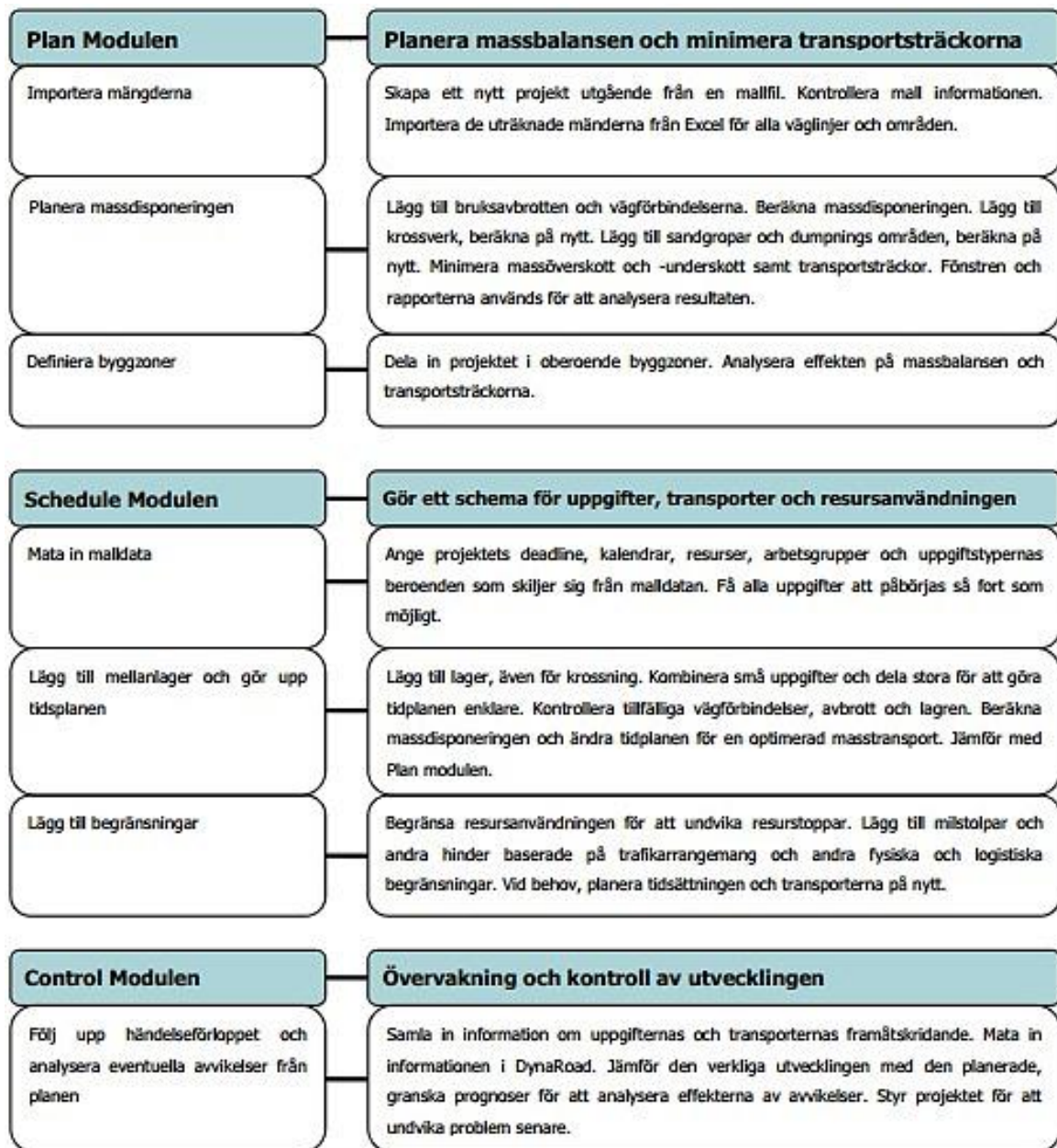
Tjänsterna i programmet erbjuder tids- och kostnadsbesparingar genom att kunna optimera men även styra produktionen i olika typer av infrastrukturprojekt.²⁷

Fördelen med denna programvara är att den bidrar med verktyg som är användbara i alla faser under byggprojektet. Även en mer realistisk och exakt planering kan göras kontra de traditionella metoder som används under en lång tid. Programmet består av tre olika delar och har tre olika användningsområde.²⁸

- DynaRoad Plan - Beräkning av massbalans och transport-sträckor, kostnadsberäkning för alternativa designlösningar
- DynaRoad Schedule - platsbaserad tidsplanering, separat eller kopplat mot massdisponering
- DynaRoad Control - produktionsuppföljning, styrning och kontroll. Förutspående riskhantering.

²⁷ DynaRoad (2013) Dynaroad Ltd

²⁸ Roadtraffic-technology (2012)



Figur 1 visar vad de olika modulerna kan utföra.

Dessa tre delar av programmet är speciellt effektiva och användbara i vissa delar av projektet. Nedan kommer en mer utförlig beskrivning av de tre olika användningsområdena i programmet redovisas.

2.3.1.1 Plan

I denna del av programvaran planerar man projektet, DynaRoad plan ger användaren möjligheten att skapa bästa möjliga distans- och massplaneringen på så kort tid som möjligt.²⁹

²⁹ Roadtraffic-technology (2012)

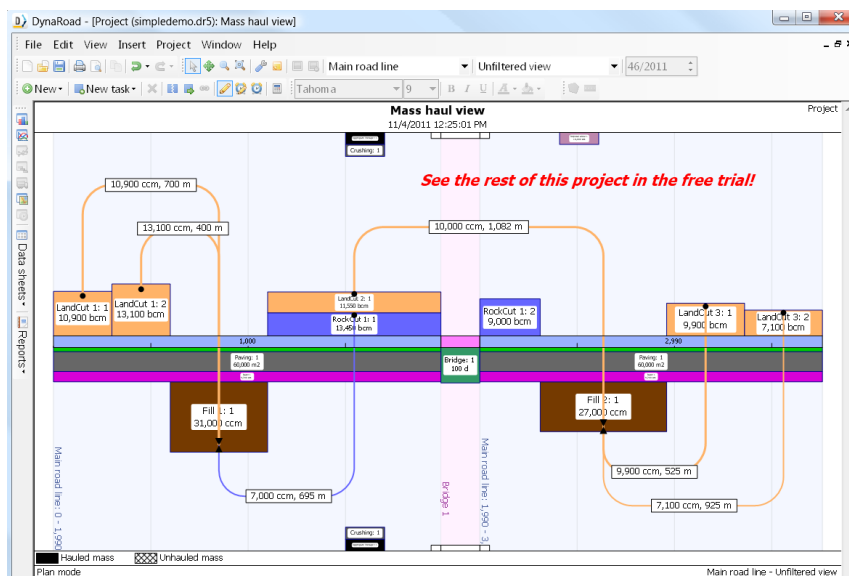
Programvaran hanterar massorna som schaktas bort och föreslår sedan hur de senare kan återanvändas i projektet som utfyllningsmassor. Planeringen görs genom att först planera massbalansen och att även dela in t.ex. en väg eller områden i byggzoner.³⁰

Fördelarna med att programmet hanterar och balanserar massorna i denna del av programmet är att så lite material som möjligt går till spillo. Ett över eller underskott av material minimeras. Detta gör att platser för förvaring av material på vägsträckan kan optimeras, dessa platser kan t.ex. vara krossplatser, sidotippar och sidotag.³⁰ Översiktligt är krossplatser, sidotippar

Figur 2 visar hur DynaRoad planerar masshanteringen

och sidotag platser där olika typer jordmaterial krossas och deponeras temporärt. För att senare transporteras och återanvändas i andra byggzoner som t.ex. utfyllningsmassor och som bärlager för vägsträckan.

I planeringsmodulen kan man även följa varifrån och hur massorna transporteras till angivna destinationer. Detta är en del av transportplaneringen som görs i planmodulen. Men även att hitta optimala placeringar för krossplatser, sidotippar och sidotag. Transportplaneringen består av två delar: manuella transporter och transportoptimering. Manuella transporter är till för att tvinga specifika transporter att utföras även om dessa inte är optimala enligt programvarans beräkningsverktyg, till skillnad från masstransporterna som använder sig av programmets beräkningsverktyg för att beräkna kortast möjliga avstånd för alla transporter i projektet. Verktyget tar även kostnad i beaktning, detta för att även minimera kostnaderna för transporterna.³⁰



DynaRoad plan är första steget för att strukturera upp projektet dock utan tidsplanering i beaktande. Detta för att i DynaRoad plan är

³⁰ DynaRoad (2013) DynaRoad manual 5.3

transportoptimering och massdisponering i fokus. Allt för att kunna hitta bästa möjliga platser att förvara material och att dela in projektet i oberoende byggzoner.

2.3.1.2 Schedule

I DynaRoad schedule finns hjälpmedel för att tidsplanera och schemalägga ett projekt i sin helhet. Projektet kan i denna del av programmet planeras i en kartvy som kan innehålla t.ex. bygg- och anläggningsverksamhet, logistikstyrning och trafikplanering. DynaRoad schedule har visat sig vara mycket användbart när renovering och breddning av trafikerade vägar eller bebyggelse av tätbebyggda områden har planerats.³¹

Basen i kartvyn består i grund och botten av en importerad PDF-karta av området eller vägsträckan. Genom att även infoga koordinater får man en kartvy som är skalenlig och efter detta kan en planering av en ”location breakdown structure” (LBS) påbörjas. En LBS är ett sätt att dela ett större projekt i mindre delar baserat på lokalisering. Det påminner om en WBS (work breakdown structure) men man använder sig av platser för att definiera sektioner i ett projekt. Aktiviteter skapas sedan och dessa är kopplade till resurser som t.ex. produktionstakt och enhetskostnader.³²

Aktiviteterna eller uppgifterna i projektet är resursbaserade och resurserna definierar vilka typer av maskiner eller människor som jobbar med respektive uppgift. I programmet kan även arbetsgrupper skapas. Dessa inkluderar ett antal olika resurser och mängden resurser som är inkluderad avgör arbetsgruppens produktionshastighet. Dessa arbetsgrupper utses sedan till att jobba med en viss uppgift.³³

DynaRoad schedule är det andra steget för att fortsätta strukturera upp projektet med tidsplanering och resurser i beaktande. Schedule-modulen är den del där man tidsplanerar transporterna vilket skapar en realistisk och noggrann transportplan, denna är synkroniserad med uppgifternas tidsplan. Masstransporterna blir tidsplanerade och resursbehov, produktionstakt, beroenden, milstolpar och uppgiftsvolymer läggs till i modellen för att skapa projekttidsplanen.³³

2.3.1.3 Control

Det är specifikt denna del som är viktig i denna rapport.

³¹ Roadtraffic-technology (2012)

³² DynaRoad (2013) Map-based production planning

³³ DynaRoad (2013) DynaRoad manual 5.3

Eftersom rapporten är inriktad på att hitta verktyg och metoder för att hjälpa produktionen är denna modul aktuell för att hitta hjälpredskap mot produktionen. I DynaRoad Control finns många redskap för produktionen, detta är en anledning till att vi har valt att undersöka möjligheterna med DynaRoad.

DynaRoad Control är den avslutande modulen i programmet och är till för att hjälpa produktionen med uppföljning och styrning av projektet så att den planerade tidsplanen och budgeten kan hållas. För att detta skall kunna göras matas de arbeten som är utförda in i DynaRoad Control, de jämförs sedan med den beräknade tidsplanen. På detta sätt kan en produktiv projektstyrning möjliggöras. Dessutom kan DynaRoad Control utföra beräkningar för prognoser av de uppgifter som är inlagda i tidigare skeden. Resultatet av dessa prognoser är ett underlättande av att kunna planera och förebygga eventuella komplikationer som kan uppstå. Att kunna övervaka masstransporterna som är utförda för att kontrollera om massorna används effektivt är också en funktion i DynaRoad Control.³⁴

För att kunna hålla reda på de faktiska framstegen i arbetet krävs att man för in utfört arbete i DynaRoad Control. Mer detaljerat behövs ett slut och startdatum av de utförda arbetena, men även den byggda mängden behöver läggas in. För de utförda transporterna ska käll- och destinationsuppgifterna vara bestämda och införda. Informationen som matas in jämförs med de planerade värdena och om dessa uppgifter matas in korrekt i programmet kan följande punkter redovisas i programvaran.³⁴

- De faktiska uppgifterna mot de planerade
- Den aktuella produktionstakten mot den planerade
- Resterande uppgifter och deras omfattning
- Krävd produktionstakt för de resterande uppgifterna för att nå den satta deadline.

Sträckande grafer visas i ett tid-lägesfönster (vilket redovisas mer utförligt senare) efter att inmatningen av insamlad data gjorts. På detta sätt kan man jämföra olika uppgifters fortskridning med de beräknade heldragna graferna som finns i samma fönster. Prognoser kan göras för t.ex. produktionstakten. Dessa prognoser baserar värden på två olika sätt. Då en uppgift inte är påbörjad utgår programmet från den beräknade takten medan om en uppgift är slutförd tas det verkliga värdet. För att prognoser och uppföljning skall vara möjligt att beräkna bör följande delar kontrolleras.³⁴

³⁴ DynaRoad (2013) DynaRoad manual 5.3

- Att planerade uppgifter påbörjats
- De påbörjade uppgifterna fortskrider som planerat d.v.s. inte för långsamt eller för fort
- Att de uppgifter som är planerade klara verkligen är slutförda
- Att uppgifter som är försenade inte ska störa andra uppgifter
- Att den verkliga materialkvaliteten överensstämmer med planerna
- Att den massa som använts är den som är planerad

Genom att se dessa prognoser och grafer kan avvikelser upptäckas tidigt i projektet. Detta underlättar möjligheterna att kunna styra tillbaka projektet på ett tidigt skede till de beräknade planerna som gjorts i projekteringen.³⁵

2.3.1.4 Fönster

Tid-lägesfönstret är ett redskap som visar uppgifters tidssättning och sektioner i samma fönster. Som tidigare nämnts visas två typer av grafer, en streckad och en heldragen, d.v.s. uppgiftens verkliga respektive planerade utförande.³⁶

Kartfönstret visar väglinjer, områden, uppgifter och deras tidsplan eller faktiska framsteg. I fönstret är områden och väglinjer färgkodade och kopplade till uppgifters framåtskridande i respektive område.³⁶

Följande färger och innebörd beskrivs nedan:

- Vit - jobbet har inte påbörjats
- Blå - jobbet har påbörjats och fortskrider enligt planerat
- Gul - jobbet är påbörjat men fortskrider för långsamt
- Röd - jobbet har inte påbörjats men borde ha gjort det
- Grön – jobbet är utfört

Även textrapporter kan skrivas ut med hjälp av programvaran. Men på grund av begränsad tid och resurs ges här bara en lista på alla textrapporter:

- Transporter enligt källa och destination
- Transporter mellan masshanteringsområden enligt källa och destination
- Massöverskott och massunderskott
- Veckorapport enligt källa och destination
- Veckorapport över utfört arbete
- Transportkostnader enligt källa och destination
- Massflödesrapport

³⁵ DynaRoad (2013) production planing during construction

³⁶ DynaRoad (2013) Dynaroad manual 5.3

- Sammanfattning av massorna
- Transportavståndets fördelning
- Arbetsgruppsrapport
- Resursrapport
- Transportresurs
- Projektkostnadsrapport
- Färdighetsrapport
- Förändringsrapport

Observera att inte alla av rapporterna är aktuella ute i produktion.

Sammanfattningsvis hjälper Control modulen till att systematiskt hålla reda på faktiska arbetsflöden under byggnationstiden. Samtidigt som inmatning av statusinformation, kan verkligt produktionsresultat jämföras med det planerade.³⁷ Control modulen underlättar styrning av projektet och gör att tidsplaner lättare kan hållas.

2.3.2 Navisworks

Autodesk Navisworks är en programvara utvecklad för att hjälpa arkitekter, ingenjörer och övriga intressenter att kunna kombinera och granska projektdata i en och samma modell. Detta resulterar i en bättre kontroll över projektresultatet och ökar kvalitén av det färdiga resultatet. Även att kunna lösa kollisioner mellan olika installationer och planera projektet innan man konstruerar byggnaden eller utför en ombyggnation. Programvaran är skapad av Autodesk och tanken är att en samgranskningsmodell skapas med hjälp av autodesk andra program³⁸ Att kunna samordna flera olika 3D-modeller har sina fördelar. Programvaran möjliggör en konsekvent, koordinerad och korrekt konstruktionsdokumentation. Men minimerar även spill, ökar effektiviteten och minskar ändringar markant. Programmet utgår från flera 3D-modeller och möjligheten att införa även en fjärde dimension (tid) finns i programvaran. En stor styrka med programvaran är att den stödjer ett flertal olika filformat och inte enbart Autodesk's egna filformat. Filformat som stöds är bland annat Microstations, 3D-studios och SketchUps alla filformat är bara ett fåtal av format som stöds av Navisworks³⁹

³⁷ Roadtraffic-technology (2012)

³⁸ Autodesk (2013)Autodesk Navisworks

³⁹ Ds-t (2008)

Tre versioner av programmet finns och de har samma funktioner men olika begränsningar. Dessa versioner är:

- Navisworks Manage
- Navisworks Simulate
- Navisworks Freedom

2.3.2.1 Navisworks Manage

Navisworks Manage som är den programvara med flest funktioner och verktyg för att skapa ett välfungerande byggprojekt. Dessa funktioner är alltifrån 4D -och 5D-simuleringar till att kunna utföra kollisionskontroller mellan t.ex. installationer och en stålbalk. Att kunna granska en 3D-modell som innehåller alla installationer och parametrar har stora fördelar i både produktion och projekteringsfasen. Flera olika BIM-modeller som sammansatts till en kallas för samgranskningsmodell. Den ger en gemensam bild av hur byggprojektet kommer att se ut då all information är samlad i en och samma modell.⁴⁰

Programmet är ett hjälpmedel för att förutse och undvika komplikationer i konstruktionen innan byggnationen börjat. Att kunna undvika och korrigera dessa komplikationer innan de uppstår i verkligheten sparar tid och risken för hastiga lösningar ute i produktionen minimeras.⁴¹

2.3.2.2 Navisworks Simulate

Navisworks Simulate har ett reducerat antal verktyg jämfört med Navisworks Manage. Man kan uppleva hela färdiga projektet i ett sammanhang innan byggnaden eller vägen i sig själv är byggd eller ens påbörjad. Kontroller och avstämningar av de material och texturer så som vägg och golvbeklädnad vilket är förvalt i modellen kan göras för att verifiera att de är korrekta.⁴⁰

4D- och 5D-simuleringar är också här möjliga för en mer komplett projektinformation. Dessa funktioner och simuleringar gör att användaren kan på ett enkelt sätt öka insynen och förståelsen för de som inte är fullt lika insatta i projektet.⁴¹

2.3.2.3 Navisworks Freedom

Navisworks Freedom är en gratisversion av programvaran vilket endast tillåter dig att utforska redan sammanställda samgranskningsmodeller.

⁴⁰ Ds-t (2008)

⁴¹ Cadac (2013)

Inga ändringar eller korrigeringar kan göras med programvaran utan den är endast till för att utforska och navigera i modellen.⁴² Färdigbestämda ”viewports” går att observera i en meny, dessa ”viewports” kan vara olika delar i konstruktionen som speciellt skall uppmärksammas. En viewport är en slags bild inne i en specifik del av modellen som skapats tidigare i ett projekt. Bilden kan skraddarsys för att få fram ett visst budskap eller problem utan att ändra något i samgranskningsmodellen. Ett exempel kan vara att om en kollision mellan ett ventilationsrör och en avloppsledning förekommer sparas en ”viewport”. Sedan ringas kollisionen in och en förklarande text skrivs. Dessa viewports kan användas både för att snabbt och lätt hitta problemen under ett möte eller ute i produktion för att förklara komplicerade arbetsmoment.

2.3.2.4 Filformat NWC, NWD, NWF

Efter att samgranskningsmodellen skapats kan den sparas i tre olika format NWC, NWF och NWD.

Filformatet NWC är ett komprimerat format av all information från CAD-filer som införts i Navisworks. Inga ändringar kan göras i en NWC-fil på grund av att det skapas en Cache fil. Enbart Manage och Simulate kan öppna filformatet inte något annat externt program eller Freedom. NWC är med andra ord en Cache-fil som skapas när man öppnar vanliga CAD-filer i Navisworks.⁴³

Om man har för avsikt att hitta kollisioner eller skapa 4D modeller är det NWF formatet man jobbar i. En NWF-fil är en kombination av NWC-filer d.v.s. ändringar i en NWF-fil är möjliga att göra.⁴³ Programvaran känner av om några uppdateringar gjorts i de införda NWC- eller CAD-filerna vilket gör att en NWF-fil alltid är uppdaterad med de senaste NWC och CAD-filerna. För att inte NWF-filen skall vara för stor består den inte av all information utan länkar till ursprungliga införda filer. Samma procedur med att öppna filen gäller även för detta filformat. Det är enbart Manage och Simulate som har funktionen att behandla dessa filer.⁴⁴

NWD-filen är en komplett och färdig fil. Eftersom en NWD-fil skapas utifrån en NWF-fil har Autodesk introducerat en funktion som skapar en NWD-fil och behåller den ursprungliga NWF-filen. Eftersom man skapar en NWD-fil finns ingen återvändo, filen kan inte uppdateras eller åter igen göras om till en NWF-fil. Resultatet blir en fil som har komprimerat all information med 80 % jämfört med de ursprungliga CAD-filernas information.⁴³

⁴² Autodesk (2013) Autodesk navisworks freedom

⁴³ Typepad (2011)

⁴⁴ Autodesk USA (2013)

En NWD-fil är en komplett fil som innehåller all information som är inlagd, förbestämda viewports, 4D-simulering och i vissa fall 5D. En NWD-fil kan öppnas i alla tre programmen och är den fil som skickas ut för att enbart granskas.⁴⁵

2.3.3 VDC-Arbeitsplats

Arbetsverktyget är en kombination mellan flera olika program för att skapa ett hjälpverktyg för produktionen. Med andra ord är VDC-Arbeitsplats flera programvaror som samarbetar för att kunna underlätta utförande och informationssökning ute på byggarbetsplatser.

Basen i hjälpverktyget är ett Excelark som fylls i med framdrift av olika arbetsmoment ute i produktion av platschef eller arbetsledare. Excelmallen är kopplad till Navisworksmodell och ändringar som görs av framdriften i Excel visualiseras i figurer inne i Navisworksmodellen. Visualiseringarna har visat sig vara till stor nytta på veckomöten för att få en överblick om hur projektet framskrider.

Kopplingarna mellan programmen är mycket komplexa och modellen kan innehålla ytterligare information, t.ex. rumsbeskrivning. Denna funktion är en annan stor del i verktyget för att underlätta i produktion för husbyggnation. Platschef eller arbetsledare kan navigera modellen via en laptop eller en läsplatta och få ut information för varje rum, d.v.s. rumsbeskrivningar. All information för varje rum finns inlagt i Navisworksmodellen så att informationen kan tas snabbt och lätt direkt ur modellen. Andra funktioner är också under utveckling men är inte funktionsdugliga i nuläget.

⁴⁵ Autodesk USA (2013)

De tre viktigaste och största funktionerna är framdriftsvisualiseringen, visualisering av förbesikningar och informationspåläggning så som rumsbeskrivning.

En NWD-fil skickas ut till respektive arbetsplats när all handpåläggning av modellen är klar, denna fil skall användas av produktionen för att snabbt och lätt hitta information. Filen kan inte ändras och information kan inte läggas till bortsett från visualiseringen av framdriften som görs via ett tillägg i Navisworks som heter Navistools. En vy sparas med dagens datum för att man senare ska kunna gå tillbaka och kolla hur projektet gått.

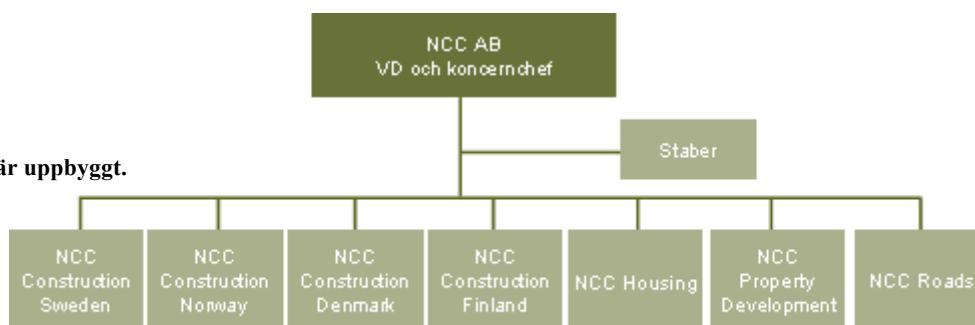
Programverktyget är ett effektivt och bra redskap ute i produktionen på husbyggnation. Det minimerar pappershandlingar och samlar flera typer av viktig information i en och samma modell vilket minimerar sökandet av t.ex. vilken färg som skall användas på väggarna eller vilket material som skall läggas som golv.

2.4 Fallföretaget – NCC

NCC är idag ett av nordens största byggföretag och har omkring 7 % av marknaden i Norden. Allting började 1988 med en fusion mellan Johnson Construction Company (JCC) och Armerad Betong Vägförbättringar (ABV) som tillsammans bildade Nordic Construction Company (NCC). NCC har idag omkring 17 500 anställda som tillsammans omsätter omkring 53 miljarder. Företaget är uppdelat i fyra stycken avdelningar, NCC Construction, NCC Housing, NCC Property Development och NCC Roads. NCC Construction är i sin tur uppdelad i de länder som NCC är stationerat i, nämligen Sverige, Norge, Danmark och Finland.⁴⁶

⁴⁶ Starnet (2013)

Figur 3 visar hur NCC är uppbyggt.



NCC vill och har som mål att verksamheten ska växa men ej på bekostnad av lönsamheten. De vill skapa värde för kunder och aktieägare. NCC skall vara en ledande aktör inom de områden de verkar inom. Många faktorer skall uppfyllas för att kunna nå dit, en av dem är NCC:s satsning på virtuellt byggande. NCC Constructions förra VD Tomas Carlsson menar på att virtuellt byggande är ett av få stora verktyg som kan revolutionera byggbranschen. Därför har NCC under många år konsekvent använt virtuellt byggande i alla deras byggprojekt där de själva har totalentreprenad och projektet har ett värde på över 20 miljoner kronor. NCC är väldigt långt fram inom virtuellt byggande om man ska tro professor Martin Fischer på Stanford University som är en välkänd forskare inom virtuellt byggande.⁴⁷

“With over 160 project using VDC to help manage the construction phase, NCC is leading general contractor around the world in the widespread application of VDC to improve the construction of buildings and infrastructure” Professor Martin Fischer, Stanford University⁴⁶

2.5 Fallprojekt

2.5.1 Riksväg 50

Riksväg 50 är en ombyggnation av en vägsträcka som sträcker sig från Mjölby i söder till Motala i norr. Nuvarande riksväg 50 går väster om Motala och Mjölby jäms med Vättern via Ödeshög och Vadstena. Men efter ombyggnationen kommer den nya riksväg 50 sträcka sig från Mjölby till Motala. Anledningen till att inte en ombyggnation och breddning skedde av den nuvarande riksväg 50 var p.g.a. att det uppstod komplikationer med markägarna. Detta kunde inte lösas på ett smidigt och bra sätt så vägverket tog beslutet att bredda och bygga om Mjölby-Motala istället för Ödeshög-Motala.

Sträckan kommer bestå av 2+2 väg mellan Motala och Fågelsta sedan 2+1 väg till Skänninge och 2+2 väg mellan Skänninge och Mjölby.

⁴⁷ Starnet (2013)

På sträckan finns även 37 vägbroar, 8 trafikplatser och en stor bro över viken i Motala som är 620 meter och kallas Vätterbron. Totalt är sträckan 28 km lång och består av 14 km 2+1 väg och 14 km 2+2 väg.

Vätterbron som är en stor del av byggnationen planeras ta 75 000 arbetstimmar och kommer bestå av 7700 m³ betong, 1400 ton armering och 2500 ton stål. Stöden till bron är av betong och två V-formade stöd håller upp vägbanan som kommer bestå av 2+2 filer och en gångbana. Bron byggs över vatten och har därmed varit komplicerad att konstruera.

Allting byggs på totalentreprenad och något som är unikt med detta bygge är att NCC skall ta hand om underhållet under de närmaste 20 åren. Detta gör att man satsar mer resurser på ombyggnaden och att denna är mer påkostad för att kunna hålla ner kostnaderna i förvaltningsfasen. Man skall bland annat sköta snöskottning, gräsklippning och annat underhåll. Detta är mycket ovanligt i upphandlingar enligt Roger Stedt men är ett litet experiment för att hitta nya och intressanta entreprenadformer. Normalt sett ger NCC en garanti på fem år på andra vägsträckor som de bygger men p.g.a. att man ökar kvalitén på riksväg 50 beräknar man att den skall hålla längre och totalkostnaden skall minska.

Anbud lämnades till trafikverket i januari 2013 och detta var en av de kortaste som lämnats in av NCC till trafikverket. Ett kort anbud gjorde att beslut fattades snabbt och den 12 februari 2010 skrevs det kontrakt med NCC. Några månader senare i september månad började man bygga söderifrån och trafikpåsläppet är beräknat att bli den 9 oktober 2013.

Budgeten är satt till 1247 miljoner kronor och är uppdelade på olika delar enligt diagrammet nedan. Utöver de 1247 miljonerna är det sagt att underhållet skall ligga på ca 300 miljoner kronor. Underhållet under de 20 åren skall skötas av NCC Roads som är en avdelning i NCC.

Tabell 1 visar NCC:s kostnader för Riksväg 50

Block	Belopp Mkr
Väg	456
Vägbroar	345
Vätterbron	320
Drift	126
Summa	1247
Varav Roads	300

Konsulter som anlåtts för olika uppdrag:

- Broprojektering av ELU
- Vägprojektering av Vectura, Ramböll och VAP
- Geoteknik har skötts av NCC Teknik
- Elprojektering av Tyréns
- Landskapsarkitekt har varit Tengboms
- Besiktningar och Vibrationsmätningar utförs av Bergsäker

Materialet som beräknas att flytta på vägsträckan är ca 1 miljon m³ för terrassering och ca 900 000 ton grus för överbyggnadsmaterial. Arbete med att lägga rör, sätta upp skyltar och lägga elkablar är beräknat att ta ungefär 20 000 arbetstimmar. Man har beräknat att arbetstyrkan som störst på bygget kommer att vara 296 och ungefär 150 i snitt.

Något som man har gjort som är annorlunda jämfört med NCC:s andra vägprojekt är att man gjort terrasstabiliseringar på olika ställen längs vägsträckan. Detta innebär att man lägger cement på ytan efter att man schaktat till rätt djup. Sedan använder man sig av en jordfräs för att fräsa ner cementen ca 40 cm under jordytan. Detta gör man för att bärigheten i jorden skall öka och resulterar i att man kan minska på volymen av grus för stabilisering.

Komplikationer som uppstått har skett under terrasstabiliseringen, för att denna metod ska vara effektiv behöver marken vara fri från större stenar. Underentreprenören som fick i uppgift att rensa jorden från sten var inte tillräckligt nog. Detta resulterade i mycket förseningar och pengar som gått till spillo.

I projektet har man stött på vissa VDC-verktyg och metoder, bland annat tredimensionella APD-planer. Men även vid byggnationen inne i Motala har man kommit i kontakt med BIM och VDC genom kollisionskontroller. Andra verktyg som också använts är en metod för att kontrollera grundvattennivån under schaktning och hur detta förhöll sig till vägbanan.

Maskinstyrningen är väl inarbetad har använts effektivt under projektet. Maskinstyrningen har fungerat bra och kvalitén på underlaget som mätteknikerna tagit fram har varit utan anmärkingar. Vilket har gjort att man har lyckats bra med schaktningen.

Vid fokusering på de verktyg som finns i DynaRoad har kartvyn varit mycket uppskattad och är en av de funktioner som man använt i Control modulen.

Även fast rapporterna som kan ges av programmet inte räknas som VDC-verktyg har även dessa använts flitigt. I början av projektet använde man rapporter för att göra veckoplaneringar, exempelvis ”Transporter enligt källa och destination” för att se hur massor rör sig längs väglinjen. Ett visualiseringsverktyg som man också har använt sig av är uppföljningsfönstret som fungerar ungefär som kartfönstret men är linje och tidsbaserat.

2.5.2 CNG Finspång

Byggnaden är en nybyggnation av en gymnasieskola som heter Curt Nicolin Gymnasiet (CNG). Byggnaden är 8500 kvadratmeter och bottenplattan är ca 2500 kvadrat. Entreprenadformen för bygget är en totalentreprenad och detta gör att NCC vill använda sig av VDC-verktyg under byggnationen. Från början har en gammal järnvägsstation varit belägen på platsen där den nya skolan skall ta form. Från början var tanken att lokalerna skulle renoveras och användas till skollokaler. Man rev istället större andelen av byggnaderna som låg på platsen för att göra plats för den nya skolbyggnaden. Dock sparades ett par lokstallar som eventuellt skall bli förråd av något slag. I den nya byggnaden skall det även byggas ett kommunalt bibliotek och det gamla biblioteket skall flyttas till skolan.

Friskolan som ägs till hälften av kommunen och andra hälften av olika industrier i Finspång vill skapa en skola som ger möjlighet att skaffa unika kontakter som student. Att bilda ett nätverk som kan leda till arbete både i Sverige och Internationellt. Skolan erbjuder även praktik och sommarjobb på företagen som står bakom skolan. Skolan är både ett praktiskt gymnasium och ett vanligt med linjer som Teknikprogrammet, El- och energiprogrammet och Industriteknik programmet.⁴⁸ Just nu ligger skolans lokaler inne på industriområdet i industriernas egna lokaler. Industrierna behöver utöka sin produktion och behöver lokaler för att göra detta. Därför togs beslutet att man skulle samla hela skolan under ett och samma tak. Resultatet blev en nybyggnation i kombination med några gamla byggnader vilket gör att industrierna skall kunna använda de lokaler som för tillfället hyrs av skolan. Industrierna bakom skolan är:

- Borggårds Bruk
- Coor Service Management
- Finspångs Allmekano
- Finspångs Finmekaniska
- Finspångs Kommun
- Grytgöls Bruk
- Igelfors Bruk

⁴⁸ CNG (2013)

- IUC Öst
- Siemens
- KL Industri
- Landstinget i Östergötland
- Lämneå Bruk
- Mo Gård
- Sapa Technology
- Saab Aerostructures
- Sapa Profiler

Arbetsstyrkan är för tillfället 22 man och under skedet då installationer skall utföras räknar man med att ca 70 arbetare kommer vara involverade i byggnationen. NCC började etablera sig på platsen den 4 februari och skall vara klara den 1 juni 2014. Tidplanen hålls just nu trots oväntade komplikationer som försenat projektet. Deadlinen beräknas ändå att hållas. Budgeten som är satt till 127 miljoner och kommer även den att hållas som det ser ut idag, ”Av erfarenhet brukar dock dolda kostnader dyka upp i slutskedet av projektet vilket gör att budgeten ibland inte hålls” (Karlsson Jan, Platschef CNG Finspång, 2013-05-6)

Projektet är ett testprojekt där allting egentligen skall ritas i 3D. Projekteringen skulle ske i 3D och all information och data skulle kunna hämtas i modellfilerna men detta har inte fungerat som det skall. Dels för att konstruktörerna inte levererat pxy-filer med utsättningsdata. En pxy-fil är en textfil som innehåller en punktnummering, x,y-koordinat och en z-koordinat för höjd eventuellt även en kod och anmärkning. Vissa konstruktionsritningar som levererats har inte heller varit måttsatta trots att Ramböll som ansvarar för ritningar har skrivit på avtal som specificerar hur ritningar skall levereras och hur de skall se ut (CAD Pm). Andra komplikationer som har gjort att man inte kunnat använda sig av 3D-modeller är att de ritningarna har blivit kraftigt försenade. För att lösa detta problem har man fått gå tillbaka till traditionella 2D-ritningar och utsättare har fått införskaffa information själva så gott det går.

Andra komplikationer som uppstått var ett beslut om att kolla om utländska hissar kunde köpas in för att spara pengar. Men måtten stämde inte vilket resulterade i att ett par veckor gick till spillo. Beslutet att undersöka möjligheterna att införskaffa utländska hissar blev dyrare än att köpa de svenska hissarna direkt. Anledningen att man från första början valde att undersöka utländska leverantörer av hissar var för att beslut högre upp i ledningen krävde detta. Dock blev försening och en ökad kostnad istället resultatet.

Under byggnation har grundläggningen varit besvärligare än väntat p.g.a. att markförhållandet lokalt under en del av byggnaden inte var som man tänkt sig. Man fick istället borra tio av pålarna och använda sig av stålpelare istället för vanlig pålning med betong som gjorts på resterande av grunden. Man har även upptäckt att det krävs mer jobb med ombyggnationen av lokstallarna än vad man hade räknat med.

En utländsk aktör som heter Litana skall ansvara för stomresning och montering av de prefabricerade elementen. De skall utöver stomresning, platsgjuta ett runt trapphus som kallas för rotundan. Resningen skall utföras under månaderna då NCC:s personal går på semester och skall vara färdigställt då semestern är slut så att NCC kan gå direkt på stomkompletteringen. En liten grupp från NCC skall dock utföra reovering och ombyggnad i Lokstallarna för att byggnationen skall bli så effektiv som möjligt.

Som tidigare nämnts har man valt att i detta projekt använda sig av VDC-verktyg och en del i personalen har för första gången kommit i kontakt med VDC och BIM. Peter Larsson som är platschef för mark, Carl Iggmark arbetsledare och Jan Karlsson platschef har fått lära sig olika VDC-verktyg och metoder. Personalen har bland annat utfört kollisionskontroller och mängdat direkt ur samgranskningsmodellen. Detta har gjorts i programmet Navisworks Freedom som blivit förklarad tidigare i rapporten (2.3.2.3). Man har utöver kollisionskontroller skött framdriften i modellen med hjälp av VDC-arbetsplats. Ett annat verktyg som man har upplevt positivt är att kunna visualisera vissa delar för byggarbetare för att alla skall få samma uppfattning om hur resultatet skall se ut. Ändå upplevs viss motsträvighet av den nya tekniken generellt hos den äldre generationen byggarbetare och detta grundar sig delvis på brist på datorkunskap. Men om bilder i pappersform trycks ut och visas är informationen mer mottaglig även för den äldre generationens byggarbetare.

3 Metod

I detta kapitel beskrivs lite olika metoder som kan tillämpas vid forskning samt på vilket sätt det går att angripa med dessa metoder på.

3.1 Begreppet metod

Begreppet metod är omfattande och svårt att greppa. Enkelt sätt är metod ett redskap för att lösa problem och driva forskningen framåt emot ny kunskap. Det finns många olika metoder, både bra och dåliga. Vissa metoder är hållbara och tål kritik medan vissa inte är lika vattentäta.

Allt som bidrar till att kunna förklara sanningen kan anses vara en metod därför är metod en avgörande faktor vid forskning och undersökningar. Metodlära ger oss grunden för systematiskt och planmässigt arbete i frågor som berör verkligheten. Val av metod bör bestämmas efter man kommit fram till vilka frågor det är som ska besvaras samt vilka svar det är man vill ha fram.⁴⁹

3.2 Frågeställning

Frågeställningen är något av det viktigaste för att få till en god uppsats. Frågeställningen måste vara formell och intressant så att läsaren fångas upp. Idar och Bernt som skrivit boken *Forskningsmetodik*; om kvalitativa och kvantitativa metoder menar att frågeställningen är ofta den svåraste, viktigaste och mest krävande fasen i forsknings- och undersökningsprocessen. Svår och viktig p.g.a. att den påverkar resterande delen av forskningen. Krävande för det är svårt att hitta det man letar efter. Det kan bli ett ändlöst sökande. Det ställs stora krav på frågeställningen. Det krävs att den är spännande så med andra ord krävs det att den pekar på ny kunskap. Forskning handlar om att upptäcka nya saker och inte uppfinna hjulet en gång till. Det krävs också att frågeställningen är fruktbar så att den kan ge något i slutändan och enkel så att den omfamnar ett lagom stort område. Frågeställningen bör vara spännande, fruktbar och enkel.⁵⁰

3.3 Metoder

3.3.1 Fallstudie

Fallstudie är en empirisk studie där samtida fenomen undersöks.⁵¹ Fallstudier är lämpligt för forskare som vill fördjupa sina kunskaper inom ett visst område som oftast är strikt avgränsad. Fallstudie brukar för det mesta följas upp och använda fler olika undersökningsmetoder t.ex. surveyundersökning. Efter att ha studerat ett visst fall måste informationen samlas in på ett systematiskt sätt och det måste planeras på ett metodiskt sätt. Fallstudier är lämpliga när frågeställningarna är komplexa. Fördelen med fallstudier är att en ensam forskare kan gå djupt in på ett visst fall. Problematiken med en fallstudie är att resultatet inte kan direkt generaliseras till andra fall. Det kan möjligtvis bara ge ett underlag att relatera till. En annan nackdel är att informationen är svår att kontrollera speciellt dess reliabilitet och därför kan resultatet bli snedvridet eller helt missvisande. Fallet som undersöks bör därför kontrolleras så att det är väl representativt ute i samhället.⁵²

⁴⁹ Magne Holme, I & Krohn Solvang, B. (1997)

⁵⁰ Magne Holme, I & Krohn Solvang, B. (1997)

⁵¹ Yin, R.K. (2009)

⁵² Bell, J. (2006)

3.3.2 Surveystudie

Surveystudie är precis som fallstudie en empirisk studie där man samlar in data för att få en representativ kartläggning av människors tyckande, sysslor m.m. Data fås genom att de individer som deltar i undersökningen antingen fyller i en enkät eller blir intervjuad.⁵³ Till skillnad från en fallstudie kan en surveyundersökning vara både kvalitativ eller kvantitativ beroende på hur den utförs. Enkäter som för det mesta har standardiserade frågor är av sorten kvantitativa. Där fokuserar man mer på mängden svar än på hur hög kvalitet svaren har. Vid en intervju där personen som skall intervjuas inte är styrd av standardiserade frågor och där han/hon frågar nya frågor baserade på vad den intervjuade personen svarar, räknas som kvalitativa intervjuer. Det gäller att ha gjort en noggrann analys av vad man vill undersöka samt vad för frågor man tänkt ställa, detta för att all data som samlats in skall mäta det som eftersöks.⁵⁴ Fördelarna med surveyundersökningar är att resultatet har hög reliabilitet och motsvarar verkligheten. En snabb överblick av undersökningsområdet ges på ett brett och omfattande sätt. Detta kan också vara en nackdel då ens analys inte blir av så hög kvalitet då kunskap om detaljer inte behövs. Ens teorier kan försvinna bort i all data som insamlats.⁵⁵

3.3.3 Etnografisk metod

Etnografi är en kvalitativ och empirisk metod för att undersöka människors beteende i deras naturliga miljö. Det är vanligt att forskaren som ska tillämpa etnografi brukar delta och umgås med de människor han studerar. För att bli accepterad i gruppen händer det rätt ofta att forskaren själv utför samma uppgifter som de människor som studeras. Detta brukar tillämpas vid forskning av olika kulturer eller samhällstyper.⁵⁶ Etnografi är en hybrid metod och består egentligen av flera olika metoder t.ex. observation, intervjuer, dagböcker med mera. Alla dessa metoder bygger på närkontakt med det som ska studeras under en längre tid. Fördelen med etnografisk metod är att forskaren får en bättre förståelse för varför de studerande människorna agerar och beter sig på ett visst sätt. En etnografisk metod tar väldigt lång tid att genomföra därför brukar detta inte vara något alternativ för studenter, detta är en nackdel. En annan nackdel är att det som studeras inte behöver vara representativt och därför går det inte att generalisera det resultat som framkommer. Det går därmed bara att relatera till resultatet.⁵⁴

⁵³ Yin, R.K. (2009)

⁵⁴ Trost, J. (2010)

⁵⁵ MAH (2002)

⁵⁶ Bell, J. (2006)

3.3.4 Grundad teori

Grundad teori (grounded theory) är en empirisk studie där man startar med forskningsfrågor men inte med några hypoteser. Hypotesen och teorin framkommer efterhand som datainsamlingen sker. När forskaren känner att han/hon inte får ut något mer av datainsamlingen har teoretisk mättnad uppnåtts och datainsamlingen avslutas. En nackdel med denna metod är att resultatet oftast bara representerar relativt få situationer.⁵⁶

3.3.5 Narrativa undersökningar

Det är först på senare dagar som narrativa undersökningar blivit accepterade som tillförlitliga. Narrativa undersökningar gå ut på att forskaren intervjuar personer och låter deras berättelser och beskrivningar utgöra den data som används i rapporten senare. När datainsamlingen, tolkningen och skrivandet utgör en meningsskapande process som har likheter med historier och berättelser kallas det narrativ undersökning. Data eller rättare sagt berättelserna bör inte redovisas som en historiebänk där berättelserna staplas på varandra. De skall struktureras och skapa teman. Fördelarna med narrativ undersökning är att ett noggrant jobb skapar en personlig och djup insikt i den situation som undersöks. Nackdelen är att forskaren behöver skapa en god relation med den intervjuade. Innan det har uppnåtts kommer den intervjuade inte avslöja den information som forskaren troligtvis behöver. Intervjuerna blir därmed tidsödande och krävande.⁵⁷

3.4 Kvalitativ forskning

Kvalitativ forskning används ofta när data inte behöver vara strukturerad och är i behov av en djupare förståelse, exempelvis intervjuer och enkäter med öppna svar som analyseras textkritiskt. Kvalitativ forskningen är mest vanlig bland samhällsvetenskaplig forskning fast kan ibland användas i natur och teknikvetenskaplig forskning. Till skillnad från kvantitativ forskning används inga siffror och matematiska formler för att ta hand om data som införskaffas. Många tror att kvalitativa och kvantitativa konkurrerar med varandra men så är inte fallet. I många fall kan dessa komplettera varandra.

När forskaren tillämpar kvalitativa metoder befinner sig denna i den miljö som han/hon vill undersöka. Datainsamling och tolkning sker växelvis. Fördjupning sker bara i enstaka fall. Därför kan inte resultatet av forskningen generaliseras till andra fall. Möjligtvis skulle man kunna relatera till resultatet. Intervjuer, gruppdiskussioner och diskursanalys är alla exempel på kvalitativa metoder.

⁵⁷ Bell, J. (2006)

Nackdelen med kvalitativ forskning är att resultatet som framkommer aldrig är upprepningsbart så att det går att kontrollera resultatets reliabilitet. Inom naturvetenskap och teknik betraktas kvalitativ forskning med stor skepsis. Inom dessa områden är det viktigt att det går att generalisera resultatet.⁵⁶

3.5 Kvantitativ forskning

Vid kvantitativ forskning är det viktigt att all data är strukturerad och formellt upplagd. Till skillnad från kvalitativ forskning blir kvantitativ forsknings resultat generaliserbart. Enkäter och intervjuer skall ha slutna svar så att det går att kvantifiera resultatet. När forskare tillämpar kvantitativa metoder säger man att forskaren beaktar fallet från håll. Nackdelen med detta är att ingen fördjupning i området krävs. Det bidrar till den fördel som finns med kvantitativa forskningar nämligen att forskningen går snabbt och är inte så krävande. Data som samlas in tar en dator hand om.⁵⁶

4 Val av Metod

I detta avsnitt kommer vi presentera de metoder vi valt att använda oss av i förstudie, huvudstudie och analysen. Avsnittet går djupare in på vad, hur och varför vi valt att använda dessa metoder. Metoderna är presenterade i kronologisk ordning efter hur vi använt oss av dem.

4.1 Förstudie

4.1.1 Litteraturstudie

Målet med litteraturstudien var att skapa en större förståelse för VDC och BIM. Detta var viktigt för att arbetet skulle kunna fortlöpa. Kunskapen i detta ämne var begränsad vid första anblicken av uppgiften att skriva om ”Tillämpning av VDC i produktionen”. Vid forskning gäller det att vara experter inom det området man ska forska i. Utan en litteraturgenomgång blir man blind för syftet i undersökningen. Man får inte heller någon klar bild av vad som redan har fortskats i området. Att besitta kunskap om vad för forskning som har gjorts i området är A och O.⁵⁸

Litteraturen har bestått av vetenskapliga skrifter, facklitteratur, rapporter från internet. Denna litteratur har sökts fram från Google och LTH:s interna databas. Nyckelord vi använt oss av när vi sökt fram informationen har varit t.ex. VDC, VB, BIM, 4D och 5D. Noggrannhet och källkritiskt tänkande har tagits i beaktande vid användandet av denna information. Vi har frågat oss:

⁵⁸ Bell, J. (2006)

- Vem har skrivit texten?
- Vem har publicerat den?
- När är texten skriven?
- Vad är syftet med texten?
- Finns informationen i mer än en källa?

Detta tänk har vi lånat från ”Att skriva en god rapport” skriven av Koglin m.fl.⁵⁹

Genom att utföra en övergriplig litteraturstudie var möjligheterna att begränsa sig i ämnet större. Att hitta inriktning och formulera en komplett frågeställning utan tillräcklig information är näst intill omöjligt. Därför har denna ändrats och omformulerats under arbetets gång. Beslut togs efter den övergripliga litteraturstudien om vilken inriktning och frågeställningar arbetet skulle besvara.

4.1.2 Övergripliga intervjuer

Övergripliga intervjuer var också en del av förstudien för att kunna begränsa undersökningsområdet. Intervjuerna togs fram från material som presenterades på hemsidor om olika typer av väg- och tunnelprojekt. Intervjuer om tillvägagångsätt i produktionen utfördes via telefon och Skype både internationellt och lokalt. Även en intern intervju med Anna Niedenström, teknisk specialist inom mark och anläggning på NCC har genomförts för bestämmande om inriktning av examensarbetet. Syftet med intervjuerna var att kunna hitta ny information som inte fanns tillgängligt i skrift. Men även att kunna begränsa sig i ämnet VDC och hitta en inriktning som kunde gynna utvecklingen i VDC för NCC. Frågorna och svar från Anna respektive andra företag som Skanska är bifogade som bilaga 1 och 2.

4.2 Huvudstudie

4.2.1 Djupgående litteraturstudie

Efter att en övergriplig litteraturstudie genomförts fanns det mycket information att hämta i de olika programvarorna. En mer djupgående och noggrann litteraturstudie i VDC-metoder och verktyg utfördes. Manual i DynaRoad lästes grundligt och gav information om utvecklingsmöjligheter och förbättringar. Kunskap om Navisworks införskaffades också via manual och tillgänglig text på Autodesk's hemsida.

⁵⁹ Koglin, Adell & Wennberg (2010)

Litteraturstudien fungerade som underlag för utformandet av en intervjuguide som användes för de kvalitativa intervjuerna. Samma källkritiska tänk som i förstudien togs i bruk under detta steg.

4.2.2 Kurser

För att få en djupare förståelse i hur olika programvaror kan förverkliga de behov som produktionen har, fattades beslut under arbetets gång på att gå kurser i olika programvaror. Efter att litteraturstudien var klar och programvaror som kunde tänkas fungera som VDC-verktyg valts ut genomfördes också dessa kurser med hjälp av NCC.

Kurser i DynaRoad, Navisworks och VDC-arbetsplats gav en djupare förståelse i hur programmen fungerade och hur olika funktioner i programvarorna fungerar som befintliga VDC-verktyg. Att förstå hur programvarorna fungerade anser vi är en kritisk och viktig del för att kunna forma och avgöra om förslag på nya metoder och verktyg var genomförbara och relevanta. Att snabbt avgöra om en idé kan genomföras och implementeras under snar framtid i produktionen har visat sig vara mycket användbart. Denna kunskap att gallra ut förslag på förbättringar och idéer har införskaffats genom att gå dessa kurser i respektive programvara. Vikten i att kunna presentera relevanta och bra förbättringar i utvecklingen av VDC-verktyg och metoder har till stor del legat i den kunskap vi har fått i dessa kurser.

Kurserna genomfördes med personal från NCC och föreläsare från DynaRoad nere i Malmö på NCC:s kontor. Kursledare i Navisworks var Lavinius Arva som jobbar som utvecklingsingenjör på NCC och kursledare i DynaRoad var Niclas Törnroos som jobbar som konsult på DynaRoad.

4.2.3 Fältstudie

Studiebesök gjordes på Riksväg 50 i Motala och CNG Finspång för att ge information om de båda projekteten. Även information om hur de i produktionen använder VDC och de olika programvarorna inhämtades. Detta gjordes i samband med intervjutillfället för att kunna skapa en förståelse för de intervjuades vardag. Under besöket diskuterades även förslag på nya VDC-metoder och verktyg som kunde tänkas underlätta arbetet i produktionen. Båda parter (intervjuare och intervjuade) presenterade förslag på nya verktyg och metoder. Dessa diskuterades i form av relevans och graden av eventuellt behov i produktion.

4.2.4 Intervjuer

Under fältstudien utfördes som tidigare nämnts intervjuer. Intervjuerna har varit av det kvalitativa slaget. Frågorna var öppna för att fånga upp erfarenheter samt den intervjuades tankar och åsikter om nya VDC-verktyg och metoder. Detta har gjort att inga direkta frågor har skrivits förutom ledningsfrågor för att hålla fokus på områdena som är relevanta. För att den intervjuade skulle ha möjlighet att förbereda sig men även att i förväg förstå vad som skulle tas upp i intervjuerna och vad de skulle beröra utformades en intervjuguide. Intervjuguiden finns i två versioner en för väg och en för mark och anläggning och är bifogat som bilaga 3 och 4.

Urvalet gjordes av NCC till intervjuerna som skulle genomföras. Personerna handplockades och urvalet var begränsat då kunskap inom ämnet och programvarorna krävdes för att kunna besvara de områden som skulle behandlas i intervjuerna. En blandning av olika yrkesroller i produktionen togs fram även om personerna som besatt denna kunskap var begränsad. Exempel på yrkesroller vi valde att intervjua är mätningsschef, platschef, entreprenadingenjör och arbetsledare. En avgränsning till fyra intervjuer på två olika projekt gjordes. Detta berodde delvis på att bara ett fåtal projekt bedriver VDC-verksamhet inom mark och anläggning och att kunskapen inom ämnet på väg och anläggningssidan är relativt ny.

Anteckningar har gjorts av en av intervjuerna samtidigt som den andre har ställt frågor och följt upp svaren med följdfrågor enligt den kvalitativa intervjutekniken. Intervjuerna har även spelats in på band för att i efterhand kunna granskas och bearbetas. Inspelningarna och anteckningarna är det rå material som vi senare har använt i resultatkapitlet. Alla intervjuer under huvudstudien har varit direkta möten med de intervjuade.

Validitet och reliabilitet av data och svar vi fått utifrån intervjuerna har helt gjorts av oss. Det är svårt att garantera den införskaffade kvalitativa empirins validitet och reliabiliteten ur ett vetenskapligt perspektiv. Fast kunskapen som vi införskaffat oss genom de kurser och litteratur har gett oss verktyg att kunna avgöra hur vida informationen är reell och valid.

4.3 Analys

Data och empiri som insamlats under intervjuerna har sammanställts i kapitel 5.1. Av data som samlats in har senare slutsatser och förslag på utveckling och förbättring av nya VDC-verktyg och metoder gjorts. Intervjuerna har analyserats och bearbetats utifrån de anteckningar som gjorts men även det inspelade materialet från bandspelare.

5 Resultat

I detta kapitel presenteras de resultat vi kommit fram till när det gäller kursen och intervjuerna vi genomförde. Här riktas fokus endast till väg, mark och anläggnings projekt.

5.1 Fältstudie

Fältstudie utfördes för att införskaffa empirisk kunskap. Den införskaffades på tre olika sätt. Först genomfördes kurser i de tre programvarorna som det skrivs om i rapporten, Navisworks, VDC-Arbeitsplats och DynaRoad. Efter det genomfördes fyra intervjuer på Riksväg 50 och CNG Finspång. På Riksväg 50 blev det en gruppintervju med tre personer och på CNG Finspång intervjuades tre personer individuellt, dessa tre var mer inriktade inom produktion. De områden som behandlades under intervjun kan skådas i bilaga 3 och 4 ”Intervjuguide”. Intervjuerna som redovisas i 5.1.1. och 5.1.2. är avskalade och bara det viktigaste har tagits med. Samtidigt som det genomfördes intervjuer gjordes det studiebesök på de olika projekten.

5.2 Intervju Riksväg 50

Intervjuperson: 1	Namn: Daniel Ring	Befattning: Mättningschef
Intervjuperson: 2	Namn: Roger Stedt	Befattning: Entreprenadingenjör
Intervjuperson: 3	Namn: Hanna Carlsson	Befattning: Entreprenadingenjör

Allmänt

Först och främst var vi intresserade av vad de intervjuade hade för tjänst och arbetssysslor.

Daniel Ring är mättningschef på Infrastructure Syd har som uppgift att göra underlaget till modellerna som senare används för maskinstyrning. Roger Stedt som är entreprenadingenjör och har som uppgift att ha kontroll på att budgeten och tidplanen hålls. Hanna Carlsson är också entreprenadingenjör fast jobbar mer mot produktionen. Har som uppgift att samla in information som ligger till underlag för att kunna styra och följa upp i projektet.

VDC/BIM/AIM

Här ville vi veta hur de intervjuade uppfattar VDC/BIM/AIM och deras tankar kring begreppen. Vi ville även veta lite om hur de upplevt utvecklingen av VDC/BIM/AIM.

Här skiljde sig det en del mellan vad de intervjuade hade för uppfattning om VDC, BIM och AIM. Deras uppfattning var att kantstenar, rör och sådant som sticker upp från marken skulle projekteras i 3D.

Mängdning skulle kunna göras direkt från 3D modellen, kollisioner och problem skulle upptäckas tidigt i projekteringsfasen med hjälp av kollisionsskontroller. Entreprenadingenjörerna var mer inne på en annan bana inom VDC tänket. Deras uppfattning var att VDC kunde underlätta vid demonstration av anbud då smidiga APD-planer kunde upprättas samt att det gick att visa all produktionspersonal i olika scenarier.

De hade stött på VDC, BIM och AIM i projektet till viss del. Vägsträckan inne i Motala har de använt sig av kollisionsskontroller samt kollat av grundvatten under schaktning och hur det förhöll sig till vägbanan. Entusiasmen och kunskapen var inte tillräckligt hög så VDC tänket lades lite åt sidan för att man i dåskedet inte tyckte att det gav så mycket. Med facit i hand hade det lönat sig om man fortsatt med VDC för att lösa problem som kommit upp nu i efterhand.

De hade upplevt stora förändringar inom VDC fast allt tar sin tid när väl förändringar ska ske menar de på. De upplever också att gammal data inte innehåller data som är nödvändig för dem. T.ex. när befintliga ledningar skall läggas in i en 3D-modell är inte de gamla ritningarna tillräckligt detaljerade. I de gamla ritningarna står det nämligen inte vilken höjd de är lagda på. Det är med andra ord mycket viktigt att data som läggs in i en 3D-modell är korrekt, då kan tid sparas. Just nu befinner de sig där de inte riktigt kan lita på 3D-modellen vid t.ex. vid mätning i 3D-modellen. Däremot har det skett stora förändringar inom maskinstyrningen och de känner att maskinstyrningen är på väg åt rätt håll. Fast de känner även här att modellerna till maskinstyrningen behöver bli mer detaljrika och alla modeller borde bli mer anpassade för maskinstyrning.

VDC i produktionen

Här ville vi veta de intervjuades egna erfarenheter av VDC i produktionen. Om det skulle underlätta eller försvåra deras arbete. Vi var även nyfikna på hur byggarbetarna ställer sig till dessa nya metoder/verktyg.

Det de tyckte var positivt var att en rätt kodad modell kan underlätta kalkyler fast i motsats så skapar en dålig modell komplikationer för alla delar i byggprocessen. De tycker även att modellen blir för stor och grov när en vägsträcka på tre mil ska läsas in. Självklart blir det då svårt när man ska visa uppföljning av projektet i modellen. Med andra ord sker mer traditionellt arbete till stor utsträckning p.g.a. tillgängligheten till modellerna är dålig.

Befintliga verktyg och metoder

Här ville vi göra en utvärdering av de verktyg och metoder de redan har i produktion. På vilka sätt har metoderna hjälpt er att lösa olika problem. Vi ville även få in lite önskemål på nya VDC verktyg eller utveckling av redan befintliga metoder som inte var av typen VDC.

Mätningsschefen Daniel påpekade att han gärna skulle vilja se 3D-modeller av vägbyggnationer för att underlätta att visa hur saker och ting skall se ut. Detta görs till stor del bara i enkla 2D-handlingar. Daniel berättade också att 3D-modeller görs i fel filformat så att de inte kan användas till maskinstyrning. De måste oftast göras om helt så att de passar den utrustning som de använder.

Entreprenadingenjörerna ville gärna se att modellen utvecklades ännu mer så att de kunde göra kollisionskontroller på detta projekt. De hade vunnit mycket tid och pengar på det. De visualiserar idag framdriften i en vanlig tidplan och hade gärna sett att detta var möjligt i DynaRoad. Det går att göra lite tidplanering i DynaRoad fast inte tillräckligt.

DynaRoad

I denna del var vi nyfikna på om de intervjuade hade någon erfarenhet av DynaRoad. Om de använder Control modulen och på vilka sätt införandet av information görs. Vi ville även veta om de kände att där fanns någon funktion i programmet som de kände är speciellt användbar respektive överflödigt.

Riksväg 50 är det första projektet som de använder kontrollmodulen på. I och med det försöker de finna ett system för att arbeta med modulen. I startskedet fanns ett system där information fördes in automatiskt. Detta behövdes för att man insåg att det krävdes mycket jobb för att samla in all denna information. Viewserve kom upp med en lösning för detta problem. Det var en utrustning som skulle föra in information automatiskt till DynaRoad och därmed spara tid. Denna utrustning bestod av en knapp och en GPS sändare som placerades i lastbilar och dumptrar. Systemet fungerade så att när lastbilen/dumpnern fått ett lass skulle maskinföraren trycka på knappen, gps:en lokaliserar då var och hur långt man kör. Vid dumpningsstället trycker maskinföraren på knappen igen och gps registrerar det. Denna information skickas sen till en server som matade in informationen i DynaRoad. Detta skulle bli hur bra som helst trodde man men tyvärr var inte tekniken eller maskinisterna mogna för det. Maskinisterna satte sig på tvären då de inte ville bli spårade vart de körde samt att de glömde ta med sig utrustningen då man bytte fordon. Istället bestämdes det att all information skulle börja läggas in för hand. Då fick maskinisten istället skriva hur många lass, vilket material och var de hade kört för hand.

Detta gick maskinisterna med på trots att det blir mer jobb för både maskinisterna och för personen som samlar in informationen.

Vid ändring av vart vägen skall gå och hur mycket schaktning som ska göras blir DynaRoads information inaktuell. Detta uppdateras inte automatiskt och därför behöver man göra det manuellt efter varje förändring. Detta händer inte så ofta p.g.a. brist på kunskap, när det väl händer är en från DynaRoads personal där.

Kartvyn är en av de bästa funktionerna i DynaRoad och används frekvent likaså avstämningsvyn där man ser boxar färglagda i grönt, rött, gult beroende på om arbetsmomenten är färdiga, inte påbörjad eller är på gång.

De rapporter som plockas fram från DynaRoad är mest veckoplaneringsrapporten och ”transporter enligt källa och destination”.

VDC-Arbeitsplats/Navisworks

Här ville vi veta om de intervjuade hade någon vetskap om Navisworks och hur de använder det programmet idag. Finner de någon funktion speciellt användbar respektive överflödig.

Det var ingen av intervjuade som hade några direkta kunskaper om VDC-Arbeitsplats och Navisworks, därför demonstrerades framdriftsiffrorna från CNG Finspång. De kom fram till att programmen och idén var användbara fast då bara till broar och tunnlar. Fast på en vägsträcka skulle det bli svårt, speciellt när den är 3 mil lång som nya riksväg 50 kommer att bli. Om det på något sätt skulle vara möjligt att använda framdriftsiffrorna hade man behövt sektionera upp vägen i många små delar. Detta skulle krävas mycket handpåläggning för att uppdatera modellerna och det är tid som ej finns tillgänglig. De intervjuade insåg även ett annat problem och det är att det krävs flera olika filformat, en länkning mellan programvarorna behövs. De nappade inte heller på idén om att visualisera framdriften för beställaren genom detta program. De ansåg att beställaren ofta brukar vara ute på plats och se hur projektet går.

Nya VDC metoder/verktyg

I sista delen ville vi ha reda på vad för olika VDC verktyg som önskas i produktionen och även utveckling av befintliga.

Detta blev en bra diskussion där många idéer utbyttes. Två av de större idéerna blir förklarade lite mer ingående medan resten punktats upp.

En idé var att man skulle kunna göra uppföljning i 3D av fundament för belysning, vägs skyltar, bullerplank och ledningar. Detta skulle göras i en telefon för att man lätt skulle kunna sköta framdriften ute i fält. Denna idé blev hopkopplad med en annan idé och det var att kunna stå i fält med sin läsplatta och sedan få upp en bild på hur projektet skulle se ut utifrån den position betraktaren står i.

Post it-lappar i DynaRoad som är länkade till olika dokument som kan behövas under olika skeden i projektet togs upp. Idéen utvecklades till att man kanske kunde länka till projektportalen på något sätt. Detta skulle kunna underlätta att ändringar som görs i DynaRoad t.ex. om man utfört en egenkontroll av bärlager skall detta länkas till projektportalen. Skulle även kunna tänka sig att DynaRoad länkas till dagboken i projektportalen.

Resterande idéer punktas upp:

- Att man skulle kunna göra ändringar i Navistools och att det skulle länkas tillbaka till excelarket direkt.
- Ett mer användarvänligt program som skulle kunna sektionera upp väglinjen och i sektionerna kunna se vart rör, fundament och liknande finns.
- Att istället för att bestämma och visualisera framdrift i en tredimensionell modell använda en sektionsritning att bestämma framdrift på.
- Visualisera på ett trivialt sätt var arbetsmoment/arbetsgrupper befinner sig på en lång vägsträcka.
- Automatisk uppföljning av utfört arbete för transporter. Skall icke behöva föra in all data för hand.
- Framdriftsiffror med 3D objekt på broar.

5.3 Intervju CNG Finspång

Intervju: 1 Namn: Peter Larsson Befattning: Platschef mark

Allmänt

Först och främst var vi intresserade av vad de intervjuade hade för tjänst och arbetsysslor.

Peter Larsson har jobbat på NCC i tre år och har varit i byggbranschen sedan 1988. Peter Larssons uppgift som platschef är att ta hand om grundläggningen d.v.s. pålning schakt och gjutning av plattan. Peter har även hand om ledningsdragningen till och från fastigheten.

VDC/BIM/AIM

Här ville vi veta hur de intervjuade uppfattar VDC/BIM/AIM och deras tankar kring begreppen. Vi ville även veta lite om hur de upplevt utvecklingen av VDC/BIM/AIM.

Peter anser att VDC och BIM är 3D-modeller som kan användas för mängdavgivning och för att kunna se krockar mellan olika installationer och byggnadsdelar. Exempel som Peter tar upp är kollisioner i ett trapphus mellan bjälklag och trappa detta har upptäckts med hjälp av 3D-modeller som finns tillgängliga. Att använda sig av VDC är även ett bra sätt att visualisera för arbetare ute på bygget så att de förstår hur saker och ting skall se ut. Verktygen i programmen gör att man på ett lätt sätt kan förmedla budskapet snabbt och smidigt.

VDC i produktionen

Här ville vi veta de intervjuades egna erfarenheter av VDC i produktionen. Om det skulle underlätta eller försvåra deras arbete. Vi var även nyfikna på hur byggarbetarna ställer sig till dessa nya metoder/verktyg.

Framdriftsvisualiseringen för Peter är att i plan redovisa med färger när områden är klara. Att t.ex. olika rördragningar är klara och att armering eller gjutning är klart på papper och vill på något sätt även kunna se detta i en 3D-modell. På detta sätt skulle man kunna bestämma framdrift på specifika objektet.

En del arbetare i produktionen avvisar dessa nya metoder p.g.a. att de tillhör en äldre generation och anser att man alltid gjort på samma sätt som innan. Men man skall absolut fortsätta med 3D-modeller, VDC och BIM eftersom förr eller senare byts den äldre generationen ut. Då kommer nog tekniken tas emot lättare av de som har mer datorvana än de äldre som jobbar ute i produktionen nu. Men en viktig punkt i detta är att ritningarna som levereras skall vara av god kvalité och man skall kunna lita på modellen. Möjligheten att ta exakta mått i modeller upplever Peter dålig, det känns osäkert att förlita sig på modellen p.g.a. att vissa gånger står man lite snett i modellen. Det är detta Peter menar att det är viktigt att modellen skall vara så pass bra att man kan förlita sig på t.ex. måtten i modellen.

Arbetet har blivit lättare genom att man kan visualisera och röra sig i modeller på ett helt annat sätt än vad man kunnat göra innan. Det har dock blivit svårare ur projekterings syfte och att ritningar har en tendens att komma försent.

Befintliga verktyg och metoder

Här ville vi göra en utvärdering av de verktyg och metoder de redan har i produktion. På vilka sätt har metoderna hjälpt er att lösa olika problem. Vi ville även få in lite önskemål på nya VDC verktyg eller utveckling av redan befintliga metoder som inte var av typen VDC.

Maskinstyrning är något som används i stor utsträckning och dwg filer av terrängen används av utsättarna. Dessa VDC-verktyg och metoder använder de sig mycket av inom mark och anläggning på CNG Finspång. Även om man kan mängda i modellen sker mängdningen alltid för hand. Att kunna mängda direkt ur modellen och om informationen skulle gå att lita på till 100 % skulle det spara enormt mycket tid jämfört med om man gör mängdning för hand som Peter gör det idag.

VDC-Arbeitsplats/Navisworks

Här ville vi veta om de intervjuade hade någon vetskap om Navisworks och hur de använder det programmet idag. Finner de någon funktion speciellt användbar respektive överflödigt

Tanken är bra att kunna visualisera framdriften. Handpåläggningen har dock inte Peter gjort själv utan han har fått hjälp med att göra detta av Simon. Simon som är utvecklingsingenjör och modellsamordnare finns på plats som en hjälpare hand och befinner sig på bygget en gång i veckan.

För att programvaran skall bli lättare att använda anser Peter att framdrift skall ske direkt på objekten i samgranskningsmodellen för att begränsa antal steg för att visualisera framdriften. Eller att direkt i modellen kunna klicka på ett kantelement eller en rördragning och sedan ange hur mycket som är gjort. Sen skall objektet bara ändra färg beroende på hur mycket som man anger i framdriften på objektet.

Intervju: 2

Namn: Carl Iggmark Befattning: Arbetsledare

Allmänt

Först och främst var vi intresserade av vad de intervjuade hade för tjänst och arbetssysslor.

Carl Iggmark har jobbat som arbetsledare sedan han blev utexaminerad från en byggtknisk utbildning i Norrköping för tre år sedan. Han har varit på bygget i en månad och kom in väldigt hastigt i projektet. Han har jobbat mycket med renoveringar men har även varit involverade i andra byggnationer så som sjukhus, kommunhus och köpcentrum. Carls arbetsuppgift i detta projekt är att hålla i renoveringen av lokstallarna med hjälp av 8 snickare, smeder och betongarbetare.

VDC/BIM/AIM

Här ville vi veta hur de intervjuade uppfattar VDC/BIM/AIM och deras tankar kring begreppen. Vi ville även veta lite om hur de upplevt utvecklingen av VDC/BIM/AIM.

Begreppen VDC, AIM och BIM säger ingenting för Carl och han har inte heller stött på det under sin utbildning i Norrköping. Dock har han under detta bygge kommit i kontakt med olika typer av program som AutoCAD Architecture men dessa har inte varit ”BIM-modeller”. Han har fått möjlighet att kolla i de modeller som är levererade till arbetsplatsen men pga. att datorns prestanda är dålig det laggar det för mycket i modellen. Vilket har gjort att han har tappat intresset för modellerna. Carl har inte gjort någon framdrift i modellen just på grund av att renderingen är så pass långsam att han anser att det går snabbare att göra det själv.

VDC i produktionen

Här ville vi veta de intervjuades egna erfarenheter av VDC i produktionen. Om det skulle underlätta eller försvåra deras arbete. Vi var även nyfikna på hur byggarbetarna ställer sig till dessa nya metoder/verktyg.

Hade Carls dator varit tillräckligt snabb hade visualiseringar kunnat visas ute i produktionen. Att visa hur det skall se ut och sedan kompletterat med vanliga 2D ritningar. Men det har inte fungerat som det skall p.g.a. den dåliga dator han fått.

Mängdning har utförts av Simon Hellström på tisdagar p.g.a. att Carls dator inte klarar av detta i modellen. Simons kunskap är större och datorn han har är kraftfullare därför får han göra det. Det tar helt enkelt för lång tid att rendera och hitta de olika vyerna så Carl använder inte modellen som visualiseringshjälp till byggarna.

Befintliga verktyg och metoder

Här ville vi göra en utvärdering av de verktyg och metoder de redan har i produktion. På vilka sätt har metoderna hjälpt er att lösa olika problem. Vi ville även få in lite önsknings på nya VDC-verktyg eller utveckling av redan befintliga metoder som inte var av typen VDC.

På arbetsplatsen använder man sig mycket av Lasermätning för att kunna göra mätningar och kontrollera om byggnaden ligger rätt. Om man hade kunnat ta med sig modellen ut på något sätt och kontrollmäta med lasern att byggnaden ligger rätt istället hade Carls sett som en stor fördel.

VDC-Arbeitsplats/Navisworks

Här ville vi veta om de intervjuade hade någon vetskap om Navisworks och hur de använder det programmet idag. Finner de någon funktion speciellt användbar respektive överflödigt

Carl har som sagt inte använt sig av programvaran VDC arbetsplats men efter en demonstration av oss fattar han lite tycke om programmet. Han skulle gärna vilja se att andra objekt i modellen ändrades om framdriften ändrades så att man såg att byggnaden byggdes upp när man bestämde framdriften i objekten.

Intervju: 3 Namn: Jan Karlsson Befattning: Platschef

Allmänt

Först och främst var vi intresserade av vad de intervjuade hade för tjänst och arbetssysslör.

Jan Karlsson är platschef på CNG Finspång och började på NCC för 33 år sedan och har under den perioden till stora delar varit platschef på olika byggen. Utbildningen som Jan gick var en tvåårig fackskola med ett års praktik. Jan Karlsson började sedan som pinnpojke på ett företag som hette Östgötabyggen och har sedan avancerat till platschef med stor erfarenhet inom byggbranschen. Jan har varit med på bygget sedan december 2012 och har även varit delaktig i projekteringen av CNG Finspång.

VDC/BIM/AIM

Här ville vi veta hur de intervjuade uppfattar VDC/BIM/AIM och deras tankar kring begreppen. Vi ville även veta lite om hur de upplevt utvecklingen av VDC/BIM/AIM.

Det kom fram under denna del att Jan inte visste riktigt vad VDC, BIM och AIM var och vad det innebar men har kommit i kontakt med det för första gången under detta bygge. Anledningen varför han inte riktigt kan greppa om vad det innebär är för att han inte haft tid att sätta sig in i dessa begrepp. ”Man måste nog tillhöra den yngre generationen för att kunna uppskatta dessa verktyg och metoder” (Karlsson Jan, Platschef CNG Finspång, 2013-05-6).

VDC i produktionen

Här ville vi veta de intervjuades egna erfarenheter av VDC i produktionen. Om det skulle underlätta eller försvåra deras arbete. Vi var även nyfikna på hur byggarbetarna ställer sig till dessa nya metoder/verktyg.

Nya verktyg som dessa är skrämmande för arbetare ute i produktionen som tillhör den äldre generationen. De tycker inte det är intressant och i vissa fall avskräckande. Skall det fungera för den äldre generationen behövs någon som verkligen är duktig på VDC och BIM och kan ta fram vyer och exempel som kan visas för byggarbetare. Denna person bör också vara tillgänglig var dag och under en längre tid ute på arbetsplatserna. Iallafall tills platschef eller arbetsledare har greppat metoderna och kan använda de på ett bra sätt. Jan tror också att en ny generation behövs i byggbranschen innan VDC kommer fungera fullt ut och att det kan användas av produktionen på ett effektivt sätt.

”Jag tror inte alla kan lära sig detta med BIM och VDC så att säga” (Karlsson Jan, Platschef CNG Finspång, 2013-05-6)

Något som Jan upplevt nu när 3D ritningar finns tillgängliga är att 2D ritningarna inte är lika bra längre, i alla fall inte de vi har fått i detta projekt säger Jan. Han menar att konsulterna som gör ritningarna förväntar sig att alla kan ta ut den information som saknas i modellerna. 3D-modeller har gjort att konstruktörer blir sämre på att t.ex. sätta ut mått i ritningar för att konstruktörerna menar på att detta kan man ta fram i modellen. Detta gynnar inte de som inte kan programvarorna. Jag har använt programmen lite grann men jag är för dålig på det säger Jan. Mått har jag tagit ut och det har fungerat okej men att se ett mått på en 2D ritning känns säkrare.

Befintliga verktyg och metoder

Här ville vi göra en utvärdering av de verktyg och metoder de redan har i produktion. På vilka sätt har metoderna hjälpt er att lösa olika problem. Vi ville även få in lite önsknings på nya VDC verktyg eller utveckling av redan befintliga metoder som inte var av typen VDC.

Fanns inga direkta och konkreta exempel eftersom kunskapen är ny för Jan.

VDC-Arbeitsplats/Navisworks

Här ville vi veta om de intervjuade hade någon vetskap om Navisworks och hur de använder det programmet idag. Finner de någon funktion speciellt användbar respektive överflödig

”Om jag hade kunnat hantera det så skulle det tillföra en del, men jag kan inte hantera det” (Karlsson Jan, Platschef CNG Finspång, 2013-05-6)

Att kunna visualisera framdriften i 3D är något som underlättar. Men samma sak här någon måste kunna visa detta för de som inte har kunskapen innan annars blir det för krångligt. Kollisioner är bra att kunna se i förväg och att kunna lösa dessa problem om de bilder är framtagna så att man ser tydligt vad problemet är.

Nya VDC metoder/verktyg

I sista delen ville vi ha reda på vad för olika VDC verktyg som önskas i produktionen och även utveckling av befintliga.

Ett upplägg i modellen på marksidan där terrassering, överbyggnad, asfalt och pålning fanns i lager under markytan. Även att alla mängder under markytan kunde tas ut ur modellen och att man lätt kunde få fram det med några få knapptryck.

Att få beskrivning av vad som finns under en yta när man stryker över den i modellen. En sådan funktion som lades fram hade fungerat bra och man skulle fortsätta utveckla en likande funktion av rumsbeskrivningen som finns på hussidan.

Att man i modellen skulle kunna klicka på framdriftsobjekten och på detta sätt ange framdriften istället för via ett Excelark. Kanske även att objekten skulle vara kopplade till Excel arket istället.

Att man i modellen istället kunde klicka på olika objekt till exempel ett rör eller armering och att man skulle kunna ändra framdriften på de objekten istället för att göra det via Excell.

Resterande idéer punktas upp:

- En handledare hade behövts vara tillgänglig i stor utsträckning för att stödja och lära den äldre generationen.
- Mängdavgivning och färgsatta listor kan vara användbara.
- Att kunna ta upp rumsbeskrivning direkt i en mobil.

- Koppla framdriften med 4D d.v.s. att om en tidplan är inlagd skall viewports sparas då byggnaden växt fram och samtidigt färgsättningen på objekten.
- Få mer 4D på arbetsplatser för att kunna kolla hur långt man skall ha kommit.
- Kontrollera avstånd med hjälp av laser och avstämma detta med modellen.
- Att visualisera framdriften i terrängen istället för i objekten i t.ex. en plan vy.

5.4 Kurser

5.4.1 DynaRoad

Närvarande: Simon Andersson, Gino Svensson, Lavinius Arva, Anna Niedenström, Peter Kasslid, Simon Hellström, Magnus Osbäck, Marcus Bergljung och Jonas Berglund

Kursledare: Niclas Törnroos

För att skaffa oss mer kunskap inom DynaRoad var alternativet att gå en kurs en möjlighet. Föreläsare från DynaRoad hade flugits in av NCC:s och ett flertal NCC anställda deltog i denna kurs som varade en dag. Intresset var stort och byggdes på att bedöma hur utvecklingsmöjligheterna inom VDC var med hjälp av denna programvara.

Kursen inleddes den 26/4 och varade 6 timmar, under denna tid gick programmets tre moduler igenom. De två första (Plan, Shedual) översiktligt och den tredje (Control) mer grundligt. Detta upplägg var uppbyggt på detta sätt framförallt för att i Control modulen fanns de verktyg och metoder som var intressanta för VDC i produktionen. Föreläsningen innehöll också tre teoretiska uppgifter som delades ut för att visa fördelarna med DynaRoad. Vad som menas med detta är att genom att göra en uppgift för hand kunde styrkorna i programmet visas då samma uppgift kunde utföras på betydligt kortare tid och samtidigt föreslå en optimal lösning. Samtidigt som kursen fortskred föreslogs olika alternativ hur vida man skulle kunna använda programmet för att ytterligare skapa nya VDC-metoder och verktyg att använda i produktionen.

I kursen förtydligades olika funktioner som programvaran innehöll t.ex. inmatning av information för uppföljning och projektstyrning. Ett flertal av rapporterna som beskrivs i DynaRoad kapitlet (2.3.1.3) redovisades.

Dess användningsområden beskrevs och vikten av korrekt inmatning av utförd arbetsinformation uppenbarades. Deltagarna kunde med sina datorer följa och utföra samma steg i processen att skapa ett enklare projekt från grunden. Men även för att lära sig att orientera i programmet för att hitta de funktioner som behövdes för att skapa och göra uppföljningar i ett projekt.

Som tidigare nämnts lades större fokus på Control Modulen, under genomgång av denna modul togs förslag på önskvärd datakombination fram. Men även förbättrade funktioner i programmet, detta skrevs ner av föreläsaren och förslagen skulle presenteras för DynaRoad. Exempel på förslag som lades fram var:

- En rapport som enbart redovisade koordinater för områden som var planerade att fyllas eller schaktas bort och typ av material på respektive område.
- Möjlighet att bifoga filer så som rapporter och beskrivningar på ”minneslappar”. Dessa minneslappar kan redan läggas till i programmet men är inte optimerade för den typ av användning som föreslogs.
- En lista på hur mycket material som är bortschaktat respektive fyllt på. Detta bör redovisas i procent för att kunna användas.

Dessa förslag på utveckling i DynaRoad skulle möjliggöra vidare utveckling inom VDC på mark och anläggning. Behovet av ”rådata” för att kunna förverkliga nya VDC-verktyg är avgörande för att kunna realisera idéer som togs fram under kursen. Ett av dessa var att DynaRoad skulle vara en motsvarighet för Excelarket i VDC-arbetsplats (se kappittel för VDC-Arbetsplats 2.3.3).

I mötet framfördes även vilka framtidsutsikter DynaRoad hade. Med andra ord på vilka områden DynaRoad la ner resurser på för att förbättra i programmet. Just nu var detta att kunna automatisera och förbättra införandet av data som behövs för att få en mer korrekt information att mata in i Control modulen. För att möjliggöra detta har de startat ett samarbete med TOPCON just för att information snabbt och automatiskt skall matas in istället för att detta arbete skall göras för hand. Dock kommer NCC:s åsikter och önskemål om funktioner tas i beaktning och eventuellt införs. NCC förde även fram att funktionen av att kunna föra in 3D-modeller var ett önskemål. Detta var dock inte prioriterat i nuläget, detta anses vara ett stort steg men är ett alternativ för framtida utveckling enligt Niclas Törnroos.

Sammanfattningsvis var kursen givande både för en ökad förståelse men även utvecklingsmöjligheterna med hjälp av programmet. De tre modulerna i programmet (Plan, Schedule, Control) blev lättare att hantera som användare. Men en avgörande del var att nya idéer om utveckling av VDC inom mark och anläggning togs fram och diskuterades.

5.4.2 VDC-Arbeitsplats/Naviswork

Deltagare: Simon Andersson, Gino Svensson

Kursledare: Lavinius Arva

För att skaffa oss mer kunskap inom Naviswork och VDC-Arbeitsplats gick vi en två dagars kurs där vi följde med vår handledare och deltog i hans arbete. Utförandet av vad vi gjorde brukar i vanliga fall ta mindre tid än det gjorde när vi medverkade. Handledaren fick förklara vissa steg mer och hjälpa oss när vi hade gjort någon typ av felsteg. Det vi gjorde var att sätta in objekt i befintlig modell som är kopplad till VDC-arbeitsplats verktygen, där objekten kan med hjälp av tillägg visualisera projektets ramdrift. Detta är något NCC är ensamma med just för tillfället och har bara använts i en handfull projekt nere i södra Sverige. Det projekt vi skapade dessa framdriftsiffror för var åt CNG Finspång. Mer information om CNG Finspång hittas i kapitlet Fallprojekt CNG Finspång (2.5.2).

Processen påbörjades genom att skapa ytor av rum i programmet Autodesk Revit. Revits olika parametrar av information matades in så att information som exempelvis ytor och nummer lätt kunde fås ut i en lista i senare skede. Ytorna klistrades in som skikt i en Navisworksfil dessa ytor kom senare att innehålla information av olika slag för att hjälpa arbetsledare och platschefer ute på byggena. Listorna som tidigare nämnts användes sedan för att läggas in i ett kodat Excel ark som NCC kallar NCC_Datatool. Väl i Excel gjordes många inställningar för att kunna koppla informationen vi nu la in i Excel dokumentet med Navisworksmodellen. Objekt gjordes i Autocad Architecture, dessa namngavs och kopplades även till Excel arket. Anledningen för denna procedur var för att dessa figurer skulle visualisera framdriften med hjälp av specifika färgkoder. Objekten lades även dem in i Navisworksmodellen på en passande plats där de lätt var synliga. Efter en del finjusteringar och programmering i Excel var Navisworksmodellen och Excel filen kopplade.

Tanken är att i Excel skall man lätt kunna få en överblick av rum och arbetsmoment på markarbetet. Ändringar av framdrift skall göras i dokumentet av platschef eller arbetsledare ute på arbetsplatsen och kopplingen mellan Excel och Navisworks skall göra att färger på figurerna skall ändras för att visualisera framdriften. Ett annat steg vi gjorde i slutet var även att skräddarsy Navisworksfilen för produktionen vyer sparades för att de lättare ska kunna få ut den informationen de behöver ur modellen. Genom att göra detta sparar man värdefull tid ute i produktion. Ytterligare steg kan även göras för att koppla på ännu mer information i modellen ett exempel är en rumsbeskrivning men detta steg gjordes inte då vår modell skulle koncentreras på markarbetet. Där skulle schakt eller geologisk beskrivning kunna skrivas in istället.

Det är tänkt att VDC arbetsplats senare skall bli ett riktigt program. Ett insticksprogram som NCC fått utvecklat från en extern leverantör är Navistools och är ett program som möjliggör hoplänkningen av VDC arbetsplats och Naviswork. Det är detta tillägg som möjliggör att allt det som just beskrivit fungerar.

6 Diskussion

I denna del diskuteras resultatet som har tagits fram med hjälp av underlaget från intervjuerna, kurserna och studiebesöken. Problem lyfts fram i implementeringen av nya VDC verktyg och metoder ute i produktionen inom mark och anläggning. Eventuella lösningar på dessa problem redovisas också men även förslag på nya VDC-hjälpmedel som till viss del uppfyller produktionens krav.

Intervjuerna som utfördes på fallprojekten visade att ett behov av nya användarvänliga VDC-verktyg var stort. Önskemål om att kunna visualisera framdriften, göra avstämningar med hjälp av 3D-modeller samt utföra tillförlitlig mängdtagning direkt i modellen. Problemet med varför dessa verktyg inte redan finns och används är dels p.g.a. att tekniken brister samt att verktygen och metoderna är svårmodtagliga av individer i produktionen med lägre datorvana. Problemen som vi fann efter intervjuer och studiebesök kan delas in i två grupper, tekniska problem och mänskliga problem.

I nuläget är tekniken att skapa VDC-verktyg begränsad och användarvänligheten låg. En simpel och enklare programvara är ett måste för att öka användandet av VDC-verktyg och metoder. I de 3D-modeller som skapas varierar noggrannheten drastiskt därför blir tillförlitligheten på modellen inte speciellt hög.

Eftersom modellerna ligger som grund för utformandet av nya VDC-verktyg är detta ett stort problem. Noggrannheten i modellerna är avgörande när det gäller tillförlitlighet till modellen om denna är låg drar sig produktionen från att göra t.ex. mängdtagningar direkt ur modellen. Om mängdtagningen görs från en modell blir den i så fall bara ett riktmärke på ungefärlig mängd. Måtttagning direkt i modellen görs inte heller då risken att måttet blir fel tagit är väldigt hög i nuläget. I vägprojekt kan även modellerna bli för grova och stora vilket gör att detaljnivån begränsas och information som är nödvändig utesluts. Om detaljrik information inte finns med i modellen blir möjligheten att använda sig av den mycket begränsad ur produktionssyfte. Ett annat stort problem är att det finns för många programvaror med för många olika filformat. Väl ute i produktionen finns inte tid över för att lära sig ett helt nytt program. Att ha för många filformat blir rörigt då många program bara kan öppna ett fåtal filformat och därför krävs det att man har rätt programvara tillgänglig. Maskinstyrningen är ett exempel, filformat som tas fram ur BIM-modeller går oftast inte att användas för maskinstyrning. I intervjuerna framgick även att användarvänligheten i programvarorna är för låg och många drar sig för att använda de metoder och verktyg som erbjuds.

Mänskliga faktorer är också en del av problemet med utvecklingen av nya VDC-verktyg. Om inte verktygen tas emot och används ute i produktionen kan inte utvecklingen av dessa verktyg fortskrida. Användningen av befintliga verktyg och metoder är en grund för att kunna skapa förbättringar i framtiden. Ständig utveckling krävs och konstruktiv kritik från produktionen tas emot av utvecklingsavdelningen på NCC för att förbättra förutsättningarna för produktionen. Tidigare studier visar att äldre generationens byggarbetare motverkar implementeringen utav BIM och VDC p.g.a. konservativt tänkande. Vår studie bekräftar även detta och är en del av att VDC inte fått det genomslag som den möjligtvis hade fått med en yngre generation.

I projekten vi undersökt har en försämring av 2D-underlag skett. Konstruktörerna anser att den information som inte finns med på de delgivna 2D-ritningarna går att hämta ur BIM-modellen. Vikten av korrekta och bra 2D-underlag är dock viktig för att 3D-ritningar ses som ett komplement ute i produktion. Då krävs också 2D-underlag som stämmer och är korrekt enligt CAD PM.

Maskinister från riksväg 50 anser att den personliga integriteten kränks då GPS sändare sattes i bilarna för att underlätta införandet av information till DynaRoad. Vikten av att föra in informationen från systemet påpekades inte och tekniken slopades.

Kurserna som vi gick bekräftade behovet av nya VDC-verktyg och metoder. Men även vikten av en förbättrad användarvänlighet för kommande hjälpmedel krävs. Informationshanteringen är för komplex i vissa avseende t.ex. när framdrift skall bestämmas anses stegen att visualisera denna vara för långa. Färre knapptryck för att komma fram till samma resultat var ett önskemål inte bara av en intervjuad utan av flera. Händelseförloppet går att lära sig men en automatisk överföring sparar tid och ökar intresset och användandet av verktygen.

För att produktionen skall känna tillförlitlighet till de verktyg, metoder och modeller bör informationen vara kvalitetssäkrad. Eftersom flera VDC-verktyg och metoder är beroende av modeller och programvaror måste också dessa vara lättanvända och korrekta. Används inte samgranskningsmodellerna fyller de plug-in och hjälpredskap som finns till förslagsvis Navisworks inte någon funktion. Skall ändringar i modellen eller i de VDC-verktyg som används göras måste detta vara möjligt utan att någon större kunskap om programvarorna krävs.

För att kunna lösa problemet med för många filformat bör man använda sig av det öppna filformatet IFC, dock kvarstår problemet med maskinstyrningen. IFC filformatet kan inte läsas in i maskinstyrningsdatorerna och då krävs en kompromiss från maskinstyrningens sida.

Eftersom användarvänligheten i de programvaror som vi behandlar i rapporten inte går att påverka i större utsträckning, krävs det att de verktyg som skapas med hjälp av plug-in anpassas till den kunskapsnivå produktionen besitter. Utbildning kan också hjälpa till att underlätta användet av dessa verktyg. Ett stöd på arbetsplatsen i form av en modellsamordnare kan speciellt hjälpa till att förmedla kvalitativ information till den äldre generationen och på detta sätt också öka acceptansen för dessa nya metoder.

För att lösa problem med modeller som inte uppfyller kraven krävs att konstruktörerna levererar modellerna enligt avtal och CAD PM. Detta är grundläggande för att intresset och tilliten av nya VDC metoder och verktyg skall kvarstå under projektets gång.

För att kunna sköta en automatisk inmatning av data till Control Modulen i DynaRoad krävs det att man ställer högre krav på maskinisterna. Fördelarna var många när en automatisk inmatning av information var möjlig på riksväg 50.

Men på något sätt måste vikten av att rätt information skall matas in automatiskt i DynaRoad lyftas fram för att Control Modulen skall vara till någon nytta. För att hålla modellen uppdaterad är även detta viktigt och om kunskapen ökar i programvaran kan detta göras på plats istället för att hyra in personal från DynaRoad som utför arbetet. Dock måste informationen och hjälpen som fås ut av DynaRoad vägas med den tid som krävs för att uppdatera modellen.

I våra studier har vi kommit fram till att NCC bör arbeta med en kombination av DynaRoad och VDC-arbetsplats i vägprojekt. Detta eftersom DynaRoad bara behandlar masshantering om uppföljning. Om framdriftsvisualisering av brobyggnation eller asfaltering skall göras så finns dessa möjligheter inte i DynaRoad. Denna möjlighet finns dock i VDC-arbetsplats och bör användas i vart fall tills möjligheterna till detta finns i DynaRoad. Informationen om projektet och visualiseringsbiten i DynaRoad har även den visat sig vara till stor nytta under tiden schakten av vägsträckan gjorts. Inom mark och anläggning bör man dock enbart använda sig av VDC-arbetsplats eftersom en DynaRoad inte kan användas på ett effektivt sätt inom denna kategori. En kombination av de båda hade heller inte gynnat produktionen utan hade krävt informationsinsamlande och tidsåtgång för att få ut ytterst lite konkret information ur DynaRoad Control.

Men utvecklingsmöjligheterna med DynaRoad kvarstår om DynaRoad hade kunnat fungera som en motsvarighet till NCCDataTool där information hämtas och matas in via NavisTools.

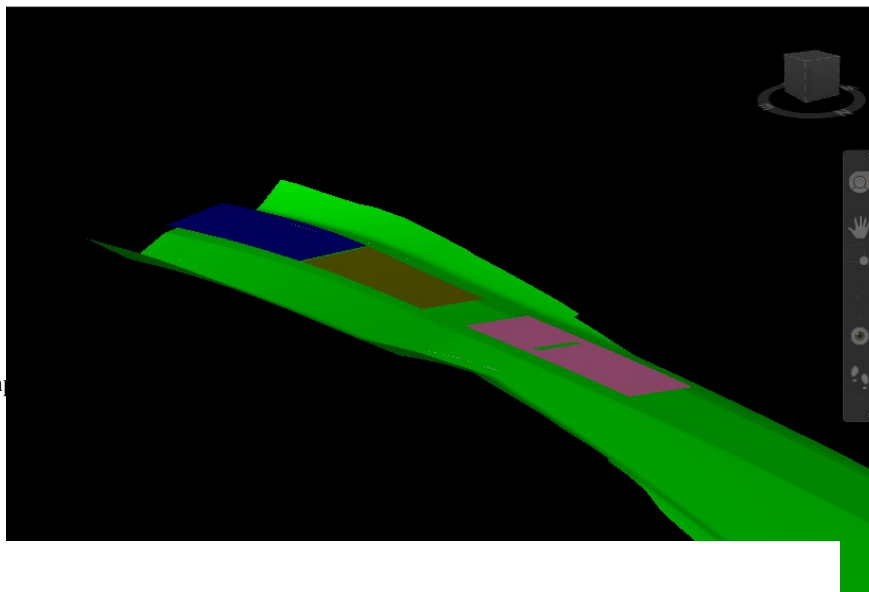
Från resultatet av intervjuerna har vi tagit ut olika förslag på nya VDC-verktyg och metoder som går att genomföra med hjälp av de programvaror vi har undersökt. För att vissa förslag skall kunna genomföras krävs dock ändringar i befintliga hjälpmedel som t.ex. NCCDataTools, utförligare information av detta kommer senare i denna text. Vi har i utformandet av dessa idéer om nya hjälpredskap tagit i beaktning de krav som produktionen ställer om hög användarvänlighet och enkelhet att ändra snabbt och lätt i programmen. Även vissa ändringar av redan befintliga VDC-metoder och redskap finns med för att ändra och förbättra dessa till produktionens förmån.

6.1.1 Vägprojekt

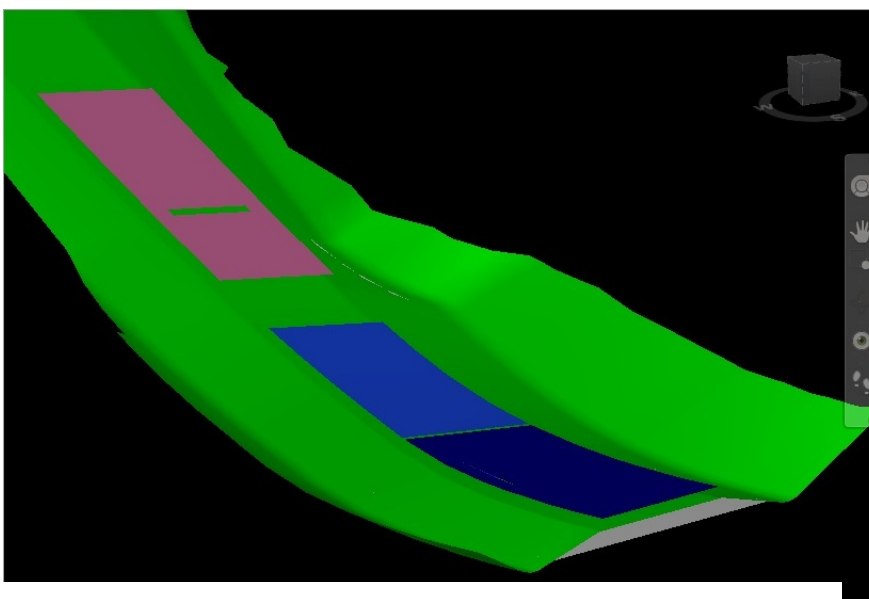
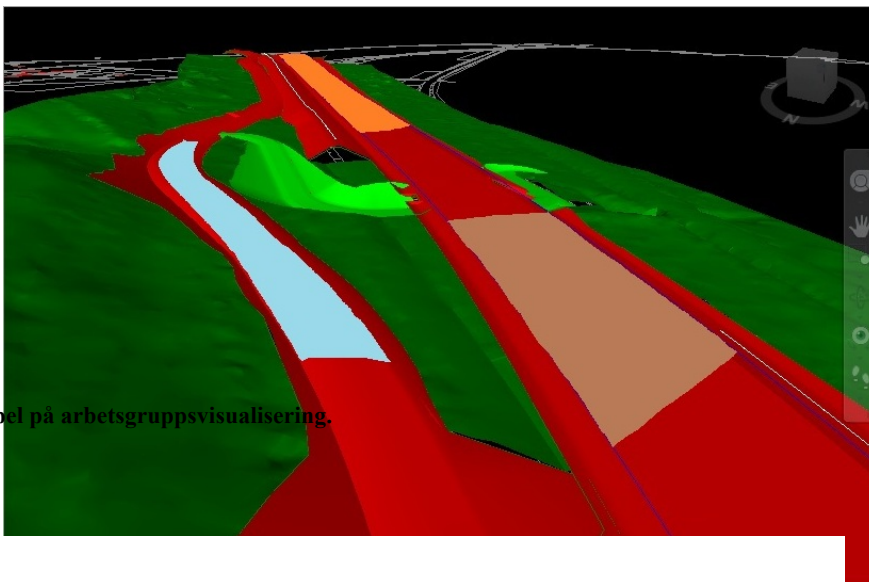
En av dessa idéer var att använda sig av samgranskningsmodellen och med hjälp av denna visualisera vilka olika arbetsgrupper som befinner sig på olika platser längs vägsträckan. Man skulle på ett snabbt och enkelt sätt kunna hålla koll på vilka arbetsmoment som sker längs vägsträckan utan att man behöver befinna sig ute i fält.

Olika arbetsgrupper och moment skulle i så fall representeras av olika färger. Vägsträckan skulle då ändra färg beroende på vilken arbetsgrupp eller moment som sker just på den positionen. För att detta skall vara möjligt måste tunna objekt läggas över vägsträckan i samgranskningsmodellen och dessa skulle sedan kopplas till en tidplan, modellen skulle helt enkelt bli en 4D modell. Liknande exempel inom husbyggnation finns som är utfört av Lavinius där väggar skiftar färg beroende på om väggarna är enklade eller dubblade. Dock bör enkla ändringar kunna ske, det skall inte behövas större kunskap i Navisworks för att ändra färgsättning och tidsplan om hinder i produktionen dyker upp. Detta är något vi inte hittat en lösning på och det krävs ytterligare arbete för att kunna underlätta ändringar för produktionen.

Figur 6 visar också ett exem



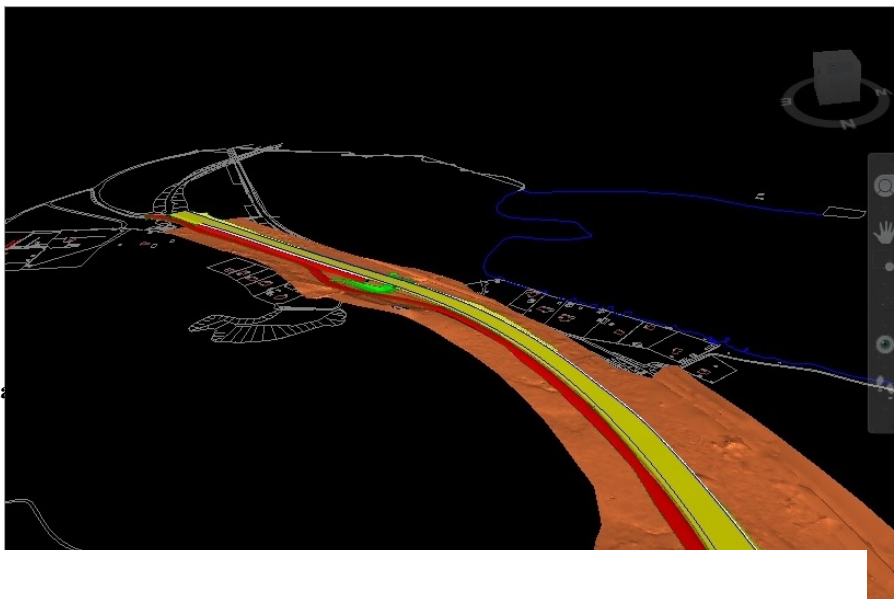
Figur 7 visar ännu ett exempel på arbetsgruppsvisualisering.



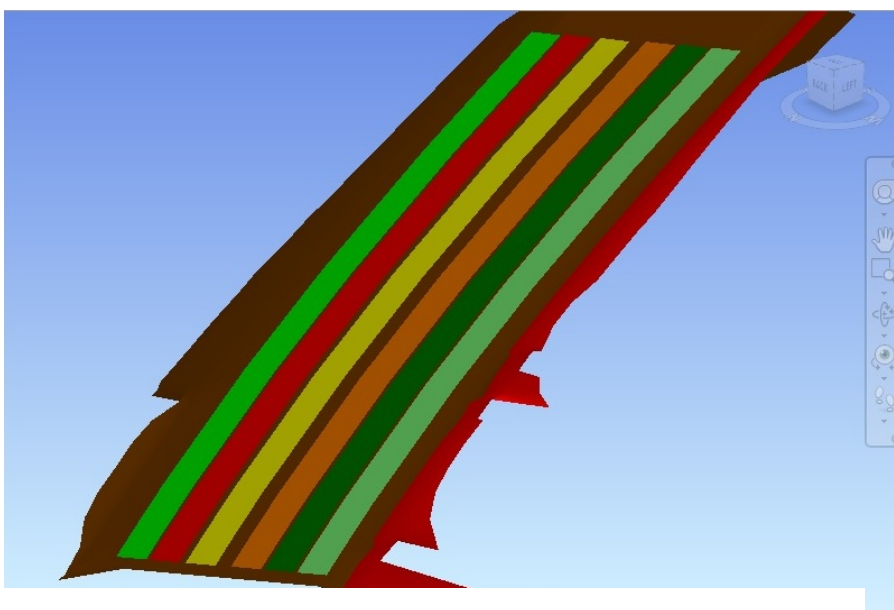
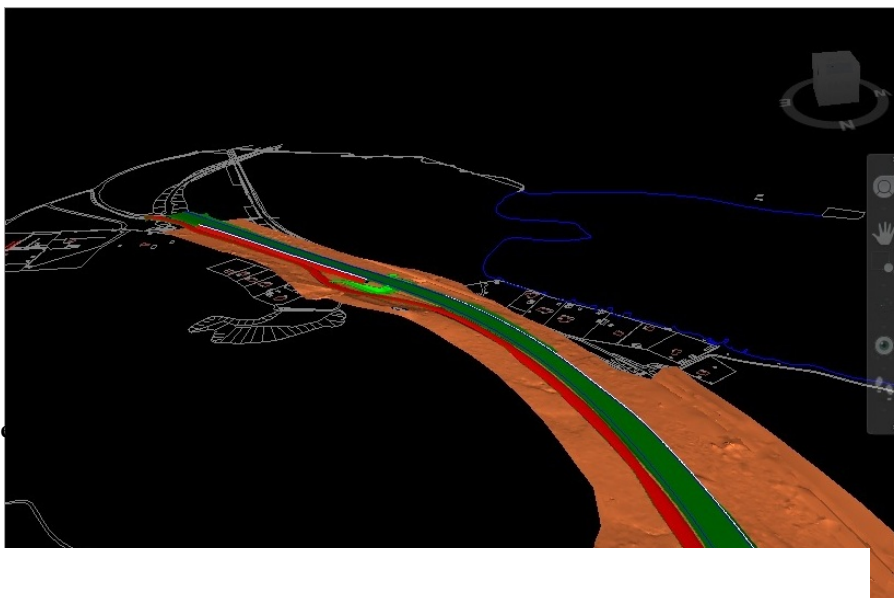
Nästa idé som vi vill framföra liknar något det föregående förslaget och samma modell kan användas med reservation för något större handpåläggning. Med hjälp att utveckla version av NCCDataTool skulle man kunna visualisera framdriften på vägsträckan i samgranskningsmodellen. Den utvecklade versionen av NCCDataTool skulle isåfall en höjd användarvänlighet med indelningar kilometervis. Men även extra tillägg för sammanställning av avstämningar av framdriften i sektionerna till kilometervis.

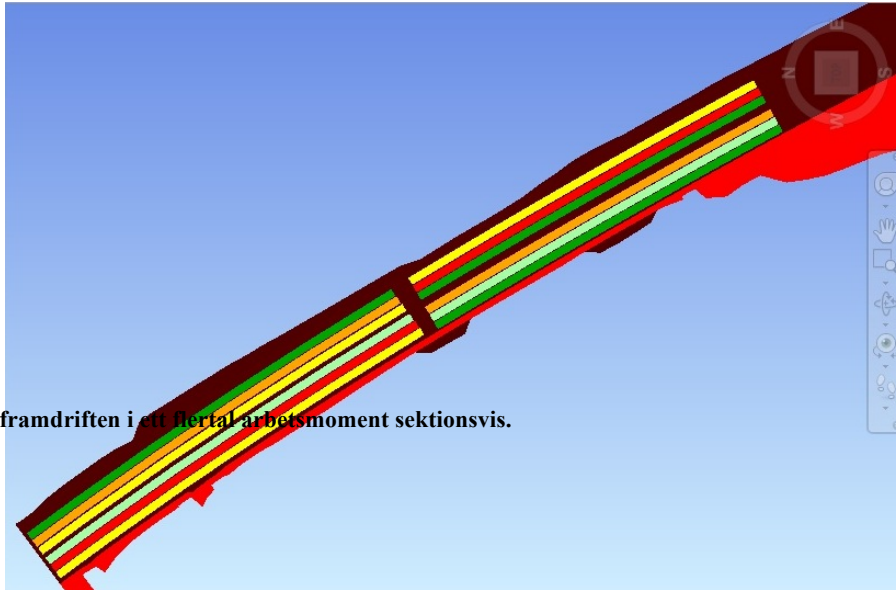
Eftersom en vägsträcka är lång och mycket avstämningar krävs för att sköta framdriften är det nya excelarket framtaget för att underlätta detta. Att snabbt hitta sektioner man vill kontrollera och även att se hur den totala framdriften är på sträckan. Det är tänkt att man skall använda sig av den högra kolumnen i excel för att visualisera framdriften på vägsträckan kilometervis. Eller om möjligt sektionsvis (högra kolumnen) men om handpåläggningen blir för stor i samgranskningsmodellen skall excelarket fungera som en sådan sektionsavstämning. Eventuellt kan man lägga plana objekt parallellt på vägsträckan och sedan göra en förklaring på vilken "kolumn" som motsvarar vilken del av avstämningen exempelvis terrasering. Detta skulle minska handpåläggningen och effektivisera tiden för att kunna visualisera framdriften längs med vägsträckan.

Figur 10 visar att vägsträckan



Figur 11 visar framdriften i





Figur 12 visar framdriften i ett flertal arbetsmoment sektionvis.

Vi vill även nämna en annan idé om möjligheterna att länka dokument via DynaRoad. Att kunna koppla denna funktion som finns i DynaRoad med projektportalen var ett önskemål från produktionens sida. Även om detta i nuläget inte är möjligt vill vi ändå lyfta fram denna idé. Vi tror att det finns en nytta med att få påminnelser på vilka dokument och även tips vad man skall tänka på under vissa skeden i byggnationen. Särskilt när dessa minneslappar är tidsinställda och kan påminna exempelvis arbetsledare eller i fallet på riksväg 50 entreprenadingenjören. Man bör utforma dessa påminnelser redan i projekteringen så att funktionen redan är förprogrammerad och positlapparna är synkade med den tidsplan som är given för projektet.

Att använda sig av den befintliga metoden med objekt eller staplar för att visualisera framdrift på byggnation av broar är något som produktionen anser kan vara användbart. Denna metod används idag inom husbyggnation och även under markbiten på CNG finspång. På riksväg 50 byggs ca. 40 broar så på en sådan vägsträcka skulle denna metod vara applicerbar och även användbar utan att göra någon typ av större ändring på en redan befintlig metod. Om man dessutom på ett sätt inkluderar broarna i den utvecklade NCCDataTool som presenterats ovan skulle en framdriftsvisualisering av alla delar vara möjlig att genomföra. D.v.s alla både vägsträckan och alla broar är samlade under en och samma plattform för framdriftsavstämning.

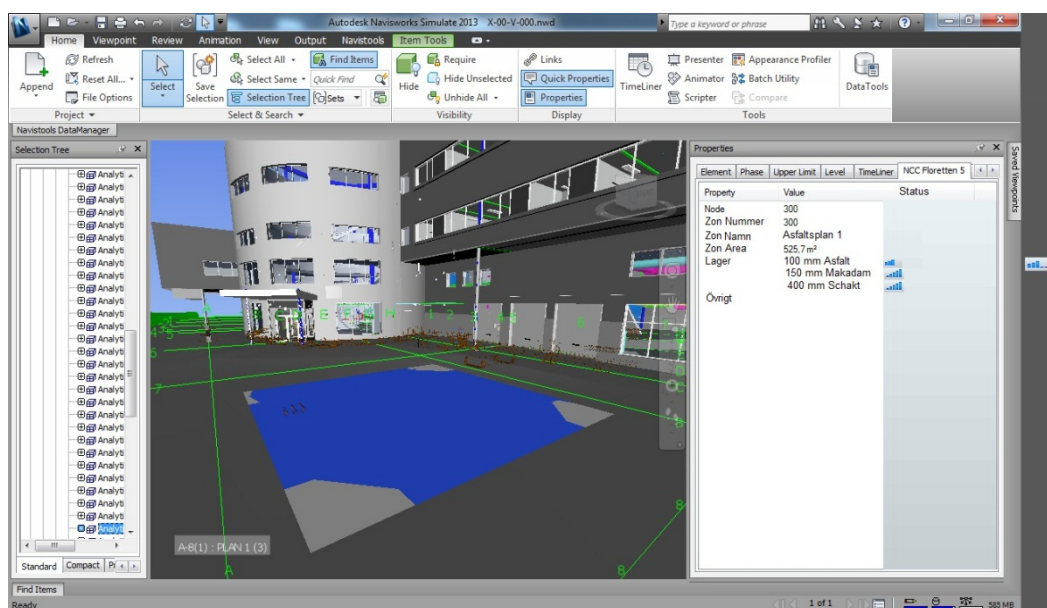
6.1.2 Mark och anläggningsprojekt

I denna typ av projekt rekommenderar vi som tidigare nämnt enbart VDC-Arbeitsplats eftersom DynaRoad inte inkluderar delar som pålning och gjutning av platta i beaktning.

Under undersökning och utförande av intervjuer utvecklades i huvudsak tre idéer som går att applicera inom snar framtid. Dessa idéer presenteras nedan.

För att öka förståelsen för vilka arbetsmoment eller delar de olika objekten visualiserar i framdriften på CNG önskades en utvecklad Markmodell med flera underliggande lager. I nuläget är marken enbart en tunn yta och enbart pålning visas under markytan. Om objekt eller flera lager kan läggas under ytan underlättas förståelsen för vad framdriftsobjekten står för. Det blir även mer verklighetsanpassat om överbyggnad, underbyggnad och asfaltering ligger som staplar över varandra. Under intervjun framfördes önskemål att marken under byggnaden skulle bestå av volymobjekt och att dessa också skulle färgas i respektive färg beroende på dess framdrift. Dock tror vi att denna typ av upplägg försvårar visualiseringen av framdriften eftersom volymobjekten staplas ovanpå varandra och i slutändan kan det bli svårt att urskilja vilka objekt som motsvarar vilken del. Slutligen om möjligheten att kunna utveckla underliggande lager till en mer komplett och informativ markmodell skulle förståelsen och nyttan av samgranskningsmodellen inom mark och anläggning öka. Om möjligheten att ta ut mängder genom ett fåtal knapptryck var möjligt skulle produktionen se stor nytta i detta. Mycket tid hade då kunnat sparas eftersom mängdning sker för hand i nuläget.

Att få beskrivet vilka typer av material och vad som finns under en yta när man klickar på denna i en samgranskningsmodell är även en idé vi tagit fram som verkar vara uppskattad av produktionen. En sådan funktion som lades fram hade underlättat i produktionen om tillgång till en läsplatta eller dator funnits. Vi rekommenderar att NCC ska fortsätta utveckla en likande funktion som den bifogade rumsbeskrivningen som finns på hussidan i deras samgranskningsmodeller. Men istället för att denna skulle beskriva vilken golvbeläggning eller vilken färgkod väggarna skall målas i kan annan relevant information om underliggande ledningar eller material bifogas. Även en statusbar som visar framdriften i just detta område, exempel på detta skulle i så fall vara en yta som skall asfalteras. För att kunna uppskatta när asfaltering ungefärligt kan påbörjas skulle statusbaren underlätta detta eftersom avstämning av de arbetsmoment som behövs vara klara innan asfaltering kan ske finns med på en och samma plats.



En viktig del i denna funktion eller idé är att man lätt skall kunna urskilja var en yta med information slutar krävs att man färglägger olika områden i olika färger. Storleken eller utformningen av dessa områden är i så fall helt beroende på hur detaljerat verktyget skall vara. Även vilken typ av yta det är men också vilken underliggande information som är tilldelad just den zonen.

Även 4D-modeller önskas i större utsträckning i anläggningsprojekt och speciellt av produktionen. På CNG hade man till exempel inte denna typ av modell och man trodde att detta skulle vara mycket användbart. Mestadels eftersom avstämning av verkligheten var möjligt att göra mot den 4D-modell som är kopplad till den beräknade tidsplanen. Detta kanske inte ger en detaljerad bild av framdriften men är likväl en funktion som önskas mer under förberedelser och byggnation av grunden till byggnaden.

7 Slutsats

I kapitel 1.3 ställdes några frågeställningar och undersökningen har gett dessa svar.

Vilka verktyg vill produktionen ha?

Undersökningen visar att först och främst önskas en mer användarvänlig framdriftsvisualisering. Stegen och verktygen att kunna utföra visualiseringar måste vara enkla men innehållet måste ändå vara detaljrikt. För att produktionen skall se nytta och använda sig av VDC måste dessa vara utformade på ett sådant sätt att ingen större kunskap inom programmen eller hög datorvana krävs. Kraven på verktygen och metoderna varierar något, i vissa fall kräver produktionen en hög grad av detaljnivå.

Detta är tyvärr inte möjligt med dagens programvaror vilket gör att kompromisser krävs för att kunna skapa ett verktyg som passar produktionen och samtidigt är genomförbart. 4D visualiseringar av mark är även detta något som bör finnas mer inom mark och anläggningsprojekt. Att kunna se en grundläggning växa fram med en kopplad tidplan är något som redan finns men dock inte så mycket inom mark och anläggning. Även att lätt lokalisera sig i en samgranskningsmodell och få ut mer relevant information ur modellen var ett önskemål. Andra alternativ på metoder och verktyg blev också framtagna men eftersom dessa inte är genomförbara med dagens teknologi är dessa alternativ för framtida utveckling.

På vilket sätt skall programvarorna möta de behov som produktionen kräver?

Programvarorna som undersöktes och valdes ut i början av undersökningen kan till viss del möta produktionens krav på nya VDC verktyg och metoder. Dock krävs viss programmering i redan befintliga hjälpmedel och program för att kunna genomföra förslag som vi tagit fram. Idéer om framtida utveckling är i huvudsakligen utformade på ett sätt så att möjligheterna att skapa och implementera dessa skall vara nåbar inom snar framtid. Men vi har även tagit i beaktning att programvarorna skall vara enkla och användarvänliga för att produktionen inte skall tappa intresset att använda sig av nya VDC metoder och verktyg. Programvarorna kan till stor del möta de krav produktionen krävt men kräver dock fortsatt utveckling för att klara av vissa krav. Detta ligger dock utanför NCC:s händer eftersom de använder program som är utvecklade av Autodesk och DynaRoad. Men möjligheten att förbättra de plugin och verktyg som NCC själva har utvecklat bör undersökas.

Vilka komplement krävs för att skapa ett komplett arbetsredskap för att underlätta arbetet i produktionen?

För att skapa ett komplett redskap för visualisering av framdrift för produktionen krävs en omprogrammering av program så som NCCDataTool och även någon typ av instick eller plugg-in till DynaRoad. En kombination av VDC-arbetsplats och DynaRoad krävs inom väg och enbart VDC-arbetsplats krävs för mark och anläggningsprojekt. Det optimala vore om en och samma plattform kan användas för respektive projekttyp. Men detta är dock inte möjligt på grund av att DynaRoad enbart t.ex. bara hanterar schakt och inte asfaltering och andra viktiga arbetsmoment. VDC-arbetsplats är dock en start i mark anläggning och vägprojekt tills nya och bättre programvaror utvecklas och då krävs eventuellt en övergång till dessa. Eller kan kanske en fortsatt utveckling av VDC-arbetsplats bli den plattform som behövs för framtida väg och anläggningsprojekt. Önskemålet är dock att enbart en plattform eller programvara skall användas.

Vilka komplikationer kan uppstå då dessa nya hjälpmedel ska implementeras inom produktionen för mark och anläggnings projekt?

Den äldre generationen ställer sig till viss del inte bakom dessa nya VDC redskap eftersom tekniken är ny och oftast besitter inte denna de datorkunskaper som krävs. Detta går att lösa genom att tydliggöra att dessa metoder och verktyg är hjälpmedel för produktionen och inte är utformade för att ersätta deras kompetens och arbetsuppgifter. Den yngre generationen ställer sig bättre till denna utveckling men dessvärre har inte den äldre generationen samma datorvana och har under en längre tid skapat ett sätt att arbeta som fungerar för dem. Problem med att handpåläggning på vägmodeller blir för stor och tidskrävande kan göra att idéerna brister och en mer grov modell måste skapas. Dock bör detta undvikas för att det är en komplett och innehållsrik BIM-modell som efterfrågas av produktionen. Framförallt för att skapa ett förtroende för att informationen i modellen är kvalitetssäkrad.

8 Förslag på fortsatt forskning

Undersöka om det är möjligt att bygga upp en databas med byggnadsmaterial och arbetens CO₂-utsläpp. Därefter koppla dessa teoretiska utsläppstal till en byggnadsinformationsmodell. Även undersöka om detta sedan kunnat visualiseras med en graf där x-led representerar tiden och y-axeln CO₂ utsläpp. Modellen hade blivit en 4D modell eventuellt även koppla en femte dimension (pengar).

När programvaror utvecklats undersöka om avstämning direkt i BIM-modellerna är möjligt. Att göra avstämningsverktyg och framdriftsverktyg mer användbara för produktionen krävs en användarvänlig plattform.

Att utveckla så att inga mellansteg för att nå samma resultat som man gör i nuläget är ett steg på vägen.

För att föra byggbranschen framåt undersöka utländska företags användande av VDC och BIM. Förslagsvis Asien och deras verktyg för att hantera en komplex infrastruktur och tätbebyggda områden. En undersökning i vilka programvaror och vilka VDC verktyg och metoder de använder sig av för byggnation i dessa miljöer.

Ytterligare undersöka hur NCC kan bidra med nya verktyg för att underlätta arbetet i produktionen. Både inom mark och anläggning men även inom husbyggnation, att göra befintliga verktyg och metoder mer användarvänliga och vidare förbättringar.

9 Referenser

Referenser

Autodesk (2013) Autodesk Navisworks – Project review software for AEC professionals

<http://www.autodesk.com/products/autodesk-navisworks-family/overview>

Autodesk (2013) Autodesk Navisworks Freedom.

<http://www.autodesk.com/products/autodesk-navisworks-family/autodesk-navisworks-freedom>

Autodesk USA (2013) Autodesk – Difference between NWD and NWF file formats.

<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/ps/dl/item?siteID=123112&id=11417962&linkID=10382101>

Azhar, Hein & Sketo (2011) Building Information Modeling (BIM): Benefits, risks and challenges. Mcwhorter School of Building Science, Auburn University, Alabama, USA.

<http://ascpro.ascweb.org/chair/paper/CPGT182002008.pdf>

Bell, J. (2006) Introduktion till forskningsmetodik. ISBN: 9144046456 Studentlitteratur AB

Byggindustrin 2008-01-17. Brist på samordning hotar BIM.

http://www.byggindustrin.com/teknik/brist-pa-samordning-hotar-bim__4786

Byggindustrin 2010-04-19. Viedekke satsar brett på BIM.

http://www.byggindustrin.com/teknik/veidekke-satsar-brett-pa-bim__7610

Cadac (2013) Autodesk Navisworks Manage 2013.

<http://www.cadac.com/en/products/products1/Pages/autodesk-navisworks-manage.aspx>

Cadac (2013) Autodesk Navisworks Simulate 2013.

<http://www.cadac.com/en/products/products1/Pages/autodesk-navisworks-simulate.aspx>

CRC Construction Innovation (2007) Adopting BIM for facilities management, Cooperative research center for construction innovation, Brisbane, Australia.

http://pandora.nla.gov.au/pan/94702/20090216-1459/www.construction-innovation.info/images/CRC_Dig_Model_Book_20070402_v2.pdf

CNG (2013)

<http://www.cng.se/>

Stensson, D. (2009) Vad är 3d-grafik?

http://dagstensson.com/skola/wp-content/uploads/2011/07/1_Vad-%C3%A4r-3d.pdf

Ds-t (2009) Navisworks

<http://www.ds-t.com/software-cd/software/navisworks/texte/navisworks.html>

DynaRoad (2013) DynaRoad Ltd.

<http://www.dynaroad.fi/pages/content/view/2/24/lang,en/>

DynaRoad (2013) DynaRoad Manual 5.3.

<http://www.dynaroad.com/download/>

DynaRoad (2013) Map-based production planning.

<http://www.dynaroad.fi/pages/content/view/54/>

DynaRoad (2013) Production control during construction

<http://www.dynaroad.fi/pages/content/view/55/>

Hooper, M. (2012) BIM Anatomy, An investigation into implementation prerequisites. ISSN 1654-5796. Lund University. Lund, Sweden.

Husbyggaren (2005) Nr6. IT Stöd kan sätta fart på industriellt byggande.

<http://www.bygging.se/husbyggaren/artiklar/915079357.html>

Intelibuild (2013) Virtual Design and Construction

<http://www.intelibuild.com/en/services/virtual-design-and-construction>

Jongeling, R. (2008) BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt. Luleå tekniska universitet, Luleå, Sweden.

<http://publ.luth.se/1402-1528/2008/04/LTU-FR-0804-SE.pdf>

Koglin, Adell & Wennberg (2010) Att skriva en god rapport.

Tjärnberg, J. (2012) Virtual Design and Construction i verkligheten.

<http://kunskapslanken.se/2012/10/26/virtual-design-and-construction-i- verkligheten/>

Kunz, J. & Fischer, M. (2012) Virtual Design and Construction: Themes, case studies and implementation suggestions. Stanford University, California, USA.

Magicad (2010) Magicad info

http://www.magicad.com/sites/default/files/files/PDF_brochures/SWE/MagiCAD_info_BIM_web.pdf

Magne Holme, I & Krohn Solvang, B. (1997) Forskningsmetodik: Om kvalitativa och kvantitativa metoder. ISBN: 9789144002118. Studentlitteratur AB.

MAH (2002) Surveyundersökningar

http://www.ts.mah.se/utbild/ck2340/Delkurs_3/Survey.htm

NIBS (2012) Frequently asked questions about the national BIM standard-United StatesTM

<http://www.buildingsmartalliance.org/index.php/nbims/faq/>

Norberg, et al (2009) Byggsynkronisering. Luleå tekniska universitet, Luleå, Sweden.

http://pure.ltu.se/portal/files/3112741/Byggsynkronisering_forskningsrapport.pdf

Roadtraffic-technology (2012) DynaRoad – Road construction project - Management software

<http://www.roadtraffic-technology.com/contractors/it/dynaroad>

Starnet (2013) NCC interna hemsida.

<http://starnet.ncc.se>

Trost, J. (2010) Kvalitativa intervjuer. ISBN: 9144062168. Studentlitteratur AB,

Typepad (2011) NWF, NWD, NWC: What's the difference?

<http://bim.typepad.com/navisworks/2011/05/nwf-nwd-nwc-whats-the-difference.html>

Yin, R.K. (2009) Case study research. Design and methods. ISBN: 978-1-4129-6099-1. USA

Bilder

Alla bilder förutom figur 4 är egen producerade bilder.

Figur 4 – Starnet (2013) NCC:s interna hemsida.
<http://starnet.ncc.se>

10 Bilagor

1. Frågor till Anna Neidenström
2. Frågor till en högre uppsatt person inom Skanskas M25 projekt
3. Intervjuguide för väg
4. Intervjuguide för mark och anläggning