

# Visualisering och animering i anläggningsprocessen



*Stefan Svensson*

---

Avdelningen för Konstruktionsteknik  
Lunds Tekniska Högskola  
Lunds Universitet, 2004

## **Avdelningen för Konstruktionsteknik**

Lunds Tekniska Högskola

Box 118

221 00 LUND

## **Department of Structural Engineering**

Lund Institute of Technology

Box 118

S-221 00 LUND

Sweden

## **Visualisering och animering i anläggningsprocessen**

## **Visualisation and animation in the construction process**

Stefan Svensson

Ht 2003

### **Abstract**

This report contains a study of the interest and usage of visualisation and animation in the construction process. Through literature studies and conducting a visualisation of a planned reconstruction project have knowledge been gained about what a visualisation is and how it is done. To create an image of the knowledge and interest in the use of three dimensional CAD and visualisation in the construction business have also an interview study been done with different parties within the business.

Rapport TVBK-5124  
ISSN 0349-4969  
ISRN: LUTVDG/TVBK-04/5124+73p

Examensarbete  
Handledare: Pål Hansson  
Februari 2004

## Förord

Detta examensarbete är utfört vid avdelningen för Konstruktionsteknik på institutionen för Bygg- och miljöteknologi vid Lunds tekniska högskola under höstterminen 2003.

Jag vill här tacka alla de personer som ställt upp och avsatt tid för intervjuer samt alla andra som bidragit med sina synpunkter på de problem jag velat belysa. Ni har gett värdefull bakgrundsinformation samt synpunkter och vinklingar på ämnet som har varit av stor vikt för arbetet. Det är detta som har gett form åt denna rapport.

Jag vill även rikta ett tack till Tyréns i Malmö, för att de tillhandahållit underlag för visualiseringen.

Vidare vill jag tacka avdelningen för Konstruktionsteknik för att jag fått möjligheten att utföra mitt examensarbete där.

Slutligen vill jag tacka min handledare Pål Hansson vid LTH, för förslaget av frågeställning för examensarbetet och Martin Hansson på Bodab för hjälp under visualiseringsstudien.

Omfattningen av arbetet motsvarar 20 poäng.

Glumslöv, februari 2004

Stefan Svensson





# Sammanfattning

- Titel:** Visualisering och animering i anläggningsprocessen
- Författare:** Stefan Svensson
- Handledare:** Pål Hansson, Avdelningen för konstruktionsteknik, LTH
- Syfte:** Syftet med exjobbet är att undersöka intresset, behovet och nivån avseende användningen av visualiserings- och animeringsteknik hos beställare i anläggningsprocessen t.ex. vägverk och banverk samt stadsbyggnadskontor, konsulter m.fl.
- Metod:** Genom litteraturstudier och genomförande av en visualisering av ett planerat ombyggnadsprojekt har kunskap om vad en visualisering är och hur den genomförs inhämtats. För att skapa en bild av anläggningsbranschens kunskap och inställning till användandet av 3D-CAD och visualisering har även en intervjustudie genomförts med olika inblandade parter, såsom konsulter, Vägverk och programvaru-tillverkare.
- Visualisering:** Visualisering betyder att åskådliggöra med hjälp av bilder. Detta kan göras på en rad olika sätt, både för hand och med hjälp av en dator. Typen av visualisering måste normalt väljas för att passa den information man vill visa. Normalt används färger i bilderna och ofta också sekvenser av bilder för att återge rörliga förlopp. Datorvisualisering är en teknik som erbjuder möjlighet att presentera icke-existerande föremål på ett trovärdigt sätt med hjälp av en dator.
- Slutsatser:** Idag har delar av branschen gått över från 2D-CAD till att genomföra allt arbete direkt i tre dimensioner, men långtifrån alla. Tidigare undersökningar visar att denna andel ökar stadigt men inte i den takt man hade räknat med. Intervjustudien som genomförts i detta arbete visar även denna att intresset för tekniken finns men att den tar tid att implementera.
- Alla är idag medvetna om att det finns pengar att spara genom att använda sig av visualiseringar. Trots detta går utvecklingen trögt. Visualiseringar används idag på grund av dess överlägsenhet i att förklara för parter som inte är vana vid att läsa ritningar och liknande dokument. Detta gäller framförallt allmänheten men även viktiga beslutsfattare och till och med personer inom byggbranschen kan ha problem med att förstå lösningsförslag i form av vanliga ritningar. Den största nackdelen i dagsläget är att den nya tekniken fortfarande är dyr att använda. Detta beror till stor del på bristerna hos dagens programvaror. De program som används idag är så komplicerade att resurserna som behövs för att komma igång med användandet saknas i dagens ekonomiskt- och tidspressade anläggningsbransch.



# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1 Bakgrund</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2 Problem</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3 Syfte</b> .....	<b>4</b>
<b>1.4 Avgränsningar</b> .....	<b>4</b>
<b>1.5 Målgrupp</b> .....	<b>4</b>
<b>1.6 Disposition</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Metod</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Undersökningsmetod</b> .....	<b>5</b>
2.1.1 Kvalitativ- och kvantitativundersökning .....	5
2.1.2 Deduktion och induktion .....	5
2.1.3 Olika typer av kvalitativa undersökningar .....	5
2.1.4 Undersökningsgrupp.....	6
2.1.5 Genomförande .....	6
<b>2.2 Datainsamlingsmetod</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3 Tillförlitlighet</b> .....	<b>6</b>
2.3.1 Reliabilitet och validitet.....	6
<b>2.4 Analys av intervjuer</b> .....	<b>7</b>
<b>2.5 Källkritik</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Planprocessen</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1 Förstudie</b> .....	<b>8</b>
<b>3.2 Utredning</b> .....	<b>8</b>
<b>3.3 Arbetsplan</b> .....	<b>9</b>
<b>3.4 Bygghandling</b> .....	<b>9</b>
<b>3.5 Byggskede</b> .....	<b>9</b>
<b>4 Visualisering</b> .....	<b>9</b>
<b>4.1 Vad är en visualisering?</b> .....	<b>9</b>
4.1.1 Illustration.....	10
4.1.2 Fotomontage .....	10
4.1.3 Renderad bild.....	11
4.1.4 Animering .....	11
4.1.5 Virtual Reality .....	11
<b>4.2 Användningsområde för visualisering</b> .....	<b>13</b>
4.2.1 Användningsområden i bygg- och anläggningsbranschen.....	13
<b>4.3 Visualiseringens mervärde</b> .....	<b>14</b>
<b>4.4 Tillvägagångssätt</b> .....	<b>15</b>
4.4.1 Förutsättningar.....	15
4.4.2 Bygga av modell .....	15
4.4.3 Material .....	15
4.4.4 Ljussättning .....	16
4.4.5 Bildredigering.....	16

<b>5 Programvaror .....</b>	<b>16</b>
<b>5.1 Modelleringsprogram .....</b>	<b>16</b>
5.1.1 AutoCAD.....	16
5.1.2 Architectural Desktop.....	17
5.1.3 Land Development Desktop .....	17
5.1.4 Civil design.....	17
5.1.5 ArchiCAD.....	18
5.1.6 AutoARK Landskap 2004 .....	18
5.1.7 Nova Point Väg Pro.....	18
5.1.8 Kordab GEOSECMA .....	19
5.1.9 MicroStation .....	19
5.1.10 Inroad och Inrail .....	19
<b>5.2 Visualiseringsprogram.....</b>	<b>20</b>
5.2.1 3D Studio MAX .....	20
5.2.2 Autodesk VIZ 4 .....	20
5.2.3 Architectural Studio.....	21
5.2.4 SketchUp .....	21
5.2.5 Dynagraph .....	21
5.2.6 OpenGL Performer.....	22
<b>5.3 Bildbehandlingsprogram.....</b>	<b>22</b>
5.3.1 Photoshop .....	22
5.3.2 Illustrator .....	22
<b>6 Visualiseringsstudie.....</b>	<b>23</b>
<b>6.1 Modellen.....</b>	<b>24</b>
<b>6.2 Material.....</b>	<b>25</b>
<b>6.3 Ljussättning .....</b>	<b>26</b>
<b>6.4 Rendering.....</b>	<b>26</b>
<b>6.5 Bildredigering.....</b>	<b>26</b>
<b>7 Intervjustudie.....</b>	<b>27</b>
<b>7.1 Syfte och metod .....</b>	<b>27</b>
<b>7.2 Intervjupersoner .....</b>	<b>27</b>
<b>7.3 Intervjuer .....</b>	<b>27</b>
7.3.1 Resultat och diskussion .....	28
<b>7.4 Tillförlitlighet .....</b>	<b>32</b>
<b>8 Analys .....</b>	<b>32</b>
<b>8.1 Analys.....</b>	<b>32</b>
<b>8.2 Slutord.....</b>	<b>36</b>
<b>8.3 Förslag till fortsatt forskning .....</b>	<b>36</b>
<b>9 Källförteckning.....</b>	<b>37</b>
<b>9.1 Böcker .....</b>	<b>37</b>
<b>9.2 Elektroniska källor .....</b>	<b>37</b>
<b>9.3 Muntliga källor.....</b>	<b>37</b>
<b>10 Bilagor .....</b>	<b>37</b>

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Utvecklingen i dagens byggbransch pekar på att byggprojekt blir allt mer omfattande och komplicerade. Kraven som ställs på produkterna blir större samtidigt som byggtiderna blir kortare. Detta medför en ökad risk för fel under alla byggprojektets olika skeden. För att komma till rätta med detta krävs förändringar i dagens byggprocess.

Huvuddelen av all projektering och informationshantering vid anläggningsprojekt, såsom stadsbilder, vägar, järnvägar med mera sker med hjälp av en mängd olika IT-verktyg. Här kan nämnas allt från CAD, GIS, GPS till presentationsprogram.

Till stor del handlar det om tvådimensionella data men intresset och behovet av tredimensionella data ökar starkt. Med tillgång till tredimensionella data ökar även möjligheten till visualisering och animering av olika infrastrukturer. Dessa tekniker ger möjlighet att presentera icke existerande föremål på ett trovärdigt sätt med hjälp av en dator.

En virtuell tredimensionell modell som presenteras på webben eller på en stor skärm med hjälp av dataprojektorer kan förklara mycket mer än traditionella ritningar eller en liten fysisk modell. Genom att använda sig av modern teknik för att visualisera modellen i en virtuell miljö och få den att komma till liv kan man få fler att förstå olika lösningar.

För att uppnå en kostnadseffektiv användning måste den tredimensionella tekniken integreras i den traditionella byggprocessen.

## 1.2 Problem

Tidigare undersökningar visar att besluten under projekteringen inte hade varit desamma om en visualisering av byggnaden eller anläggningen hade funnits att tillgå i projektets tidiga skeden.

Detaljeringsgraden är avgörande för upplevelsen av visualiseringen, men i vilken grad en byggnad eller anläggning bör detaljutformas är än så länge okänt. Det finns flera faktorer som inverkar på en visualiserings detaljutförande, några tänkbara faktorer är dess ändamål och de ekonomiska ramarna som finns för varje projekt.

På dagens visualiseringsmarknad finns aktörer som hävdar att en visualisering skall sträva efter att ge en fotorealistisk upplevelse, medan andra förespråkar en enklare visualisering där de mindre detaljerna lämnas åt betraktaren.

I detta arbete har jag valt att undersöka intresset för användning av 3D-CAD och visualisering i anläggningsprocessen.

### **1.3 Syfte**

Syftet med exjobbet är att undersöka intresset, behovet och nivån avseende användning av visualisering och animering hos beställare inom anläggningsbranschen till exempel vägverk och banverk samt stadsbyggnadskontor, konsulter med flera.

Studien kan sammanfattas i fem punkter:

- kartläggning och test av nuvarande tekniker och programvaror
- framtagning av frågor för intervjuer
- intervjuer med olika aktörer
- analys av intervjumaterial
- rapportskrivande

### **1.4 Avgränsningar**

Författaren har valt att endast studera programmen AutoCAD 2002 och Autodesk VIZ 4 personligen. Information om övriga program är taget från intervjuer eller Internet.

### **1.5 Målgrupp**

Rapporten riktar sig till alla inblandade vid anläggningsprojekt såsom konsulter, entreprenörer, byggherrar med mera. Den riktar sig även till studenter och andra som studerar ämnet.

### **1.6 Disposition**

Denna rapport behandlar i första hand visualisering som verktyg och kommunikationsmedel i anläggningsbranschen, men för att sätta visualiseringen i ett större sammanhang har även andra delar tagits upp.

I kapitel 2 beskrivs metoden för undersökningen.

I kapitel 3 beskrivs planprocessen som den ser ut i dagsläget.

I kapitel 4 beskrivs området visualisering i allmänhet.

I kapitel 5 beskrivs ett antal programvaror som används i branschen idag.

I kapitel 6 beskrivs visualiseringsstudien som utförts i samband med detta arbete.

I kapitel 7 beskrivs arbetets intervjustudie.

I Kapitel 8 görs en sammanfattande diskussion om hela undersökningen.

## **2 Metod**

### **2.1 Undersökningsmetod**

#### **2.1.1 Kvalitativ- och kvantitativundersökning**

Forskning kan vara antingen kvalitativ eller kvantitativ, vilket man väljer beror på hur forskningsproblemet har valts och preciserats. I en kvantitativt inriktad forskning används statistiska bearbetnings- och analysmetoder. Syftet är att beskriva och förklara det som mätningarna givit med ett utifrånsperspektiv. Kvalitativt inriktad forskning använder sig av verbala analysmetoder. Forskningen bygger på förutsättningen att man genom språket kan ta del av varandras världar, det vill säga inifrånsperspektivet. (Patel och Davidsson, 1994) Genom att använda sig av kvalitativa metoder minskas risken att generalisera ämnet i för stor utsträckning. (Björklund, Paulsson, 2002)

Mitt arbete är huvudsakligen av kvalitativ typ då stor del av informationen inhämtats genom intervjuer. Vad gäller användandet av övriga kvalitativa metoder så hade observationer ute i verkligheten varit allt för ekonomiskt och tidsmässigt krävande för att kunna genomföras i denna typ av undersökning.

#### **2.1.2 Deduktion och induktion**

Angreppssättet vid forskningsarbete kan vara deduktivt eller induktivt. Ett deduktivt angreppssätt kan sägas följa bevisandets väg och kännetecknas av att man utifrån allmänna principer och befintliga teorier drar slutsatser om enskilda företeelser. Det omvända förhållandet gäller om angreppssättet är induktivt. Då följer man upptäckandets väg. Forskaren kan då studera forskningsobjektet, utan att först ha förankrat undersökningen i en tidigare vedertagen teori och utifrån den insamlade informationen, empirin, formulera en teori. (Patel och Davidsson, 1994)

Det angreppssätt som tillämpats under arbetets gång är en blandning av dessa metoder. För att få kunskap om området och att få fram en bakgrund till frågeställningar inför intervjuerna genomfördes litteraturstudier och granskning av tillgänglig information. Angreppssättet är i det avseendet deduktivt.

För att få en bättre förståelse för vad en visualisering är och hur den genomförs utfördes en datorvisualisering av ett pågående projekt där en fyrvägskorsning planerades att byggas om till rondell. Denna visualisering ingick sedan som underlag i intervjustudien. Valet av Prästbergarondellen som objekt gjordes med tanke på den utmaning som förelåg rent tekniskt i hanteringen av modelleringsprogrammet AutoCAD 2002 och visualiseringsprogrammet Autodesk VIZ 4.

#### **2.1.3 Olika typer av kvalitativa undersökningar**

Det finns många olika typer av undersökningar. Utforskande undersökningar, så kallade explorativa undersökningar, görs när det finns luckor i kunskaperna. Explorativa undersökningar används främst för att hämta in så mycket kunskap som möjligt om ett bestämt område. Man försöker belysa problemet allsidigt och undersökningens resultat kan ligga till grund för vidare studier. Den beskrivande undersökningen, så kallad deskriptiv undersökning, används då det finns en viss kunskap inom problemområdet. Beskrivningen kan röra förhållanden som har ägt rum eller förhållanden som existerar just nu, antingen av olika samband eller av aspekter för sig. (Patel och Davidsson, 1994)



Denna undersökning är huvudsakligen deskriptiv i det avseende att en beskrivning av nuläget genomförs.

### **2.1.4 Undersökningsgrupp**

För att få en mer fullständig bild av anläggningsprocessen valdes representanter ut från kategorierna konsulter, beställare, entreprenörer och programutvecklare.

### **2.1.5 Genomförande**

De utvalda företagen kontaktades via telefon, varvid tid för intervju bokades utifrån när det passade företaget bäst. Intervjuerna genomfördes på plats hos respektive företag. Varje intervju varade i genomsnitt i en timme. Intervjuerna gick till på så sätt att frågorna presenterades i form av en PowerPoint-presentation där den intervjuade själv tog upp och diskuterade frågorna i den takt som önskas. Vissa kompletterande frågor ställdes under intervjuens gång. Under hela intervjun gjordes en ljudupptagning för att inte gå miste om viktig information samt för att få intervjun att flyta på ett bättre sätt.

## **2.2 Datainsamlingsmetod**

Information som samlas in kan delas in i två olika grupper, primär och sekundär. Den information som lämnas direkt från källan kallas primär och kan samlas in genom olika frågemetoder som till exempel enkäter, intervjuer eller observationer. Fördelen med primärdata är att man kan lägga upp undersökningen på lämpligt sätt så att det passar forskningens syfte. Nackdelen är att denna typ av undersökning kan bli mycket tidskrävande.

Information som redan finns insamlad kallas sekundär och består av litteratur, tidningsartiklar, tidigare genomförda undersökningar etc. Fördelen med sekundärdata är att det oftast går fortare att använda då man inte själva behöver genomföra undersökningen. Nackdelen är att denna typ av data ofta är framtagen med ett annat syfte, vilket kan göra den svår att använda och värdera.

De data som använts i denna rapport består av båda dessa typer. Litteraturstudier har genomförts inom det aktuella området i syfte att få kunskap om hur användandet av visualiseringar ser ut och vilka utredningar som tidigare gjorts. Dessutom har intervjuer gjorts i syfte att få fram en mer aktuell bild av hur visualiseringar används i branschen idag, samt för att få förståelse för hur branschens medvetenhet är om vad som kan göras i form av visualiseringar med dagens hjälpmedel.

## **2.3 Tillförlitlighet**

### **2.3.1 Reliabilitet och validitet**

God validitet innebär att det i arbetet undersöks det som verkligen önskas undersökas, och att författaren inte glider in på sidospår. En god reliabilitet i sin tur innebär att mätningen eller undersökningen utförs på ett tillförlitligt sätt. Via fullgod reliabilitet och validitet får vi fram det mest relevanta utfallet. (Patel och Davidsson, 1994)

Mitt mål var givetvis att genomföra studier med högsta möjliga validitet och reliabilitet. Reliabiliteten i denna rapport har byggts upp av en bred uppfattning då ett så stort antal personer som möjligt har blivit tillfrågade. Validiteten har byggts upp genom att personer som är insatta i branschen har gått genom frågorna före intervjuerna.

## 2.4 Analys av intervjuer

- Steg 1. Analysen inleddes med att ljudupptagningarna från samtliga intervjuer gick igenom och svaren på varje fråga noterades.
- Steg 2. Resultatet från steg ett sammanställdes för varje fråga för att ge en bättre överblick.
- Steg 3. I det sista steget granskades och tolkades svaren från de olika aktörerna. I detta skede gällde det att tolka vad de intervjuade verkligen sagt och i vissa fall läsa mellan raderna.

## 2.5 Källkritik

I intervjustudien har inte deltagit någon från järnvägssidan, varken konsult eller beställare. Inom detta område har enbart en kartläggning av vilka programvaror som används gjorts. En annan detalj som man kan vara kritisk mot är att intervjugruppen var aningen för liten för att kunna representera hela anläggningsbranschen. En förklaring till detta är bristen på tid för att genomföra undersökningen.

## 3 Planprocessen

För att beskriva hur dagens anläggningsprocess ser ut har jag valt att sammanfatta Vägverkets broschyr ”En väg blir till”. Broschyren i sin helhet finns att ladda ner på nedanstående Internetadress. Detta kan ses som ett exempel på hur processen kan se ut vid utförande av ett anläggningsprojekt.

[http://www.vv.se/publ\\_blank/bokhylla/vagar/vag\\_blor\\_till/intro.htm](http://www.vv.se/publ_blank/bokhylla/vagar/vag_blor_till/intro.htm)

<b>Förstudie</b> <b>OM</b> <b>vägen skall byggas?</b>	<b>Vägutredning</b> <b>VAR</b> <b>vägen skall byggas?</b>	<b>Arbetsplan</b> <b>HUR</b> <b>vägen skall byggas?</b>	<b>Bygghandling</b> <b>NÄR</b> <b>vägen skall byggas?</b>
Visar förutsättningarna för fortsatt arbete.	Underlag för val av vägkorridor och standard på vägen.	Underlag för fastställelseprocessen.	Utgör underlag för byggprocessen.
Allmänna synpunkter är viktigare än enskilda. Miljöbedömning sker. Samråd hålls tidigt med berörda.	Allmänna synpunkter är viktigare än enskilda.	Redovisning av bland annat valt vägområde, vägstandard och korsningsstandard.	
	Miljökonsekvensbeskrivning görs.	Miljökonsekvensbeskrivning görs.	

Figur 1. Planprocessen enligt Vägverket.

### 3.1 Förstudie

Förstudien är det första steget i planeringen av ett nytt objekt. Den är en utgångspunkt för det fortsatta arbetet. I förstudien beskrivs problem och frågor som ska studeras vidare. En inventering av de befintliga förhållandena genomförs och förstudien skall belysa alla tänkbara förutsättningar som kan påverka val av lösningar i senare skede. Innan avgörande beslut fattas i förstudiearbetet hålls ett samråd med myndigheter och berörda parter. Efter dessa samråd tas ett beslut om projektet skall drivas vidare eller ej. Förstudien är alltså första steget i den fysiska planeringen och förväntas ge svaret på bland annat dessa frågor:

- Vilka är problemen och möjligheterna?
- Vad händer om ingenting görs?
- Finns alternativa sätt att lösa problemen?
- Hur stort geografiskt område behöver studeras?
- Ska projektet drivas vidare eller ej?
- Om ny väg behövs, var är det lämpligt att börja och sluta den nya vägen?

### 3.2 Utredning

Utredningsskedet kan normalt delas in i fyra olika delar.

#### 1. Komplettering av underlag

Utredningen börjar man med att komplettera det material som tagits fram under förstudien för att på ett grundligare sätt kartlägga vad som krävs och vilka förutsättningar som finns för att genomföra projektet.

#### 2. Skissfas

Ett antal olika förslag på alternativa lösningar studeras och jämförs sinsemellan. För vägprojekt diskuteras här olika vägkorridorer för ny väg och fasen avslutas med markägarsammanträde och ett val av väglinje görs. En första MKB (miljökonsekvensbeskrivning) med avseende på naturvård, kulturvård, rekreativsvård, landskapsbild, kollektivtrafik mm för de olika korridorerna tas fram.

#### 3. Förslagsfas

Under förslagsfasen studeras och diskuteras de åtgärder som tagits fram för att på bästa sätt anpassa väg och omgivning till varandra.

#### 4. Beslutsfas

Beslut tas om val av vägkorridor samt om vägens standard.

Vid vissa, ofta enklare projekt där det inte finns några alternativa lösningar går man ibland direkt från förstudie till arbetsplan utan att göra en utredning.

#### Förstudie

**OM**

**vägen skall byggas?**

Visar förutsättningarna för fortsatt arbete.

Allmänna synpunkter är viktigare än enskilda. Miljöbedömning sker. Samråd hålls tidigt med berörda.

#### Vägutredning

**VAR**

**vägen skall byggas?**

Underlag för val av vägkorridor och standard på vägen.

Allmänna synpunkter är viktigare än enskilda.

Miljökonsekvensbeskrivning görs.

### 3.3 Arbetsplan

Nu är det dags att detaljprojektera vägen. Det innebär att finna den lämpligaste vägsträckningen inom den korridor som beslutats om i utredningen. Därför utförs en grundligare undersökning av till exempel hur jordlager och berg är beskaffade, vilka möjligheter det finns att ordna dränering med mera. Det kan bli fråga om omfattande fältarbeten. Innan dessa startar annonseras projektet i dagspressen med information till berörda markägare.

I början av arbetet med att ta fram en arbetsplan hålls samråd med berörda markägare, myndigheter och andra intressenter. Vid samrådet diskuteras bland annat förslaget till väglösning, miljöpåverkan och innehållet i miljökonsekvensbeskrivningen (MKB). I arbetsplanen ingår en beräkning av kostnaderna för att anlägga vägen. Arbetsplanen ställs sedan ut och synpunkter från berörda samlas in. När synpunkterna från utställelsen bearbetats görs ett slutligt förslag till arbetsplan.

#### Arbetsplan

#### HUR

vägen skall byggas?

Underlag för fastställelseprocessen.

Redovisning av bland annat valt vägområde, vägstandard och korsningsstandard.

Miljökonsekvensbeskrivning görs.

### 3.4 Bygghandling

Bygghandlingen innehåller de tekniska handlingar som krävs för att man ska kunna bygga vägen. Arbetsplanen är normalt inte tillräckligt detaljerad för att man ska kunna bygga vägen direkt med hjälp av den. Därför behövs i regel ytterligare projektering och vissa fältarbeten, som kompletterande grundundersökningar, mätningar, provtagning i brunnar med mera.

Andra frågor som ska lösas är bullerskydd, vilka bygglov som krävs, eventuell vattendom, riskanalyser med mera. Även frågor om hur enskilda vägar ska byggas, hur trafiken ska gå under byggnadstiden och om transportvägar och byggbuller måste lösas.

#### Bygghandling

#### NÄR

vägen skall byggas?

Utgör underlag för byggprocessen.

### 3.5 Byggskede

Innan man börjar bygga informeras de berörda. Hur det går till beror på byggets omfattning. De berörda markägarna kontaktas för att diskutera ersättning för mark och andra frågor. Under byggtiden lämnas ofta information genom utställningar eller någon form av ”öppet hus”, speciellt vid stora vägbyggen. På det sättet kan alla intresserade följa hur arbetet planeras och genomförs.

## 4 Visualisering

### 4.1 Vad är en visualisering?

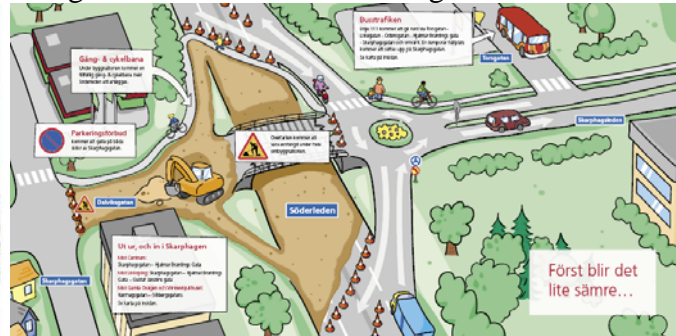
Visualisering betyder att åskådliggöra med hjälp av bilder enligt Nationalencyklopedin. Detta kan göras på en rad olika sätt, både för hand och med hjälp av en dator. Typen av visualisering måste normalt väljas för att passa den information man vill visa. Normalt används färger i bilderna och ofta också sekvenser av bilder för att återge rörliga förlopp. Datorvisualisering är en teknik som ger möjlighet att presentera icke-existerande föremål på ett trovärdigt sätt med hjälp av en dator. Genom att skapa en modell av projektet i 3D och applicera rätt material på dess ytor kan verklighetstroga bilder, filmer och realtidsvisualiseringar skapas i ett visualiseringsprogram.

### 4.1.1 Illustration

En illustration kan ses som den enklaste typen av visualisering. Detta betyder dock inte att den behöver vara sämre än en avancerad realtidsvisualisering när det gäller att förklara ett framtida utseende. En illustration kan vara en vanlig handritad skiss eller en enklare datagjord bild. Det som är speciellt med denna typ är att den inte behöver vara exakt eller verklighetstrogen utan är bara till för att på ett grovt sätt beskriva en lösning.



Figur 2. Handritad illustration av järnvägsprojekt.  
Källa: [www.banverket.se](http://www.banverket.se)



Figur 3. Datorritad illustration av gatuarbete.  
Källa: [www.norrkoping.se](http://www.norrkoping.se)

### 4.1.2 Fotomontage

Nästa steg är att man i datorn bygger upp en modell av det som ska byggas. Modellen kan vara olika detaljrik beroende på vilket skede i processen man befinner sig på. Det kan till exempel röra sig om en enkel trådmodell eller en avancerad modell med verkliga material på samtliga ytor. Den datagjorda modellen läggs sedan in i ett foto från den plats där projektet är tänkt att genomföras. På så sätt får man fram ett foto som ska efterlikna den färdiga produkten.



Figur 4. Fotomontage, före.  
Källa: [www.banverket.se](http://www.banverket.se)



Figur 5. Fotomontage, efter.  
Källa: [www.banverket.se](http://www.banverket.se)

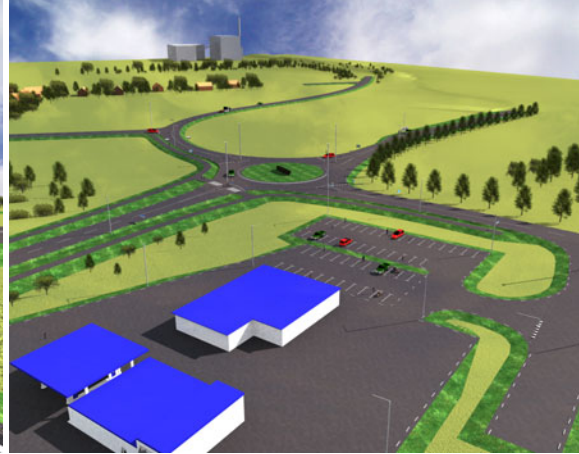


### 4.1.3 Renderad bild

Den sista typen av bild som man jobbar med inom visualiseringsteknik är den renderade bilden. I detta fall bygger man inte bara upp det objekt som ska produceras i sin datamodell utan även omgivningen runt omkring. Därefter kan man själv välja vilken vy man vill visa och låta datorn framställa en bild av denna med verkliga färger, material och ljusförhållande.



Figur 6. Renderad bild från Autodesk VIZ 4.



Figur 7. Renderad bild från Autodesk VIZ 4.

### 4.1.4 Animering

En animering är en sekvens av bilder som när de spelas upp ger ett intryck av rörelse på grund av förändringen i bilderna. En animering är därmed en visualisering av ett förlopp. Som en förenkling kan man säga att en animering är en datorgjord film. Denna typ av visualisering kan till exempel användas för att se hur man som bilförare upplever den planerade nya vägsträckningen.

### 4.1.5 Virtual Reality

En variant av simuleringstekniken är så kallad Virtual Reality (VR), som dessutom kännetecknas av att användaren kan interageras med den produkt eller miljö som visualiseras i tre dimensioner. VR-teknik har genom den snabba datorutvecklingen gått från exklusiva militära tillämpningar till bredare tillämpningar innefattande bland annat produktutveckling, utbildning och underhållning exempelvis datorspel. Användning av Virtual Reality kan ske på många olika sätt. Nedan beskrivs några av de sätt och hjälpmedel som finns för att utforska den virtuella världen.

#### Huvudmonterad bildskärm

Den huvudmonterade bildskärmen (HMD) var den första utrustningen som gav användaren en känsla av att han befinner sig inne i den konstgjorda datoriserade världen. En typisk HMD består av två små färgskärmar och ett optiskt system. Det optiska systemet riktar bilder från skärmarna till användarnas ögon. På så sätt presenteras en virtuell värld för användaren. Med hjälp av positionssensorer mäter man position och orientering av användarens huvud. Beroende på mätningarna uppdaterar datorn bilder och presenterar de nya bilderna av den virtuella världen för användaren.

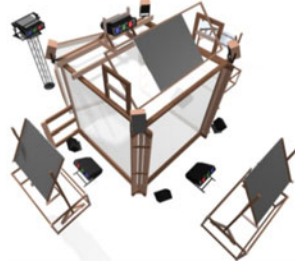


Figur 8. Huvudmonterad bildskärm.

Källa: <http://pauillac.inria.fr/~codognet/VR.html>

## Cave

CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) är kanske den av de mest avancerade systemen som ger en känsla av att man är riktigt omsluten av en virtuell miljö. Detta uppnås genom att systemet projicerar stereobilder på väggar och golv i ett litet rum. Flera personer som har på sig speciella stereoglasögon kan befinna sig i CAVE samtidigt. Ett sensorpositionssystem mäter deras position i rummet och uppdaterar den stereoprojektion av bilder som användaren ser via glasögonen. På så sätt känner användaren sig omsluten i den virtuella världen. Den virtuella världen presenteras för användaren i en full skala med naturlig storlek på alla objekt som visas vilket gör det mer verklighetstroget.



Figur 9. Cave system.

Källa: <http://pauillac.inria.fr/~codognet/VR.html>

## Vanlig datorskärm

Non-immersive (icke-omslutande) VR karakteriseras av en standarddator som visar en virtuell miljö på en vanlig datorskärm. Användaren sitter framför datorn och utanför den virtuella miljön. I denna modell får man inte en verklig bild av världen i den mening att objekten i den virtuella världen måste minskas för att kunna visas på dataskärmen. Det faktum att användaren inte ser objekten i deras fulla skala och naturliga storlek, gör att användaren inte känner sig själv omsluten i den virtuella världen. För att stärka närvarokänslan kan man dock ha speciella glasögon vilka ger stereoskopisk syn och därmed en känsla av djup i bilden.

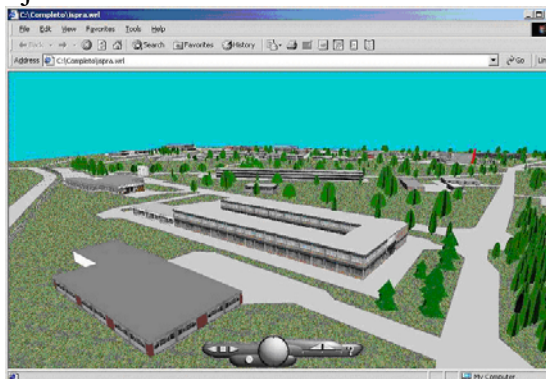


Figur 10. Virtuell miljö på en vanlig datorskärm.

Källa: <http://pauillac.inria.fr/~codognet/VR.html>

## VRML

På samma sätt som HTML är ett språk för att presentera text på nätet är VRML (Virtual Reality Modeling Language) ett filformat för att beskriva 3D-objekt och världar via Internet. Med VRML kan man bygga sina egna virtuella världar fyllda med interaktivitet. Man kan animera objekt, spela upp ljud i 3D och visa film.



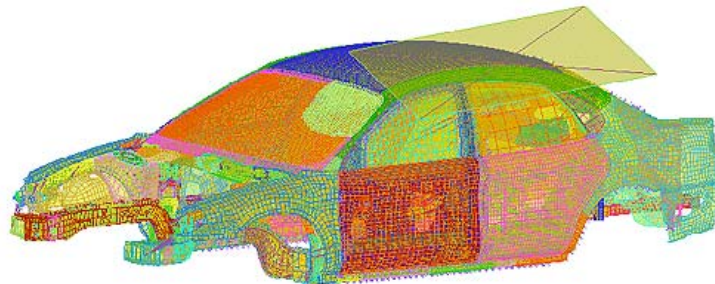
Figur 11. Virtuell miljö i VRML-format.

Källa: <http://infoweb.jrc.it/ispravrml/img/>

## 4.2 Användningsområde för visualisering

Användningsområden för denna teknik är oändliga. Allt som behöver visualiseras på något sätt och som inte är tekniskt eller ekonomiskt möjligt att filma med vanlig filmkamera görs idag med hjälp av en datorvisualisering. Visualisering används idag huvudsakligen inom dataspels- och filmindustrin där den också har sina rötter. Utvecklingen har gått fort framåt på många fronter, vilket skapat en uppsjö av visualiseringsprogram för dessa användningsområden. Inom filmindustrin används datorer som ett hjälpmedel för att göra filmen trovärdig utan för höga kostnader och risker. Numera görs nästan alla explosioner med hjälp av datorn. Tekniken har i dessa branscher kommit så långt att det är svårt att avgöra vad som är datorvisualiserat och vad som framställts i verkligheten.

Inom medicinsk forskning ökar användandet av 3D-teknik för att till exempel beskriva mikrobiologiska processer. Att med interaktivitet utbilda personal inom farliga yrken till exempel släcka virtuella bränder utan att utsätta dem för den giftiga röken, eller utbilda nyanställd personal på kärnkraftverk innan de släpps in till reaktorerna. Reklambyråer använder den virtuella 3D-tekniken för att skapa bilder och filmer som är omöjliga att fotografera eller filma på vanligt sätt. Ingenjörer tar hjälp av denna teknik för att beskriva svårbegripliga processer och uppfinningar.



Figur 12. CAD-modell av en bil.  
Källa: [www.sgi.com](http://www.sgi.com)

Även bil- och flygindustrin är stora användare av datorgjorda visualiseringar. Med hjälp av avancerade 3D-CAD-program framställs en mycket detaljerad modell av till exempel en ny bil. Denna modell kan sedan användas till allt från att välja färg till att göra virtuella krocktester. På detta sätt kan man spara mycket pengar och tid vid framtagning av nya bilmodeller.

### 4.2.1 Användningsområden i bygg- och anläggningsbranschen

Inom byggbranschen har datagjorda visualisering börjat användas först under senare år och då inte i någon större utsträckning. Dess största användningsområde här har varit vid stora nybyggnadsprojekt som exempelvis Öresundsbron och Citytunneln. Beroende på användningsområdet för visualiseringen kan typ av visualisering och kvalitén på den variera. För intern användning till exempel inom den egna projektgruppen behöver inte bilderna vara fotorealistiska. Här räcker det med bilder som ger underlag att samtala kring, då ändringar sannolikt kommer att göras vilket kräver att nya bilder framställs. Personer som är inblandade vid detta skede är ofta vana att läsa ritningar och behöver därför inte en förklarande visualisering i samma utsträckning som till exempel allmänheten kan behöva. När bilderna istället används externt i ett säljande eller förklarande syfte ökar kraven på bildernas kvalitet.



De främsta användningsområdena är följande:

- Vid framtagning av olika lösningsförslag.
- För att få allmänhetens samtycke och förståelse vid stora offentliga projekt som exempelvis väg- eller järnvägsprojekt finns ingen annan teknik som når allmänheten och informerar lika bra som en visualisering. Med det visualiserade materialet skapas på så sätt en medvetenhet och förståelse hos allmänheten om vad man planerar att genomföra.
- Vid ansökning om exempelvis byggnadslov kan visualisering användas för att beskriva byggnaden eller anläggningen och hur den inverkar på den omkringliggande miljön. Detta kan på ett fördelaktigt sätt användas både vid kontakt med kommun och med allmänhet.
- Då beslut skall fattas om ett projekt ska genomföras eller ej är en visualisering ett bra underlag för diskussion. Här kan omfattningen av de planerade åtgärderna ses på ett enklare sätt än med hjälp av tvådimensionella ritningar. Diskussioner kan föras kring det visualiserade materialet och på så sätt förstås av alla berörda parter inom projektet.
- Hittills har det största användningsområdet för visualisering varit inom husbyggnad vid försäljning och uthyrning. För detta ändamål passar visualisering bra. Den som köper en lägenhet kan till exempel interaktivt vandra omkring som den vill i lägenheterna och byta färg på tapeterna och köksluckor eller till och med flytta på väggar. Man ökar på detta sätt chansen att kunden blir nöjd med resultatet samtidigt som det blir enklare att sälja en lägenhet när bilder kan visa upp på slutresultatet innan det är producerat.

Inom husbyggnad ser man även ett användningsområde i form av att skapa en simulering av byggförlopp eller animeringar av produktionsmetoder. Sådana simuleringar och animeringar kan användas innan produktionen för att åskådliggöra om det planerade tillvägagångssättet är praktiskt genomförbart.

### **4.3 Visualiseringens mervärde**

I dagsläget är visualisering fortfarande ett relativt dyrt verktyg att använda sig av inom bygg- och anläggningsbranschen. Detta gör att vinsten i projektet måste vara större än kostnaden för att utföra visualiseringen. Därför passar visualisering idag bäst in i projekt där den löser problem som annars är svåra att upptäcka och som skulle skapa stora merkostnader. Dessa projekt är än så länge de större projekten. Exempelvis projekt som berör och påverkar många människor eller är speciellt komplexa.

Att använda visualisering som komplement till ritningar ger en klarare bild av vad ett projekt innefattar och de problem som kan komma att uppstå när anläggningen ska byggas eller brukas. Utifrån visualiseringen är det därför lättare att upptäcka problem och fel som kan uppstå redan under projekteringen då kostnaderna fortfarande hålls på en relativt låg nivå.

Beställare som inte är van vid att läsa ritningar, får med hjälp av visualiseringar en bättre bild av projektet och kan på så sätt själv avgöra om det visade resultatet uppfyller hans krav. Även i de fall brukaren är duktig på att läsa ritningar visar studier att visualiseringar är överlägset ritningarna när det gäller att beskriva olika lösningsförslag.

## 4.4 Tillvägagångssätt

Framställningen av en datorvisualisering görs normalt i ett antal steg. Dessa steg återkommer i varje projekt, men beroende på projektet och vad syftet med visualiseringen är, blir de mer eller mindre krävande. De olika stegen är:

- Byggande av modell
- Materialtilldelning/texturering
- Ljussättning
- Rendering
- Bildredigering

Om visualiseringen påbörjas i byggprojektet tidiga skeden och används genom hela projektet kommer bilder att visualiseras i flera omgångar, allt eftersom modellen blir mer utförlig och allt mer om projektet blir beslutat. På så sätt blir modellen mer och mer detaljerad allt eftersom projekteringen fortskrider.

### 4.4.1 Förutsättningar

När man diskuterar användning av visualisering inom anläggningsbranschen görs ofta jämförelsen med när CAD började användas i mitten på 80-talet istället för att ritningar ritades för hand. Omställningen är ganska stor med ny teknik och ny programvara som aktörerna måste köpa in och lära sig att använda. En visualisering kan skapas:

- utifrån vanliga tvådimensionella pappersritningar
- utifrån två- eller tredimensionella CAD-modeller

Det bästa är om byggnaden från början är projekterad i 3D så att en användbar modell redan finns tillgänglig när visualiseringen skall genomföras.

### 4.4.2 Byggande av modell

För att åstadkomma ett bra resultat med sin visualisering är det viktigt att fundera ut vad den skall användas till och vad man vill visa med den. Detta för att inte lägga onödig tid på det som inte kommer att synas i visualiseringen. Generellt kan sägas att ju mer detaljer som ingår, desto mer kapacitetskrävande blir modellen att arbeta med.

### 4.4.3 Material

Att skapa och applicera material på ytorna i modellen kallas ofta för texturering. För att efterlikna verkliga material finns olika metoder som passar olika bra i olika situationer, beroende på materialets utseende och uppbyggnad. Här kan bland annat nämnas:

- Använda sig av visualiseringsprogrammets inbyggda bibliotek av färdiga material
- Ladda ner färdiga material från Internet
- Konstruera sitt eget material i ett ritprogram
- Använda sig av en digital bild som appliceras på ytan

Exempel på parametrar som går att justera för ett material är färg, ytstruktur, transparens, blankhet med mera.

#### 4.4.4 Ljussättning

Nästa viktiga steg för att få scenen att se så realistisk ut som möjligt är ljussättningen. De ingångsparametrar som är nödvändiga för att skapa en korrekt ljussatt avbildning av verkligheten är så många till antalet att det är svårt att kalibrera alla de rätta inställningarna. Exempel på parametrar som skall ställas in är typ av ljuskälla, ljusets färg och styrka, hur långt ljuset ska nå, om ljuset ska skapa skuggor och vilka objekt som ska påverkas av lampans ljus. För skuggorna finns ytterliggare inställningar som påverkar exempelvis kontrasten på skuggans konturer. Naturliga skuggor underlättar för ögat att uppfatta elementens placering i förhållande till varandra och ger ett djup i bilden.

Många av programmen idag har kommandon för att simulera solljus. Genom att i modellen ange kompassriktningar och vart i världen byggnaden ligger kan solljus med rätt färg, lutning och kompassriktning beroende på, vald molnighet, datum och tid på dygnet skapas. Sammantaget innebär detta att antal utfallsmöjligheter vid en ljussättning nästan blir oändligt stort och därför mycket tidskrävande. Det kräver stor erfarenhet för att finna en "lösning" som kan ge en ljussättning som kan tänkas stämma överens med verkligheten.

#### 4.4.5 Bildredigering

Det sista steget i framställningen av datorgjorda visualiseringar är att ta in sin bild i ett bildredigeringsprogram, till exempel Photoshop. Detta gör man för att göra en sista redigering av bilden för att få ett perfekt slutresultat.

### 5 Programvaror

I dagsläget finns ett antal programvaror att tillgå för framställningen av en visualisering. De har alla sina för och nackdelar. Vilket program som väljs för att utföra visualiseringen beror på:

- Vilket program utföraren av visualiseringen arbetat med sedan tidigare
- Vilka andra program som används i projekteringsarbetet
- Vad som ska visualiseras
- Vilken typ av visualisering som önskas
- Vad syftet med visualiseringen är
- Vilken kvalitet som krävs på resultatet

Det är även vanligt att en kombination av program används, där varje program utnyttjas inom ett speciellt delmoment. Exempelvis kan ett program användas för modellering och ett annat för visualisering.

#### 5.1 Modelleringsprogram

##### 5.1.1 AutoCAD

Pris:42 000 kr

Autodesk är världens näst största programvarutillverkare efter Microsoft. I Sverige distribuerar de bland annat AutoCAD med ett flertal applikationer inom olika branscher. Inom byggbranschen har AutoCADs dwg-format i stort sett bildat standard för produktion av arkitekt- och installationsritningar. Ett användarvänligt gränssnitt, till stor del anpassat efter klassisk Windows-miljö kombinerat med full kompatibilitet mot alla äldre versioner av AutoCAD, gör



att fler och fler väljer dessa program. AutoCAD är världens mest spridda CAD-program, men också världens bäst säljande, vilket borgar för en stor spridning även i framtiden.

<http://www.autodesk.se/adsk/servlet/index?siteID=440386&id=2707944>

### 5.1.2 Architectural Desktop

Pris:4195 USD

Architectural Desktop är ett specialanpassat verktyg för arkitektonisk design och konstruktionsdokumentation. Programmet innehåller AutoCADs traditionella ritverktyg och man kan dessutom skapa byggnadsmodeller med intelligenta byggnadsobjekt med verkliga egenskaper. Programmet går oftast under namnet AutoCAD ADT. Det ägs av Autodesk och är i första hand ett modelleringsprogram. Programmet använder samma plattform som AutoCAD, men skillnaden är att ADT är ett objektorienterat program. I programmet finns små möjligheter till rendering. Kvalitén på de visualiserade bilderna kan inte jämföras med dem som renderas i rena visualiseringsprogram. Istället används ADT som rent modelleringsprogram, där modellen sedan exporteras till något annat program för texturering, ljussättning och rendering.

<http://www.autodesk.se/adsk/servlet/index?siteID=440386&id=2982783>

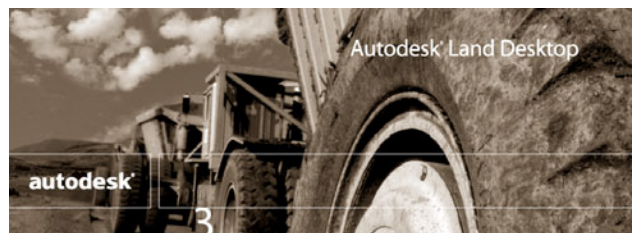


### 5.1.3 Land Development Desktop

Pris:4695 USD

Land Development Desktop är ett program för fysisk markplanering. Man gör topografiska analyser, volymbereäkningar, väggeometrier, plangeometrier och terrängmodeller med hjälp av programmet som baserar sig på AutoCAD.

<http://www.autodesk.se/adsk/servlet/item?siteID=440386&id=513437&linkID=1094540>

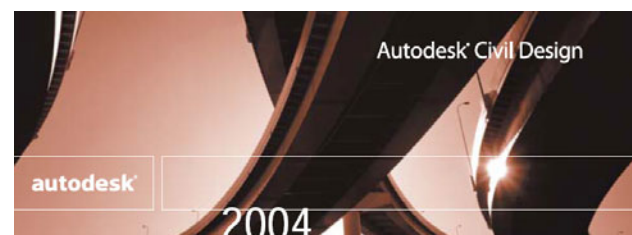


### 5.1.4 Civil design

Pris:2995 USD

Autodesk Civil Design är ett effektivt sätt att analysera och konstruera väg- och vattenbyggnadsprojekt. Med Civil Design har du tillgång till centralt lagrad projektinformation via Autodesk Land Desktop. Programmet kan användas till en mängd olika slag av projektering inom väg- och vattenbyggnad. Det kan vara framtagning av plan, profil och sektioner, ledningsprojektering samt beräkning av ytvattenavrinning. Du kan skapa dräneringsritningar utifrån definierade data rörande årsregn, profiler, lutningar och volymbehov. Vid konstruktionsförändringar kommer även plan, profil och sektioner ändras utifrån de nya förutsättningarna. Automatiserat ritningsarbete ger ökad produktivitet. AutoCADs dwg-filformat gör det möjligt för dig att kommunicera med dina medarbetare och konsulter i infra- och markplaneringsprojekt.

<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=3096064>



### 5.1.5 ArchiCAD

Pris:50 000 kr

ArchiCAD är ett objektbaserat modelleringsprogram speciellt utvecklat för arkitekter. ArchiCAD jobbar helt i 3D och gör sedan om objekten till fungerande 2D-vyer för utskrift. För större byggen kan flera arkitekter samarbeta och rita på var sin del av projektet. Programmet uppdaterar sedan ändringarna som gjorts. Programmet lämpar sig bäst för personer som dagligen sitter med det. För mer sporadiskt användande är handboken ett måste. I programmet finns bra möjligheter till visualisering för att vara ett modelleringsprogram. Programmet är utvecklat av Graphisoft.

<http://www.graphisoft.com/products/archicad/>



### 5.1.6 AutoARK Landskap 2004

Pris:5 000 Kr

AutoARK Landskap är ett projekteringsverktyg för landskapsarkitekter och kartritare. Programmet fungerar lika bra mot AutoCAD LT som mot AutoCAD - där kompatibiliteten är fullständig. AutoARK Landskap innehåller verktyg för att snabbt framställa exempelvis plankartor, illustrationskartor, nybyggnadskartor och detaljkartor. Programmet innehåller ett stort symbolbibliotek med bland annat träd, vägmärken, markplaneringssymboler, kartsymboler, fordon med mera. Programmet är utvecklat av AutoARK Systems.

<http://www.autoark.com/>



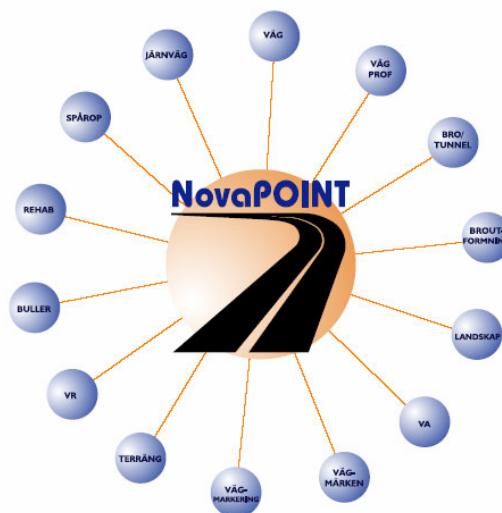
### 5.1.7 Nova Point Väg Pro

Pris: Från 85 000 kr

Programmet lämpar sig för planering, projektering och slutredovisning av vägar och gator på alla plannivåer. Programmet innehåller vägutformning enligt svenska normer, VU-94. Produkten omfattar finesser som till exempel dynamisk linjekonstruktion, funktioner för urgrävning och hantering av jordlager, vägförbättringsfunktioner, men också kraftfulla funktioner för framställning av 3D-modeller av terräng och projekterade anläggningar.

Landskap, VA och Buller är andra NovaPOINT produkter som kan komplettera Väg Prof efter behov.

[http://www.novapoint.com/swe/Products/road/VägP\\_01.htm](http://www.novapoint.com/swe/Products/road/VägP_01.htm)





### 5.1.8 Kordab GEOSECMA

Pris: Beroende på vilken produkt som används.  
GEOSECMA erbjuder en grafisk miljö med den kart-, GIS- och CAD-funktionalitet som krävs för att producera kartor, ritningar och tematiska GIS-produkter.

#### Systemet Geodesi

Geodesi är det programpaket som erfordras vid kartläggning, skapande av projekteringsunderlag, sättningskontroll och utsättning. Programpaketet omfattar program för hantering av data till och från fältminnen, beräkning, kontroll och lagring av objekt i databasen, nätutjämnning i plan och höjd samt GPS-data.

#### Väg-proj

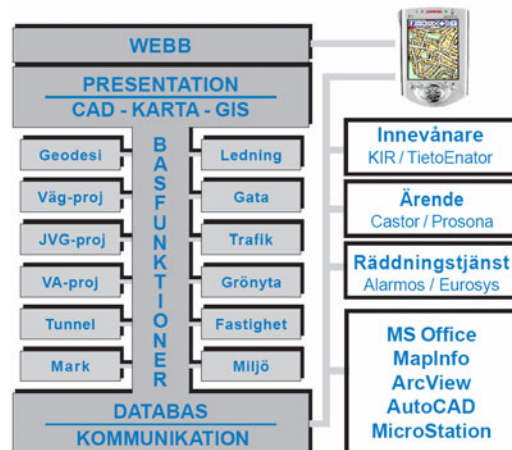
Programpaketet Väg-proj stödjer utredning, projektering och byggande av vägar och gator. Alla konstruktioner lagras i den objektorienterade databasen och kan presenteras i olika vyer som plan, profil och sektion. Vyerna visar data i korrekt läge samtidigt med andra objekt, till exempel befintliga ledningar och kablar.

#### JVG-proj

Programpaketet JVG-proj innehåller avancerade rutiner som innebär att projektören får full kontroll över plan- och profilläge och tvärsektioner i ett järnvägsprojekt.

Ytterligare programpaket som finns är **VA-proj**, **Tunnel**, **Mark**, samt ett antal andra avsedda för förvaltning.

<http://www.kordab.se>



### 5.1.9 MicroStation

Pris: 54 500 kr

Bentley Systems program MicroStation används både för modellering och för visualisering. Enligt tillverkaren är detta program helt kompatibelt med AutoCAD. Programmet är ett CAD-verktyg för framtagning av 2D och 3D modeller samt produktionsunderlag. Med den inbyggda Parasolid modellering kärnan kan konstruktören ta fram enskilda detaljer eller hela sammanställningar.

<http://www.bentleysystems.se/produkter/produkter.html>

#### MicroStation v8



### 5.1.10 Inroad och Inrail

Pris: Inroad: 33 000 kr Inrail: 120 000 kr

InRoads, från Bentley Systems, är en hel programsvit för projektering inom transport- och infrastrukturuområdet. I sviten ingår ett stort antal program och moduler för projektering och underhåll av vägar, järnvägar och spårvägar, landningsbanor, dammar och tunnlar. Här ryms även program för bland annat indata, spill- och dagvatten, broar och generell terrängmodellering. InRoads, som Bentley Systems köpte för ca tre år sedan från Intergraph, är troligen det mest använda programmet i världen i sitt segment.



InRail, som är “storebror” i InRoads-familjen, är den ledande produkten för spårprojektörer och har till stor del utvecklats tillsammans med bland annat Banverket. InRoads, för vägprojektering, har däremot inte tidigare haft någon större spridning på den svenska marknaden, men under förra året kunde man notera en tydlig attitydförändring. Flera av de större svenska infrastrukturkonsulterna började intressera sig för InRoads vilket visat sig i en kraftig försäljningsökning.

[www.bentleysystems.se](http://www.bentleysystems.se)



Detta utgör inte någon fullständig lista. Bland övriga program kan nämnas Catia och Pro Engineer.

## 5.2 Visualiseringsprogram

### 5.2.1 3D Studio MAX

Pris:39 000 kr

3ds Max är det mest spridda professionella 3D-visualiseringsprogrammet i världen. Programmet utvecklas av Discreet inom Autodesk och är inte speciellt utvecklat för byggbranschen utan används inom all slags modellering och visualisering. Programmet används främst för modellering, texturering, ljussättning och rendering. 3ds Max erbjuder fotorealistic bildkvalitet som lämpar sig till visualisering inom industridesign, arkitektur, reklam samt spel- och filmproduktion.

<http://www.discreet.com/3dsmax/>



### 5.2.2 Autodesk VIZ 4

Pris:21 000 kr

Autodesk VIZ 4 riktar sig till arkitekter, inredare, konstruktörer, produkt- och industridesigners och andra som vill ha ett professionellt arbetsverktyg både för att ta fram en modell och för att skapa proffsiga presentationer av färdiga modeller. Programmet är nytt och är en sammanslagning av de tidigare programmen 3D Studio VIZ och Lightscape. Med programmet har du möjligheten att skapa naturtrogna och effektfulla visualiseringar. Du kan bygga på din visualisering genom att lägga på material, utrustning, ljus och färgsättning. Programmet har ett täckande register av effekter, bland annat ljusanimering, realistiska miljöeffekter och fotorealistic solljus. Det är även möjligt att hämta in material och 3D-modeller från Internet. När du visualiserar kan du välja att utgå från en CAD-ritning eller börja konstruera direkt i Autodesk VIZ. Programmet liknar 3D Studio MAX. Skillnaden är att VIZ är framtaget för att passa byggbranschen och därmed stödjer materialanimering samt avancerad kinematik.

Programmet är nytt och är en sammanslagning av de tidigare programmen 3D Studio VIZ och Lightscape. Med programmet har du möjligheten att skapa naturtrogna och effektfulla visualiseringar. Du kan bygga på din visualisering genom att lägga på material, utrustning, ljus och färgsättning. Programmet har ett täckande register av effekter, bland annat ljusanimering, realistiska miljöeffekter och fotorealistic solljus. Det är även möjligt att hämta in material och 3D-modeller från Internet. När du visualiserar kan du välja att utgå från en CAD-ritning eller börja konstruera direkt i Autodesk VIZ. Programmet liknar 3D Studio MAX. Skillnaden är att VIZ är framtaget för att passa byggbranschen och därmed stödjer materialanimering samt avancerad kinematik.

<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=2753041>



### 5.2.3 Architectural Studio

Pris: 5 000 kr

Programmet är anpassat för dig som vill ha ett verktyg för att skissa eller för att skapa säljande modeller och presentationer. Autodesk's Architectural Studio är ett program som kombinerar enkelheten hos traditionella designverktyg med kraften och snabbheten i dagens teknologi.

<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=2752581>



### 5.2.4 SketchUp

Pris: 7 450 kr

SketchUp är ett program som är framtaget för alla som vill ha ett lättanvänt verktyg för att skissa tankar och idéer i 3D. SketchUp kan användas fristående eller tillsammans med till exempel AutoCAD, AutoCAD LT, Autodesk VIZ och Autodesk Architectural Desktop. Filer kan även utbytas med applikationer för 3D-modellering, bildredigering, illustrering och animering. Med SketchUp kan du skissa dina tankar och idéer på ett enkelt men ändå professionellt sätt. Du ritar på fri hand, direkt in i datorn, i 3D. SketchUp kombinerar spontaniteten med att rita på papper med snabbheten och flexibiliteten hos dagens digitala medier.

<http://www.sketchup.nu>



### 5.2.5 Dynagraph

Pris: Terra Vista kostar beroende på optioner från 50 000 kr,

RoadView och RailView från 9 900 kr

TerraVista är ett kraftfullt och flexibelt verktyg för att skapa digitala modeller över ett geografiskt område. Mjukvaran är framtagen för att kunna skapa stora modeller som är körbara på en vanlig persondator. Genom att importera höjddata, CAD, fotografier och geografisk information från ett flertal olika format ger mjukvaran stora möjligheter att använda befintligt material som källdata. Användaren definierar de områden och villkor mjukvaran skall utgå ifrån varpå den tredimensionella modellen genereras automatiskt. Modellen återspeglar den tillgängliga informationen i projektet vilket innebär att koordinatsystem och geografisk projektion behålls genom hela processen. Även vägar, byggnader och vegetation som läggs in i modellen överensstämmer med användarens källdata. Modellerna kan enkelt uppdateras vid förändringar i ingående data. TerraVista används inom försvarsindustrin, för simulatorer och civila tillämpningar.



RoadView är ett verktyg framtaget av Dynagraph för att erbjuda Vägverket och infrakonsulter möjlighet att enkelt arbeta med Virtual Reality i infrastrukturprojekt. Med hjälp av digitala VR-modeller över terräng, vägar, broar och vegetation kan ett område analyseras på en vanlig PC. RoadView är intuitiv och användarvänlig. Att lära sig mjukvaran tar ungefär 30-60 minuter. RoadView och VR-modeller kan användas vid projektmöten, samrådsmöten,



utställningar, diskussioner, utvärdering och analys. Effekten av detta är minskade antal fel, minskade projektkostnader och förkortade projekttider.



RailView är en programvara som är RoadViews motsvarighet för järnvägsprojekt.  
<http://www.dynagraph.se>

### 5.2.6 OpenGL Performer

Pris:Gratis

OpenGL Performer är en grafikmotor utvecklad av SGI, och består av en samling kommandon som kan anropas. Man kan till exempel importera en mängd olika 3D-format. Under simuleringen kan betraktaren hela tiden röra sig i modellen. Man kan se det som om man flyttar runt en kamera i modellen, där datorn hela tiden genererar en bild av det kameran ser. Rent prestandamässigt genererar datorn ungefär 20 bilder i sekunden. Det är just denna snabba bild uppdateringen som är specifikt för VR och gör att vi kan röra oss i realtid.

<http://www.sgi.com/software/performer/>



Detta utgör inte någon fullständig lista. Bland övriga program kan nämnas Maya och Alias.

## 5.3 Bildbehandlingsprogram

### 5.3.1 Photoshop

Pris:9 000 Kr

Adobe Photoshop är standardprogrammet för professionell digital bildbehandling med funktioner för grafik, webbdesign, foto och video.

[www.adobe.se](http://www.adobe.se)



### 5.3.2 Illustrator

Pris:6 000 Kr

Adobe Illustrator är ett oundgängligt verktyg för den som behöver ge visuell form åt idéer i tryck, på webben eller i andra medier.

[www.adobe.se](http://www.adobe.se)



## 6 Visualiseringsstudie

I detta examensarbete utfördes en visualisering av anläggningsprojektet "Prästbergarondellen" för att få en bättre förståelse för vad en visualisering är och hur den utförs. Detta projekt innefattade en ombyggnation av en korsning mellan Väg 905 och Malmövägen i Lomma. Ombyggnationen innebar att korsningen skulle göras om från en fyrvägskorsning till en mindre rondell.



Figur 13. Flygfoto över korsning mellan Väg 905 och Malmövägen i Lomma.

Delar av syftet med detta ombyggnadsprojekt var att underlätta för de tunga transporter som dagligen passerar till och från bland annat Lunds Energi. I samband med att man skulle bygga om vägen fanns även planer på att bygga en samåkningsparkering samt att etablera en bensinstation i området.

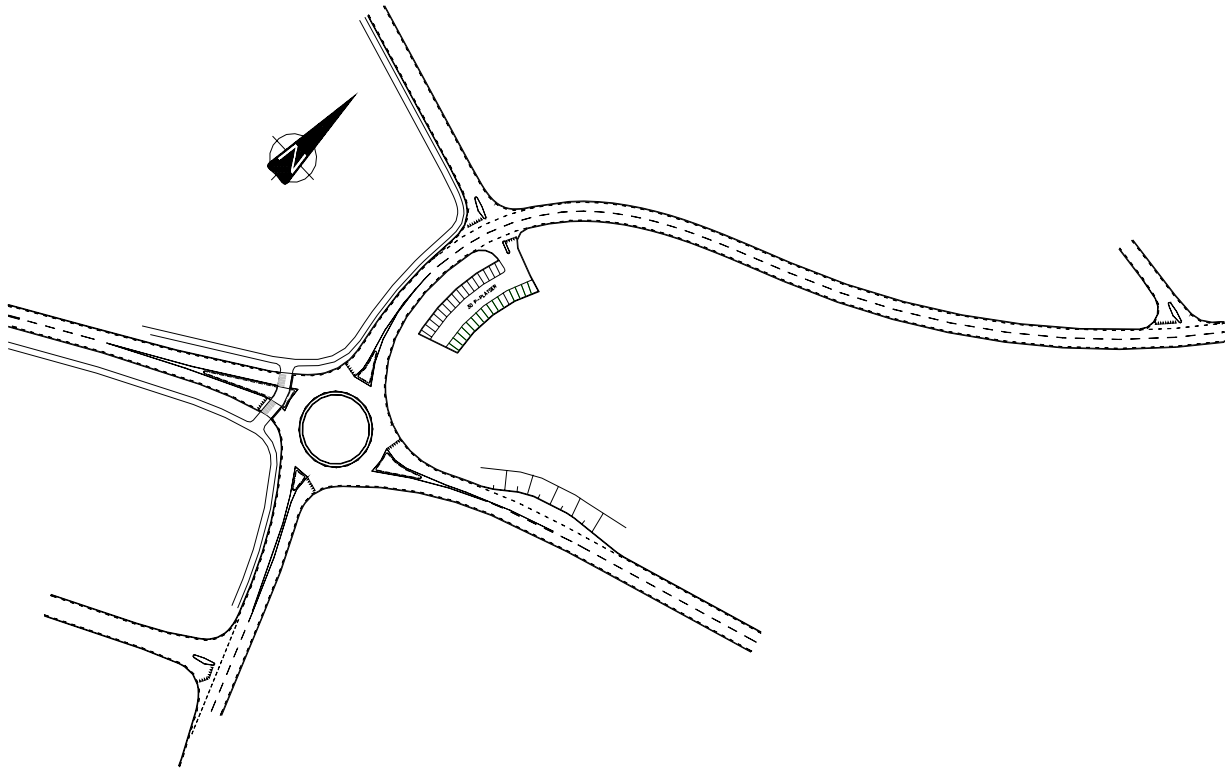
Bilderna skulle användas som en del av det förslag som företaget Tyréns tagit fram åt Lomma kommun för att underlätta för beslutfattare att se om anläggningsprojektets syfte skulle uppfyllas genom den valda utformningen. Materialet skulle även användas som underlag för intervjustudien med inblandade i anläggningsprocessen som genomfördes i detta examensarbete.

Anläggningsprojektet ansågs vara ett bra projekt för att lära sig grunderna i visualiseringsteknik. Detta då det var ett väl avgränsat projekt som innehöll många utmaningar rent tekniskt i hanteringen av visualiseringsverktygen.

De program som användes för att genomföra visualiseringen var AutoCAD 2002 för modelleringen samt Autodesk VIZ 4 för arbetet med material, ljussättning och rendering. Båda programmen är moderna och ligger i fronten inom sitt användningsområde. Visualiseringen resulterade i en datamodell av vägen, en trettio sekunder lång filmsekvens som visade en kameraåkning kring den nya rondellen samt ett tiotal bilder.

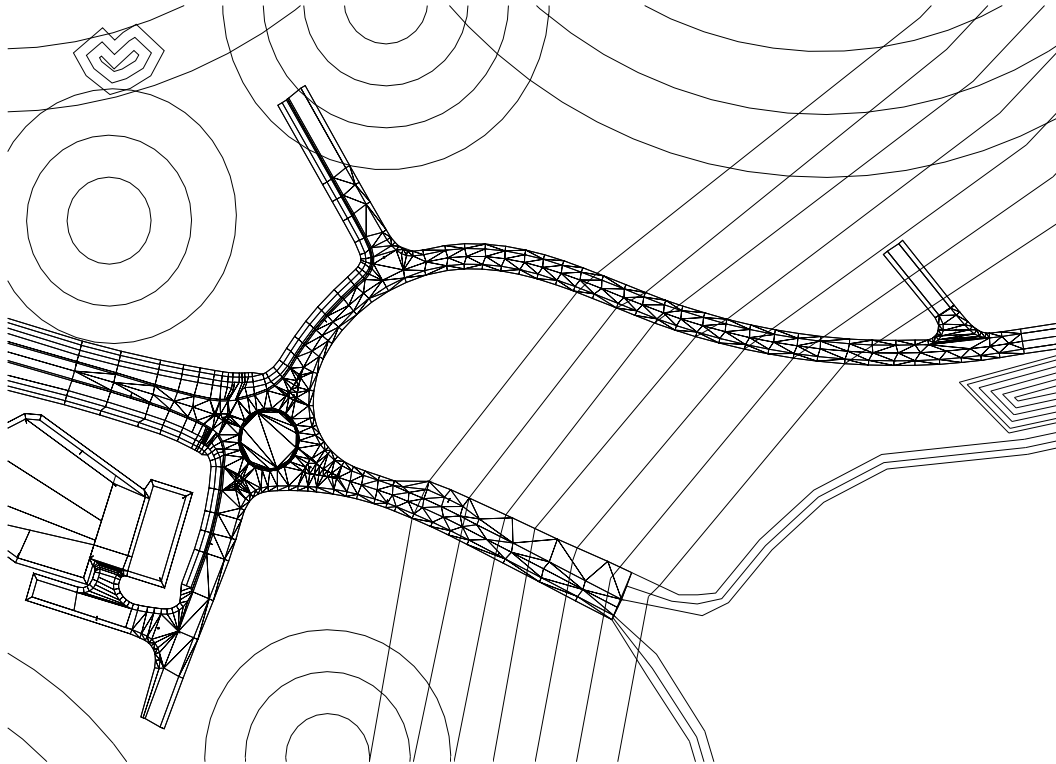
## 6.1 Modellen

Det underlaget som tillhandahölls för visualiseringen var den projekterade väglinje som konsulter på Tyréns tagit fram.



*Figur 14. Underlag i form av väglinje i AutoCAD.*

Med hjälp av denna framställdes en tredimensionell ytmodell av vägen och dess omgivning i AutoCAD 2002. I denna placerades en samåkningsparkering och en bensinmack enligt beställarens önskemål. Därefter importerades filen i Autodesk VIZ.



Figur 15. Ytmodell av väg och omgivning i AutoCAD.

Arbetet fortsatte sedan med att bygga modeller av byggnader, vägskyltar och annat för att få modellen att efterlikna verkligheten i så stor utsträckning som möjligt. Slutligen placerades färdiga modeller av buskar, träd, bilar och människor ut i modellen.

Dessa modeller är ofta detaljerade och tar därför stor plats minnesmässigt. Därför gäller det att bara ta med det som verkligen kommer att synas på bilderna och inte lägga någon större ansträngning på det som finns långt bort eller skymts av något annat.

## 6.2 Material

När alla delar av modellen var på plats började arbetet med att tilldela alla ytor dess rätta material. I VIZ kan du skapa dina egna material genom att blanda olika färger och olika egenskaper. Programmet har dessutom en stor mängd färdiga material men du kan även ladda ner material från Internet eller använda digitalfotografier från verkliga material för att få fram de rätta egenskaperna. Exempel på parametrar som går att justera för ett material är färg, ytstruktur, transparens, blankhet med mera.



Figur 16. Renderad bild från VIZ utan material.



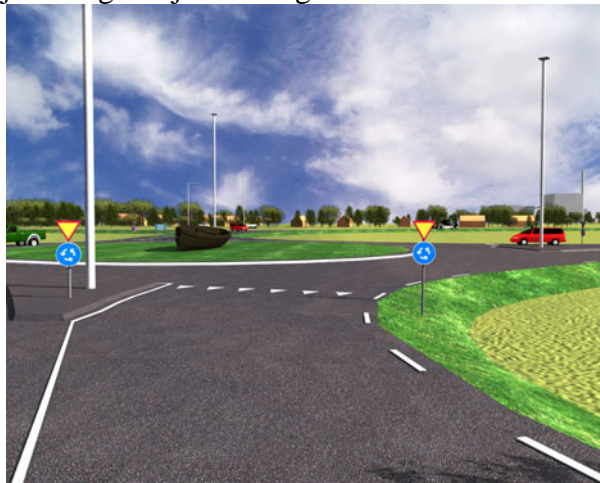
Figur 17. Renderad bild från VIZ med material.

### 6.3 Ljussättning

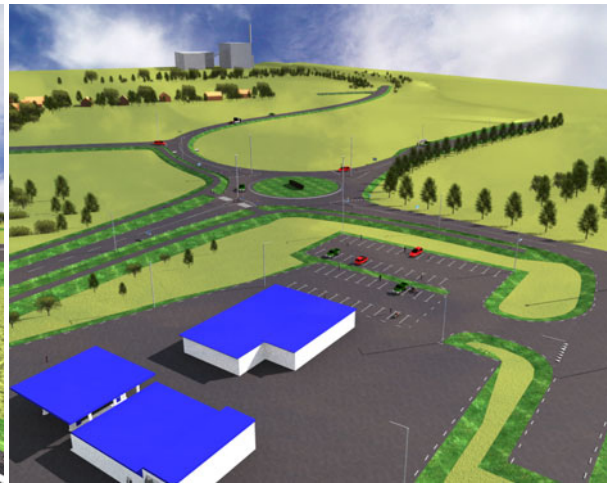
Ljussättningen var den svåraste delen i visualiseringen att behärska. För att simulera solljus användes programmets inbyggda "Daylight system", vilken hade samma inställningar i varje bild. Tillvägagångssättet var att systematiskt pröva sig fram tills ljussättningen i de renderade bilderna var tillräckligt bra. För att se hur bilden påverkades av ljuset ställdes ljusnivån till en början låg för att stegvis ökas mellan varje rendering, tills ljuset nått rätt nivå. Ljussättning kan justeras på väldigt många sätt i denna typ av program. Exempel på detta är ljusstyrka, färg, riktning, typ av ljuskälla med mera.

### 6.4 Rendering

När modellen var klar för att renderas var den väldigt kapacitetskrävande. Störst datorkapacitet tog de träd som infogats i modellen. Därför lades dessa till när bara små justeringar i ljussättningen återstod.



Figur 18. Slutlig renderad bild från VIZ.



Figur 19. Slutlig renderad bild från VIZ.

För att tidsåtgången för renderingen av filmen skulle hållas på en lagom nivå minskades kvaliteten på renderingen jämfört med bilderna. Renderingen av filmsekvensen som är 30 sekunder lång tog ungefär tjugo timmar på en 2,4 GHz Pentium med 1024 MB RAM-minne. De enskilda bilderna som renderades tog omkring 20 minuter per bild. Här spelar tidsåtgången mindre roll eftersom det bara handlar om enstaka bilder.

### 6.5 Bildredigering

Det sista steget i framställningen av visualiseringar är att ta in bilden i ett redigeringsprogram, till exempel Photoshop. Detta gör man för att göra en sista redigering av bilden för att få ett perfekt slutresultat. Här kan till exempel kanter i de renderade bilderna mjukas till för att få ett verkligare utseende. Eftersom jag inte haft tillgång till denna typ av program har jag inte genomfört detta moment.

## **7 Intervjustudie**

### **7.1 Syfte och metod**

Syftet med intervjustudien var att kartlägga:

- branschens inställning till användandet av visualisering och animering
- hur användandet av visualiseringar ser ut idag
- vilka modellerings- och visualiseringsprogram som används idag

Intervjuerna som genomfördes i studien var så kallade kvalitativa intervjuer. För dessa hade en intervjumall tagits fram, se bilaga A. Frågorna presenterades i form av en PowerPoint presentation. Intervjuerna genomfördes som enskilda intervjuer eller i grupp vid intervjuer med personer från samma avdelning. Svaren spelades in för att sedan sammanställas. Som avslutning på varje intervju ställdes några sammanfattande frågor, där intervjupersonen fick chansen att göra ytterligare tillägg till det som sagts och även kommentera intervjufrågorna.

### **7.2 Intervjupersoner**

Intervjupersonerna valdes ut från olika företag som har anknytning till anläggningsbranschen. Syftet med valet av intervjupersoner var att få en spridning så att personerna skulle kunna representera anläggningsbranschen i helhet.

Nedan ses en lista över intervjupersonerna:

Anders Tärnblad, Projektledning, Tekniska Förvaltningen, Lund  
Ann Cederberg, Utredning, Tekniska förvaltningen, Lund  
Marcus Söderlund, Projektering, Tekniska förvaltningen, Lund  
Marina Olsson, Projektledning, Tekniska förvaltningen, Lund  
Karl-Oskar Seth, Projektering Trafik och Landskap, Tyréns, Malmö  
Nicklas Carlson, Projektering Väg, Tyréns, Malmö  
Per Eneroth, Avdelningschef Trafik och Landskap, Tyréns, Malmö  
Anders Follin, Mjukvaruförsäljning/Utveckling, SGI, Lund  
Björn Tillström, Projektledning, Vägverket, Kristianstad  
Paul Broddesson, MVDB-Samordning, Vägverket, Kristianstad  
Andreas Olsson, GIS-Samordning, Vägverket, Kristianstad  
Pontus Bengtsson, Projektering, WSP, Malmö

### **7.3 Intervjuer**

Intervjuerna genomfördes i mitten av december månad 2003. Bilderna och filmen som framställts i visualiseringsstudien användes vid intervjuerna för att förklara vad som kan åstadkommas vid en visualisering samt för att ta reda på om denna typ av visualisering är något som kan användas i processen inom den intervjuades område. Frågeguiden som användes som stöd under de pågående intervjuerna kan ses i bilaga A.



### 7.3.1 Resultat och diskussion

I detta kapitel har jag valt att presentera några av de frågor som ingick i intervjuerna samt svar och vissa diskussioner runt dem.

#### Hur gammal är du?

- Åldersfördelningen bland de intervjuade låg mellan 28 och 59 år med tyngdpunkten runt 30 år.

Kommentar: Den tendens jag tyckte mig kunna se under arbetets gång var att större delen av dem som sitter i till exempel konsultföretag och projekterar ofta är yngre än medelåldern för hela anläggningsbranschen.

#### Vad tycker du är utmärkande med att jobba i byggprojekt?

- Det rör sig ofta om tidsmässigt och kostnadsmässigt mycket stora projekt.
- Det är inte ovanligt att totalkostnaden för ett projekt ligger på upp emot 100 miljoner kronor.
- Byggprojekt berör oftare allmänheten än någon annan bransch.
- Det finns inget rätt och fel utan bara lösningar som är olika bra.
- En segdragen process där förutsättningar och önskemål förändras hela tiden.

#### Vad är vanliga problem i processen?

- Många har svårt att förstå lösningen man försöker presentera. Detta kan gälla både lekmän och personer som jobbar inom branschen.
- Den som presenterar ett förslag vid informationsmöten med till exempel allmänheten är ofta den mest tekniskt kunniga och denne saknar ofta tillräcklig pedagogisk kompetens.
- Det som visas i en visualisering ses ofta som en exakt sanning istället för ett illustrerat exempel vilket medför problem då resultatet inte blir exakt som visualiseringen visat.

Kommentar: Svårigheterna med förståelse av olika lösningsförslag är ett stort problem då många av dem som sitter och beslutar om ett projekt ska genomföras eller ej ofta saknar tillräcklig teknisk kunskap och utbildning.

#### Hur löser du situationer där du måste kommunicera med personer i ett byggprojekt, som inte är vana att läsa ritningar?

- Fotomontage.
- Färgläggning av det som vill visas på en karta eller ritning.
- Ritar upp sin förklaring på ett foto taget från platsen.
- Skickar ej ritningar till okunniga utan att försäkra sig om att de kan hantera dem.

Kommentar: Profiler används mycket inom till exempel vägbyggnad och man ser här ett växande problem på senare tid med att icke tekniker inom den egna organisationen såsom miljövetare med mera saknar kunskap om hur sådana dokument skall användas.

### **Vad ser du för problem med att använda ritningar i elektronisk form?**

- Problem kan uppstå i de fall då det finns personer inblandade som inte är vana vid att hantera elektroniska ritningar, till exempel med skalor och utskrifter.
- Filstorlekarna blir stora i de fall dokumentet har många externa referenser.

Kommentar: De flesta menar att det oftast rör sig om problem som man är vana att handskas med och därför inte ställer till några större problem.

### **Vad tycker du om att använda datorer i arbetet?**

- Bra, nödvändigt hjälpmedel.
- Datorer och CAD har stor del i de pressade byggtiderna då man förväntar sig ett bättre och snabbare resultat med dessa hjälpmedel.

Kommentar: Ingen i intervjustudien hade någon direkt negativ inställning till att använda sig av datorn i arbetet. Alla var överens om att det är ett nödvändigt hjälpmedel för att kunna genomföra arbetet i den hastighet som krävs idag. Dock poängterades att det bara är ett hjälpmedel.

### **Vad innebär en visualisering för dig?**

- Datorgjord fotolik beskrivning av ett framtida projekt.
- Skall vara i 3D.
- Skall röra på sig.

Kommentar: Intervjuerna visar på en ganska bra medvetenhet om vad en visualisering är och framför allt ett stort intresse för att lära sig mer om det och att använda det mer i framtiden.

### **Hur stor del av den totala projekteringskostnaden lägger ni i genomsnitt på visualisering?**

- Vanligtvis läggs inga pengar alls på visualiseringar eller åtminstone väldigt lite. Men i mindre eller komplicerade projekt kan det röra sig om uppemot 5 % av projekteringskostnaden.

### **Vilken programvara använder ni vid datorvisualisering?**

Kommentar: En sammanställning av de mest använda programmen finns i kapitel 5.

### **Vad har ni för underlag när ni utför en datorvisualisering?**

- Underlaget består nästan alltid av en digital grundkarta och foto från platsen.

### **Upplever du problem med import/export mellan olika program?**

- De problemen som finns med import och export mellan olika program innebär att viss information faller bort.
- Ett annat problem upplevs då uppgifter skall tas från en CAD-fil in i ett pixelbaserat program. Om till exempel en ritning ska vara en del av en rapport skriver man ofta ut ritningen för att sedan med hjälp av en scanner lägga in den i dokumentet.

Kommentar: Problemet med att information faller bort har vana visualiserare lärt sig att gå runt genom att först exportera filen till ett tredje program för att slutligen exportera det därifrån till visualiseringsprogrammet. Trots detta fungerar import och export inte tillfredsställande.



### **Vad har ni för mål/ambitionsnivå när ni utför visualisering?**

- I de fall då det rör sig om en skiss eller enklare illustration behöver kraven inte vara så höga men i de fall man försöker få det att likna ett foto eller verkligheten måste visualiseringen vara riktigt bra för att inte få någon "tv-spels känsla".
- Visa rätt miljö och volymer, inte detaljer.

### **Vilka nackdelar ser du med att använda visualiseringar i ett byggprojekt?**

- Många som ser en visualisering tror ofta att slutresultatet kommer att bli exakt som visualiseringen visar. Detta gör att man måste förklara att det bara är en illustration eller ett exempel.
- Kommentarer som "Har ni haft tid med sånt här" förekommer då datorgjorda visualiseringar visas upp.
- I fall då ritningar eller datorgjorda visualiseringar tagits fram tolkas det ibland som beslut redan tagits och inte som att det är ett exempel på lösning.

Kommentar: De problem som tagits upp här anser jag kommer att försvinna i takt med att användandet och medvetenheten om visualiseringar ökar.

### **När i processen skulle du vilja använda datorgjorda visualiseringar?**

- Under utrednings- och projekteringskedet anser man att de största besparingarna kan göras med hjälp av visualiseringar.
- Utredningskedet, skisser och illustrationer.
- Projekteringskedet, datorgjorda visualiseringar.
- Projektering av tunnlar.
- Körspårstest, realtidsvisualiseringar.

Kommentar: Det är svårt att ge en allmän bild av när visualiseringar skall användas samt vilken typ man bör välja. Sammanfattningsvis kan man säga att visualiseringar bör användas vid direkta problem.

### **Vem tycker du ska utföra visualiseringen av ett byggprojekt?**

- Projektören.
- Det får inte bli för många inblandade.
- Specialiserade visualiserare saknar ofta trafik kunskapen som krävs för att utföra arbetet.
- När tillräckligt med beslut är tagna kan utomstående visualiserare utföra arbetet med klara direktiv för att få bästa möjliga resultat.

Kommentar: De flesta vill att projektören själv skall utföra visualiseringen men då dagens programvaror är så pass avancerade att använda blir slutsatsen att en byggkunnig visualiserare måste göra det för att få fram önskat resultat.

### **Vilka bromsklossar tror du att det finns som förhindrar en användning av visualisering bortsett från ekonomin?**

- Att det idag inte finns någon programvara som är lätt att arbeta med och ger ett bra resultat är ett stort problem. De program som finns är inte bra och de tar tid att lära sig. Tid man inte har att avsätta för detta ändamål.
- I dagens projektering används redan en stor mängd olika program för olika ändamål.
- Inom branschen finns vissa brister i CAD-kunskap.

### **Hur tror du att framtiden ser ut för datorvisualisering i byggbranschen?**

- Ökar.
- Insynen i byggbranschen ökar till exempel genom att man kan följa pågående projekt på Internet där man kan finna all information om projektet, till exempel visualiseringar.
- Mer modellbaserat.
- Modelleras direkt i 3D.
- Digital hantering ökar.

Kommentar: En person menar att visualisering är ett måste för att locka framtidens ingenjörer till den annars lite tråkiga byggbranschen.

### **Skulle du vilja att det användes mer illustreringar?**

- Om verktygen kommer vill fler utföra arbetet med hjälp av datorn.

Kommentar: Denna typ av visualiseringar är det mest förekommande idag. Användandet idag anses vara på en lagom nivå.

### **Skulle du vilja att det användes mer fotomontage?**

- Ja, i de fall där det behövs.

Kommentar: Om det blir lättare att framställa sina egna fotomontage skulle de intervjuade absolut kunna se att de kommer att användas mer i de projekt där det verkligen behövs.

### **Skulle du vilja att det användes mer filmer och animeringar?**

- I vissa fall.

Kommentar: Intervjustudien visar att det finns en bred uppfattning om att man har svårt att se något riktigt bra användningsområde för filmer som visualiseringsform. De ses mer som skryt.

### **Skulle du vilja att det användes mer realtidsvisualiseringar eller VR-framställningar?**

- I de fall det behövs om det blir mer kostnadseffektivt.

Kommentar: Realtidsvisualiseringar och VR kan man däremot se en hel del användningsområden för. Exempel på detta är test av körspår vid vägprojektering och test av hur trafiksäker en trafiklösning är genom att man virtuellt kan provköra vägen innan den är byggd.

### **Vad anser du att man bör göra för att användandet av visualiseringar ska bli mer kostnadseffektivt?**

- För att kunna få visualiseringstekniken kostnadseffektiv krävs det att enklare programvaror tas fram, utan att för den delen i för hög grad sänka möjligheterna för vad som kan utföras. Detta gör att fler kan använda tekniken och därmed är det fler som är med och delar på utvecklingskostnaden.
- Bevisa nyttan.
- Göra det till ett verktyg i processen.

## **7.4 Tillförlitlighet**

Tillförlitligheten i en intervjustudie påverkas av en mängd olika faktorer. Av dessa faktorer tas här upp några som anses ha haft störst inflytande på resultatet. Ett antal felkällor grundar sig i intervjuarens bristande kunskaper och erfarenheter inom intervjuteknik. Före intervjuerna var den enda informationen som fanns om personen som skulle intervjuas namn och vilket företag denne arbetade på. Detta medförde att ett allmänt frågeunderlag togs fram för att kunna användas vid samtliga intervjuer och därmed passade inte alla frågor in på den intervjuades arbetsuppgifter och kunskap om visualiseringar.

Vid intervjuer på företag som ställt upp med flera personer genomfördes vissa intervjuer i grupp. Det kan tänkas att fler åsikter hade lyfts fram om även dessa intervjuer hade skett enskilt.

För att minska risken för feltolkningar har intervjuerna lyssnats igenom flera gånger. Bortsett från att intervjustudien saknar deltagare från järnvägssidan tycker jag att den har gett en bra bild av anläggningsbranschens syn på 3D-CAD och visualisering. Detta trots att enbart 12 personer deltog i studien.

# **8 Analys**

## **8.1 Analys**

I detta avsnitt följer en diskussion kring de olika delarna i arbetet.

### **Metod**

Valet av kvalitativa intervjuer som metod för insamling av information till detta arbete anser jag vara rätt beslut. Undersökningen har med en relativt liten intervjustudie gett tillräckligt med information för att svara på de frågor och områden som jag ville belysa. Urvalet av intervjupersoner uppnådde dock inte riktigt den bredd som från början var tänkt. Mer kraft borde ha lagts på att även hitta deltagare från järnvägssidan för att försäkra sig om att få ett heltäckande resultat.

Valet av ombyggnationen i projektet ”Prästbergarondellen” som visualiseringsobjekt var bra då detta innehöll många visualiseringstekniska problem. För att på ett bra sätt komma igång med denna typ av program ser jag det som ett måste att delta i någon form av introduktionskurs vilket jag enbart gjort för AutoCAD och inte för Autodesk VIZ. Att arbetet genomfördes enskilt anser jag inte ha inverkat negativt på resultatet.

Problemet som jag ser med att göra denna typ av undersökning som student, om man bortser från bristen på erfarenhet från branschen, är svårigheten att få hjälp och svar från personer i den tidspressade byggbranschen. Tidsbristen gör att denna typ av frågor får låg prioritet och därför besvaras sent i de fall de överhuvudtaget besvaras.

### **3D CAD**

Idag har delar av branschen gått över från att använda sig av 2D CAD till att genomföra allt arbete direkt i tre dimensioner, men långtifrån alla. Tidigare undersökningar visar att denna andel ökar stadigt men inte i den takt man från början hade räknat med. Intervjustudien som genomförts i detta arbete visar även denna att intresset för tekniken finns men att det tar tid att implementera. Ett skäl som brukar nämnas är bristen på forskning och utveckling. fördelarna med att direkt projektera i tre dimensioner är många. Exempelvis kan nämnas att ritningarna får högre kvalitet, eftersom alla ritningar genereras ur en och samma modell och på så sätt är koordinerade, konstruktionen kan provmonteras, Cad-objekten kan mängdas automatiskt.

Projektering är idag en process där arbete görs utan att ta tillvara på information som tidigare skapats och ganska enkelt kan föras vidare till nästa projekt. Detta beror delvis på att dagens verktyg inte klarar av att kommunicera med varandra. För att spara tid och för att förenkla modelleringen vid projektering bör därför någon form av objektsbank byggas upp. I denna bank lagras modeller av vanliga element med tillhörande information, som sedan kan utnyttjas i olika projekt. Anläggningsbranschen måste bli mer industriell och arbeta mer med standardiserade produkter, för att på så sätt minska kostnader och tidsåtgång i processens alla skeden.

Tredimensionell projektering anser jag vara ett måste för att få igång användandet av visualiseringar i processens tidiga skeden på ett kostnadseffektivt sätt. På så sätt blir visualisering en naturlig del av arbetsgången. Istället för att som idag vara en fristående del som bara kostar pengar och skapar dubbelt arbete.

### **Dagens programvaror**

För att kunna göra ett uttalande om dagens programvaror krävs att man arbetat en tid med vart och ett av dem. Detta har inte varit möjligt på grund av att det skulle ta mycket tid och kosta väldigt mycket pengar. De program jag använt, modelleringsprogrammet AutoCAD 2002 och visualiseringsprogrammet Autodesk VIZ 4 är två av de ledande programmen för projektering i anläggningsbranschen. Båda programmen bygger på grunder som använts under lång tid och därmed är väl genomtänkta. De problem som jag upplever är att inställningsmöjligheter och alternativa lösningar är så många att programmen blir svåra att använda om man inte jobbar med dem dagligen. Intervjustudien visar att dessa problem upplevs hos de flesta liknande program.

De problemen som finns med import och export mellan olika program innebär att viss information faller bort. Detta gör att delar av modellen måste ritas om när den importerats till ett annat program. Problemet har vana visualiserare lärt sig att gå runt genom att först exportera filen till ett tredje program för att slutligen exportera det därifrån till visualiseringsprogrammet. Trots detta fungerar import och export inte tillfredsställande.

### **Visualiseringsteknikens för- och nackdelar**

Visualiseringar används idag på grund av dess överlägsenhet i att förklara för parter som inte är vana vid att läsa ritningar och liknande dokument. Detta gäller framförallt allmänheten men även viktiga beslutsfattare och till och med personer inom branschen kan ha problem med att förstå lösningsförslag i form av vanliga ritningar. Att fatta rätt beslut redan i tidiga skeden av anläggningsprocessen ger en bättre och billigare slutprodukt.

Den största nackdelen i dagsläget är att den nya tekniken fortfarande är dyr att använda sig av. Detta beror till stor del på bristerna hos dagens programvaror. De program som används idag är så komplicerade att resurserna som behövs för att komma igång med användandet saknas i dagens ekonomiskt- och tidspressade anläggningsbransch. Detta gör att bara de större konsultföretagen kan ägna sig åt denna typ av verksamhet, vilket i sin tur leder till att bara ett fåtal aktörer är med och delar på utvecklingskostnaden för programvaror och teknik.

Genom att visualisering används tvingas projekteringen till en högre detaljeringsgrad och på så sätt blir processen mer tidskrävande. För att komma ifrån detta problem anser jag att mer resurser bör kopplas till de tidiga skedena i processen. Detta för att ge produkten rätt utformning från början så att ändringar inte behöver göras. När en modell väl skapats för ett projekt är det enkelt att generera nya vyer i programmen och på så sätt snabbt ta fram nya bilder när någon speciell del av projektet vill belysas. En välgjord modell kan användas till

alla typer av visualiseringar. Viss risk finns dock att dessa tydliga visualiseringar lämnar mindre åt fantasin och på så sätt kan verka hämmande ur idésynpunkt.

### **I vilka skeden av anläggningsprocessen kan visualisering komma till sin rätt?**

Visualiseringens användningsområden anser jag vara störst under processens tidiga skeden. Där fungerar det som ett kompletterande kommunikationsmedel mellan olika parter. För att spara tid under utförandet av en visualisering, anser jag att noggrann planering bör göras innan arbetet påbörjas. Det som måste utredas är vad visualiseringen ska användas till och vilka delar i den som ska visas i resultatet. När detta är känt kan detaljeringsgraden och noggrannheten sänkas för de övriga delarna i projektet som är mindre viktiga och på så sätt spara tid och pengar.

Vilken typ av visualisering man väljer beror bland annat på vad man vill visa och vem man vill visa det för. En film är bra för att skapa en helhetsbild av ett projekt. Den ger en överblick som är svår att skapa med bilder. Nackdelen med en film är att det är svårt att uppfatta detaljer och den tar lång tid att rendera. I detta syfte anser jag att bilder ger ett betydligt bättre resultat. Realtidsvisualiseringar finns det ett växande intresse för bland de intervjuade, framförallt hos branschens större aktörer för att till exempel kontrollera hur trafiksäkra olika lösningar är. Därför anser jag att det bästa hade varit om man kunde konstruera ett program som är lätt att använda och som ger bra resultat vid alla typer av visualiseringar, oavsett om det rör sig om en bild eller en realtidsvisualisering. Samma modell som byggs för att rendera olika vyer kan nämligen användas för en realtidsvisualisering. Problemet idag är att man gör dessa visualiseringar i olika program vilket medför att information förloras vid export och import av modellen.

Det är svårt att ge några generella svar på vilken detaljeringsgrad man bör välja, då detta beror på en mängd olika faktorer. I början av förstudien kan mycket väl en enkel handritad skiss vara den bästa lösningen. Men intervjuerna visar att det finns stort intresse för att göra alla typer av visualiseringar med hjälp av datorn om man bara kan hitta en programvara som gör det möjligt att genomföra dessa med små medel.

### **Vad får en visualisering kosta?**

Att sätta en summa eller ett procentuellt tal på vad en visualisering får kosta är näst intill omöjligt då det är beroende av vilket projekt det rör sig om. Den enda slutsats man kan dra är att vinsterna med användningen av visualiseringar måste vara större än ansträngningarna och hindren redan på kort sikt för att en fullständig implementering ska bli möjlig. Därför måste man hitta så många användningsområden som möjligt för den framtagna modellen och de framställda visualiseringarna, såsom information, reklam med mera.

### **Varför skulle visualiseringar inte kunna användas inom anläggningsbranschen när det används inom byggbranschen?**

Det finns helt klart användningsområden inom anläggningsbranschen men skillnaden är att det inom till exempel husbyggnad rör sig om ett specifikt avgränsat hus som behöver modelleras. Om man vill bygga upp en modell av ett större anläggningsprojekt med samma detaljeringsgrad som ett hus skulle denna modell bli enormt stor. Detta skulle ta för lång tid och kosta för mycket pengar. Därför tvingas man med dagens teknik skära ner på detaljerna vilket leder till att kvalitén på visualiseringarna blir sämre. Här finns mycket att lära från film- och tv-spelsbranschen, där man handskats med dessa problem under lång tid.

### **Vad måste göras för att främja användandet av visualiseringar?**

Alla är idag medvetna om att det finns pengar att spara genom att använda sig av visualiseringar. Trots detta går utvecklingen trögt. De problem som idag påpekas vid användandet av datorgjorda visualiseringar påminner till stor del om de problem som fanns då CAD började användas på 80-talet. Därför menar många att för att visualisering ska bli ett slagkraftigt verktyg i anläggningsbranschen måste mer kompatibla programvaror utvecklas eller att aktörerna enas om ett standardiserat filformat. I dagsläget tappas delar av informationen när en modell exporteras och importerats mellan olika programvaror.

Idag finns det två nivåer av visualiseringsverktyg. Den ena är väldigt lättanvänd och liknar mer ett enklare ritprogram medan den andra är visualiseringsprogram som ursprungligen är framtagna för film- eller spelindustrin. Den sistnämnda kategorin är väldigt svåränvänd och kräver att man dagligen arbetar med programmet. Här bör man i ett samarbete mellan anläggningsbranschen och programvarutillverkaren ta fram någon typ av program som ligger någonstans mellan de befintliga. På så sätt får man en bredare användargrupp som både är med och ökar intresset för visualiseringar och delar på utvecklingskostnaden. I detta program bör man kunna utföra alla typer av visualiseringar, från stillbilder till realtidsvisualiseringar. Det bästa hade varit om man kunde göra detta direkt i sitt modelleringsprogram och på så sätt minska antalet programvaror och därmed även problemen med kompatibilitet.

Den stora frågan här är om man skall utveckla ett riktigt bra program som därmed är avancerat och därför bara kan användas av specialister eller om man ska göra ett program för alla användare med begränsade möjligheter. Detta är en svår balansgång men jag anser att man bör utveckla ett lättanvänt program för att få igång användandet för att sedan vidareutveckla detta med tiden i takt med branschens utveckling.

Utvecklingen i branschen pekar mot att alla typer av projekt blir mer tillgängliga och att allmänheten får större insyn i vad som händer i branschen. I detta avseende ligger Banverket och Vägverket långt fram. På företagens hemsidor kan man gå in och få information om pågående och planerade projekt. Detta anser jag och många av de intervjuade kommer att öka i framtiden då fler och fler får tillgång till Internet. Här kan man lägga upp sina dokument och visualiseringar för att skapa en större förståelse och medvetenhet hos allmänheten. Ett problem här tror jag dock är att inte särskilt många är medvetna om att denna information finns tillgänglig på nätet vilket till exempel inte jag visste innan studien genomfördes. Därför bör mer reklam göras för denna information och hur man hittar den.

IT-mognad hos byggföretagen är helt central för att användandet av visualiseringar ska kunna utvecklas. Branschen behöver fler högutbildade och IT-kunniga personer, som kan och vill utveckla ett virtuellt byggande. Därför anser jag som ung student att det måste införas obligatorisk utbildning på både modellerings- och visualiseringsprogram för ingenjörstudenter. För dagens studenter på Väg- och Vattenbyggnadsprogrammet i Lund finns en valfri 4 poängskurs i Datorstödd ritning och konstruktion. Det är det enda. Om inte de yngre inom branschen ser det som naturligt att använda datorn som ett hjälpmedel kan använda sig av den nya tekniken tror jag att det är svårt att ställa krav på att de äldre ska kunna använda dem. Precis som en av de intervjuade påpekade anser även jag att visualiseringar är ett måste för att locka framtidens ingenjörer till byggbranschen.

Men viktigast av allt är att man har tålmod. Ett fungerande system för användandet av visualiseringar i anläggningsprocessen utvecklas inte på 20 veckor. Det krävs tid och tålmod för visualiseringar är helt klart något som är här för att stanna, även inom anläggningsbranschen.

## **8.2 Slutord**

Inom anläggningsbranschen finns idag ett stort intresse för att använda sig av visualiseringar i processen. Det som behövs för att man ska kunna göra detta på ett kostnadseffektivt sätt är att ett lättanvänt program utvecklas som inte har dagens problem med inkompatibilitet.

## **8.3 Förslag till fortsatt forskning**

I detta arbete studeras endast intresset för användning av 3D-CAD och visualisering inom anläggningsbranschen. Vidare bör en undersökning göras om hur visualisering används i andra länder samt vad man gjort för att komma över problemen med att implementera användandet i processen.

Ett annat område är programvaran. Att undersöka för och nackdelar med dagens programvaror kan ses som ett examensarbete för varje program då de är så avancerade att det tar lång tid att sätta sig in i de inbyggda funktionerna. För att kunna ta fram ett nytt program som kan användas av alla inom branschen måste man göra en grundlig kartläggning av vad som önskas av programvaran för att göra den så användbar som möjligt.

## 9 Källförteckning

### 9.1 Böcker

Björklund, Maria & Paulsson, Ulf ; *Att skriva, presentera och opponera*  
Testupplaga 2 (2002)

Patel, Runa & Davidson, Bo; *Forskningsmetodikens grunder- Att planera, rapportera och genomföra en undersökning*, Studentlitteratur, andra upplagan, Lund (1994)

### 9.2 Elektroniska källor

Adobe, [www.adobe.se](http://www.adobe.se) 2004-01-16  
AutoARK, [www.autoark.com](http://www.autoark.com) 2004-01-16  
Autodesk, [www.autodesk.se](http://www.autodesk.se) 2004-01-16  
Bentley Systems, [www.bentleysystems.se](http://www.bentleysystems.se) 2004-01-16  
Discreet, [www.discreet.com](http://www.discreet.com) 2004-01-16  
Dynagraph, [www.dynagraph.se](http://www.dynagraph.se) 2004-01-16  
Graphisoft, [www.graphisoft.com](http://www.graphisoft.com) 2004-01-16  
Kordab, [www.kordab.se](http://www.kordab.se) 2004-01-16  
NovaPOINT, [www.novapoint.com](http://www.novapoint.com) 2004-01-16  
Silicon Graphics, [www.sgi.com](http://www.sgi.com) 2004-01-16  
Sketchup, [www.sketchup.nu](http://www.sketchup.nu) 2004-01-16

Banverket, [www.banverket.se](http://www.banverket.se) 2004-01-19  
Citytunneln, [www.citytunneln.com](http://www.citytunneln.com) 2004-01-19  
CAD-torget, [www.cadtorget.se](http://www.cadtorget.se) 2004-01-20  
Norrköpings kommun, [www.norrkoping.se](http://www.norrkoping.se) 2004-01-20  
VR, <http://pauillac.inria.fr/~codognet/VR.html> 2004-01-19  
Vägverket, [www.vv.se](http://www.vv.se) 2004-01-19

### 9.3 Muntliga källor

Anders Tärnblad, Tekniska Förvaltningen, Lund 2003-12-18  
Ann Cederberg, Tekniska förvaltningen, Lund 2003-12-18  
Marcus Söderlund, Tekniska förvaltningen, Lund 2003-12-18  
Marina Olsson, Tekniska förvaltningen, Lund 2003-12-18  
Karl-Oskar Seth, Tyréns, Malmö 2003-12-16  
Nicklas Carlson, Tyréns, Malmö 2003-12-18  
Per Eneroth, Tyréns, Malmö 2003-12-16  
Anders Follin, SGI, Lund 2003-10-16  
Björn Tillström, Vägverket, Kristianstad 2003-12-17  
Paul Broddesson, Vägverket, Kristianstad 2003-12-17  
Andréas Olsson, Vägverket, Kristianstad 2003-12-17  
Pontus Bengtsson, WSP, Malmö 2003-12-15

## 10 Bilagor

Bilaga A Frågeformulär  
Bilaga B Bilder





## Bilaga A. Material från intervjustudie

## Intervju Infrastruktur

---

Denna intervju är en del av examensarbetet

**” Visualisering och animering i  
anläggningsprocessen ”**

som utföres av Stefan Svensson

för institutionen Konstruktionsteknik

vid Lunds Tekniska Högskola

## Intervjupersonen: 1/8

---

- Hur gammal är du?
- Vad har du för utbildning?
- Hur länge har du jobbat i företaget?
- Vilka är dina nuvarande arbetsuppgifter?
- Var och med vad har du jobbat tidigare?
- Vad tycker du är utmärkande med att jobba i byggprojekt?



LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA  
Lunds universitet

## Informationshantering: 2/8

---

- Hur går ni tillväga vid informationsmöten om byggprojekt som rör allmänheten?
- Vad är vanliga problem i processen?



LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA  
Lunds universitet

## Ritningar: 3/8

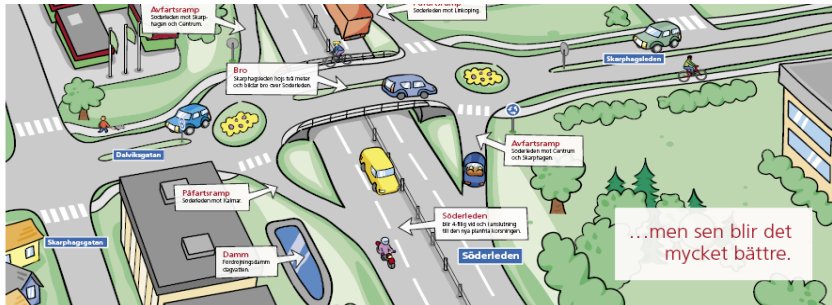
---

- Hur löser du situationer där du måste kommunicera med personer i ett byggprojekt, som inte är vana att läsa ritningar?
- Vad ser du för problem med att använda ritningar i elektronisk form?
- Vad tycker du om att använda datorer i arbetet?
- Vad innebär en visualisering för dig?



LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA  
Lunds universitet

## Hand- eller datorritad illustration



LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA  
Lunds universitet

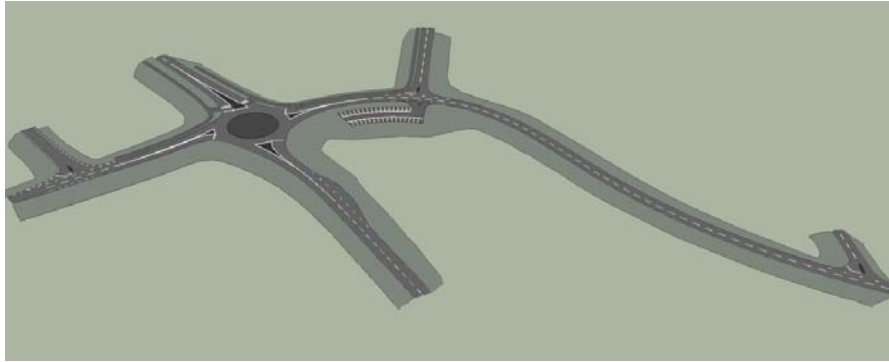
## Fotomontage





LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA  
Lunds universitet

## Autodesk® Architectural Studio 3



LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA  
Lunds universitet

## Autodesk® VIZ 4





LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA  
Lunds universitet

# Autodesk® VIZ 4



LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA  
Lunds universitet

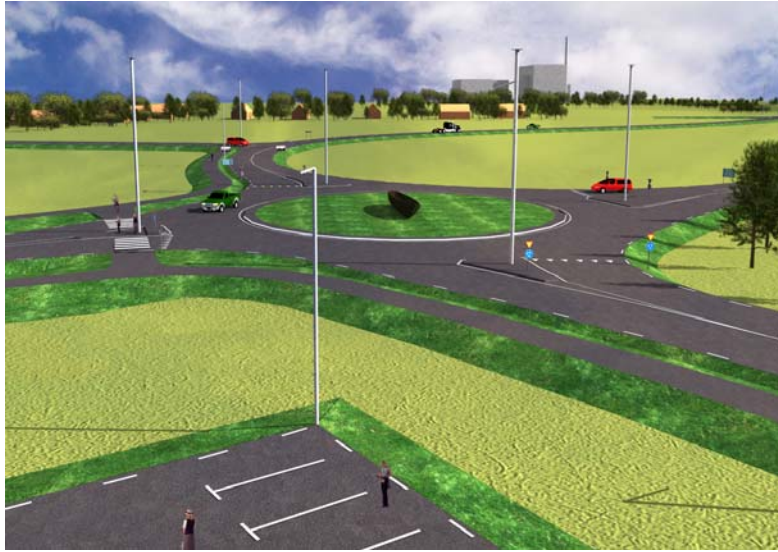
# Autodesk® VIZ 4





LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA  
Lunds universitet

# Autodesk® VIZ 4



LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA  
Lunds universitet

# Film





## Realtidsvisualisering, VR

---



## Projekt: 4/8

---

- Hur stora projekt utför ni vanligtvis?
- Hur stor del av den totala projekteringskostnaden lägger ni i genomsnitt på visualisering?
- Anser du att man med hjälp av visualiseringar kan påverka storleken på ändrings- och tillägsarbeten?



## Programvara: 5/8

- Vilken programvara använder ni vid datorvisualisering?
- Vad har ni för underlag när ni utför en datorvisualisering?
- Upplever du problem med import/export mellan olika program?
- Vad har ni för mål/ambitionsnivå när ni utför visualisering? (fotorealistiska, höjder, volymer)
- Hur har det material ni framställt använts i processen?



## Visualisering: 6/8

- Vad har ni fått för respons av kunder på utfört arbete?
- Vilka för- och nackdelar ser du med att använda visualiseringar i ett byggprojekt?
- När i processen skulle du vilja använda datorgjorda visualiseringar?
- Vem tycker du ska utföra visualiseringen av ett byggprojekt?



LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA  
Lunds universitet

## Visualisering: 7/8

- Vilka bromsklossar tror du att det finns som förhindrar en användning av visualisering om vi bortser från ekonomin?
- Tror du att byggbranschen är redo att använda sig av visualisering?
- Hur tror du att framtiden ser ut för datorvisualisering i byggbranschen?



LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA  
Lunds universitet

## Visualisering: 8/8

- Skulle du vilja att det användes mer handritade illustrationer?
- Skulle du vilja att det användes mer fotomontage?
- Skulle du vilja att det användes mer filmer och animeringar?
- Skulle du vilja att det användes mer realtidsvisualiseringar eller VR-framställningar?
- Vad anser du att man bör göra för att göra användandet av visualiseringar mer kostnadseffektivt?



LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA  
Lunds universitet

## Sammanfattning

---

- Är det något mer du vill tillägga till det vi har pratat om?
- Har du någon kommentar till frågorna och deras innehåll?



LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA  
Lunds universitet

## Intervju Infrastruktur

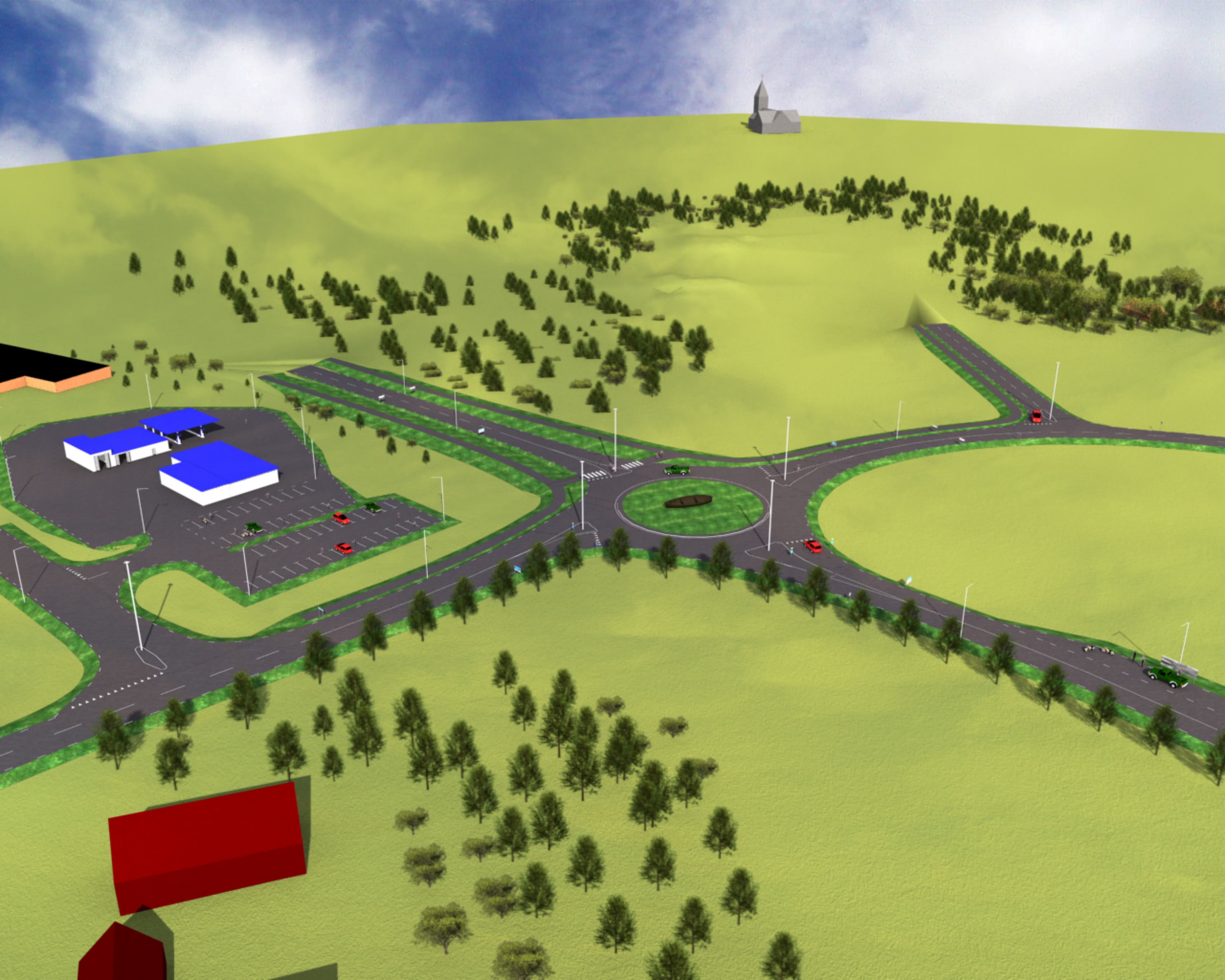
---

Tack för visat intresse

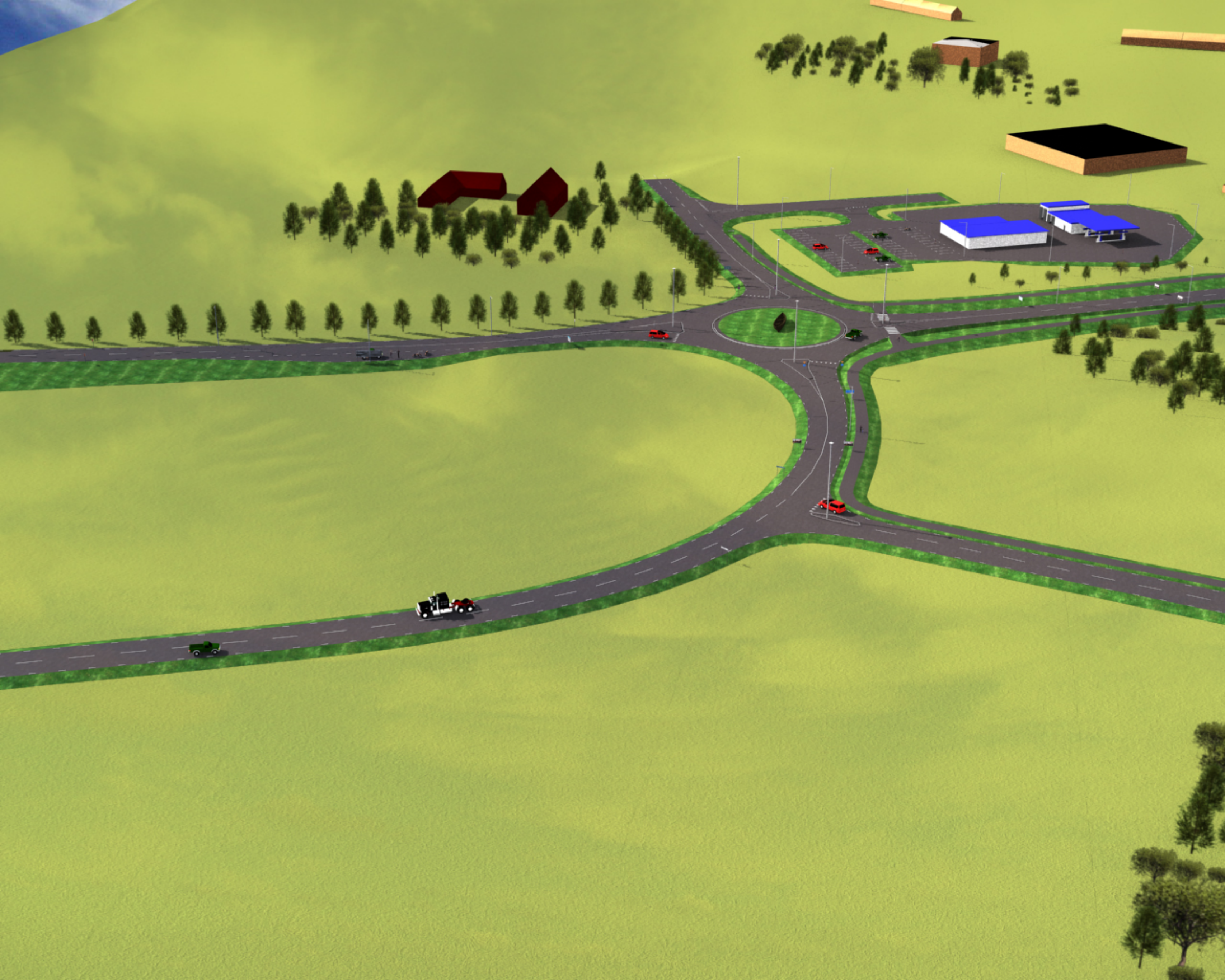


## Bilaga B. Bilder från visualiseringsstudie





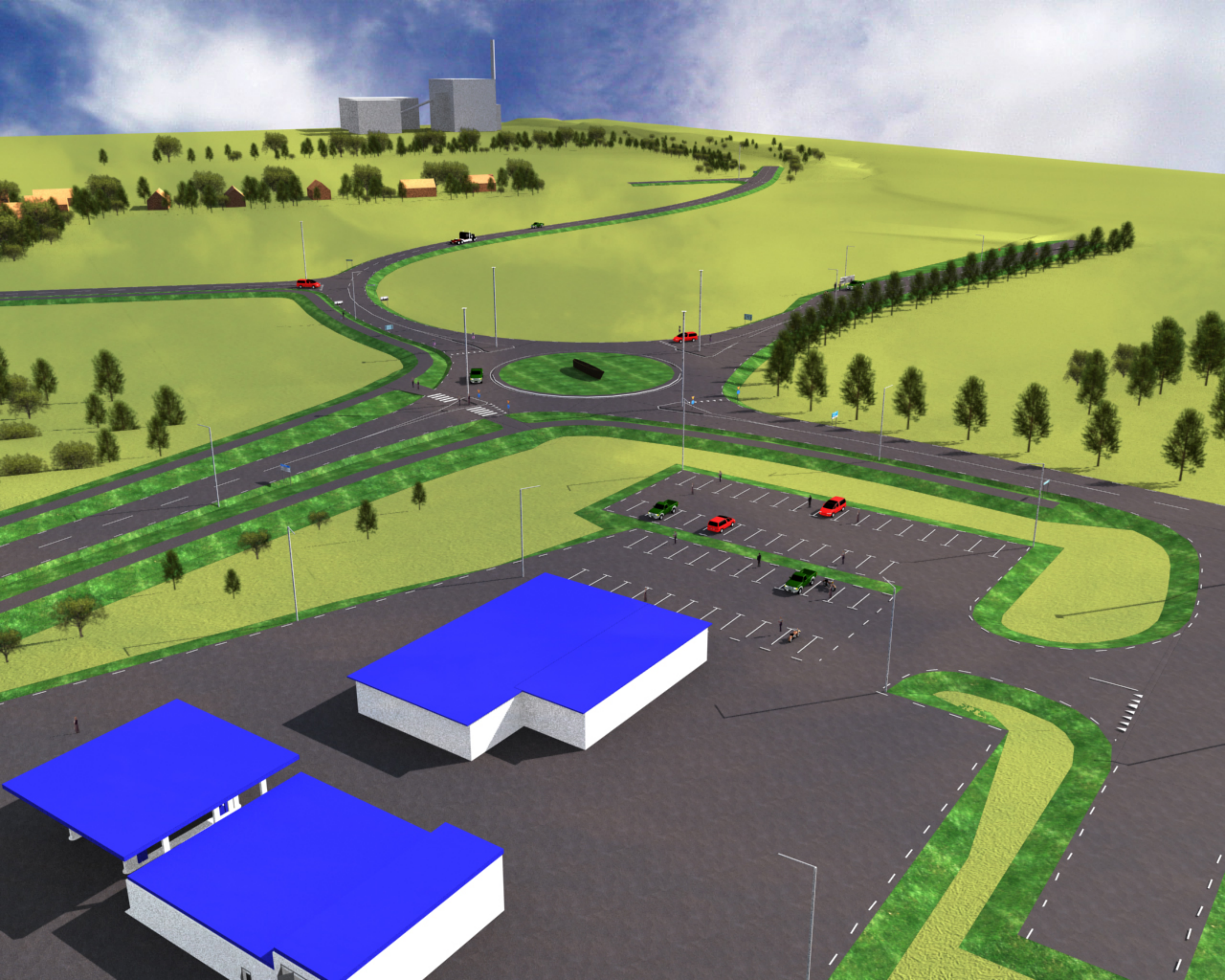








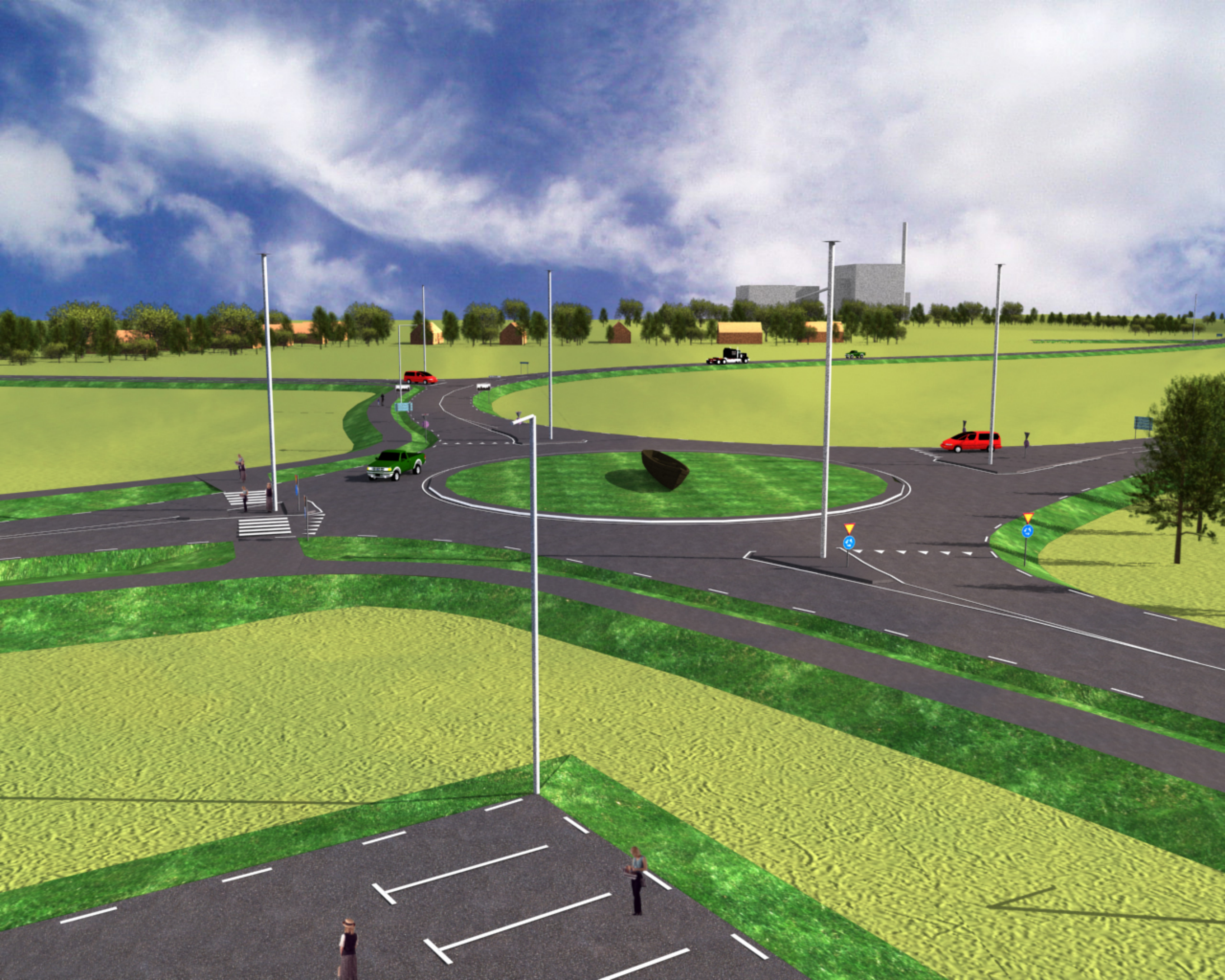




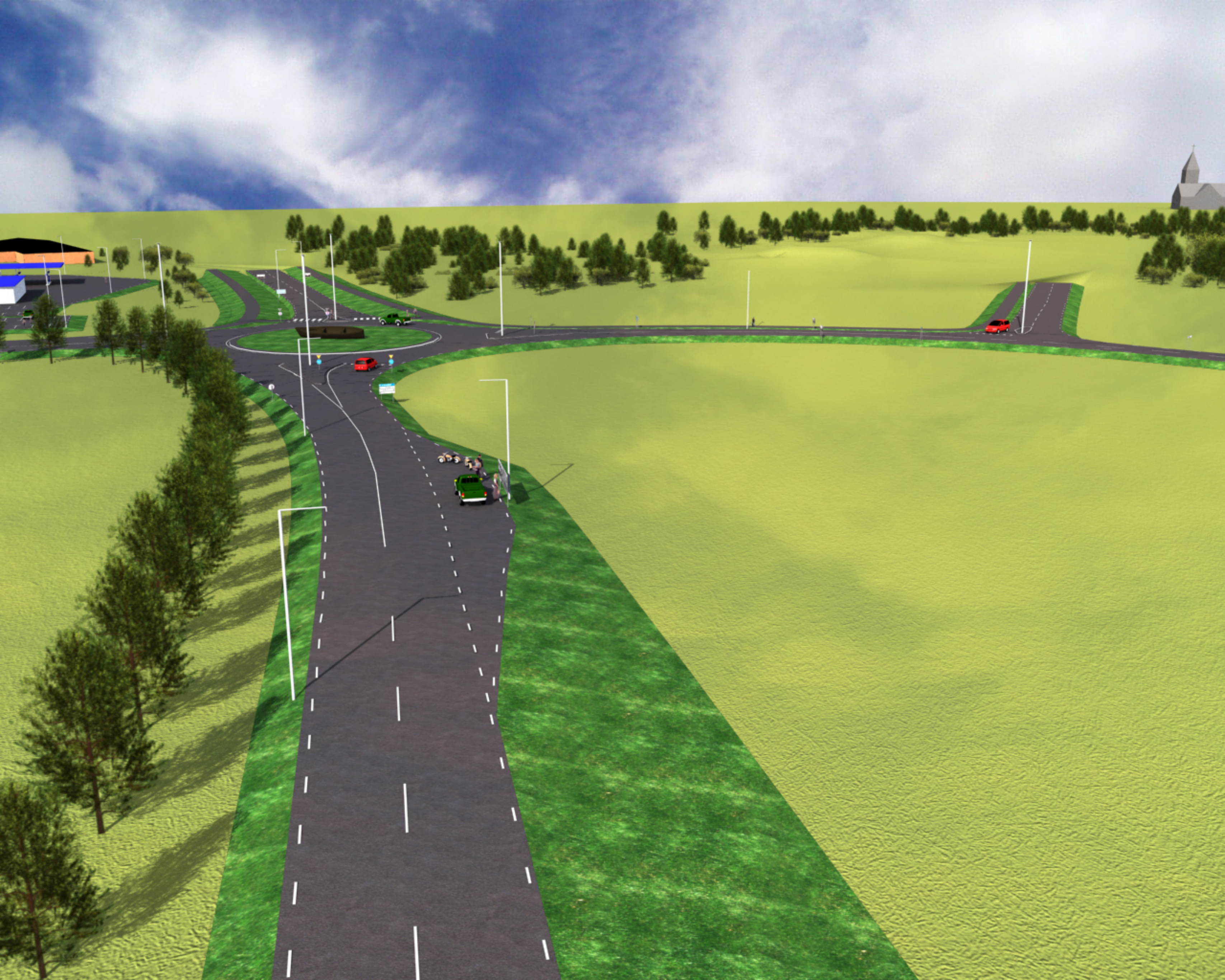
























6 ÅKARP

4 ALNARP

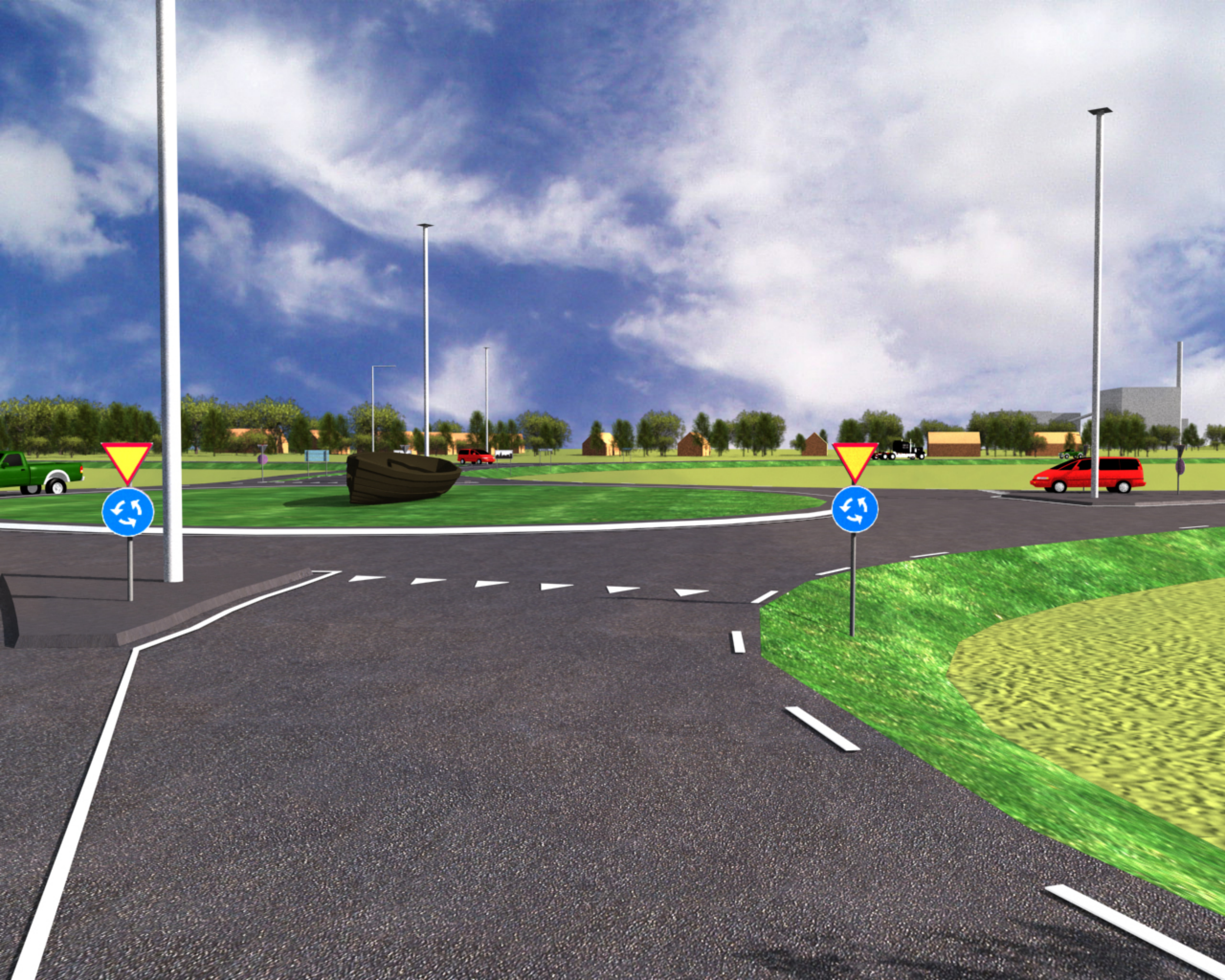
Lindströms

Samåkning

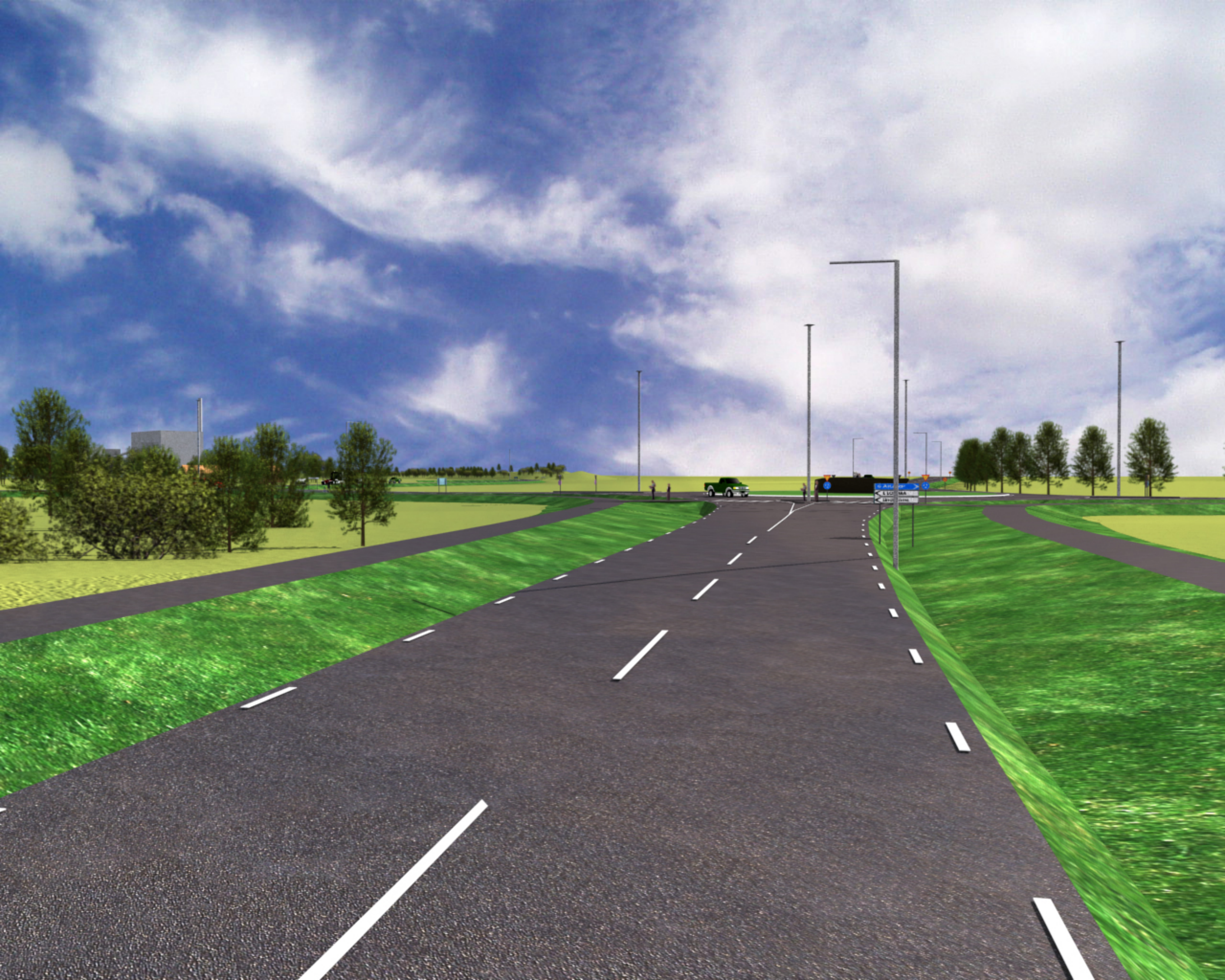




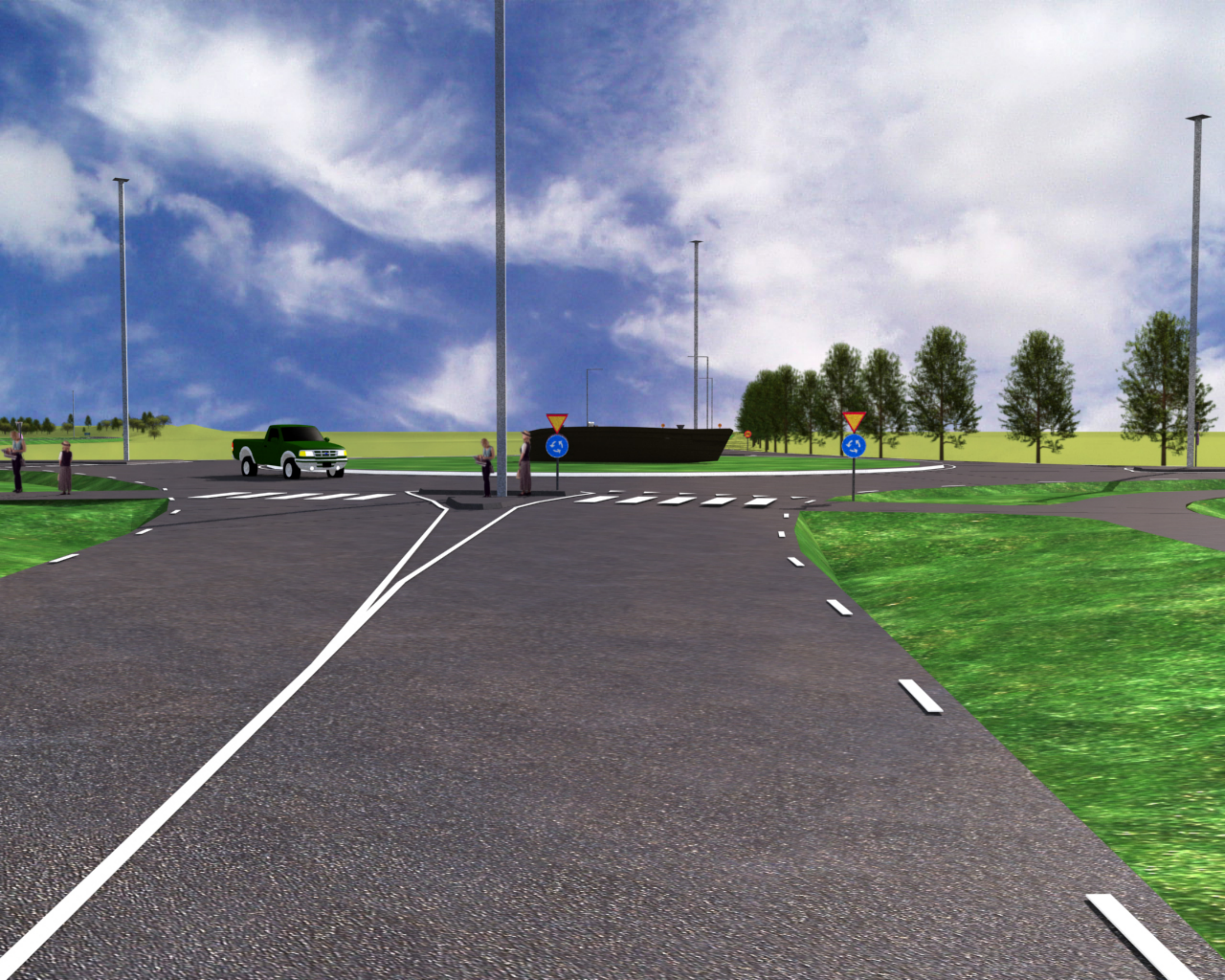
















14 MALMO  
7 LUND  
CENTRUM





