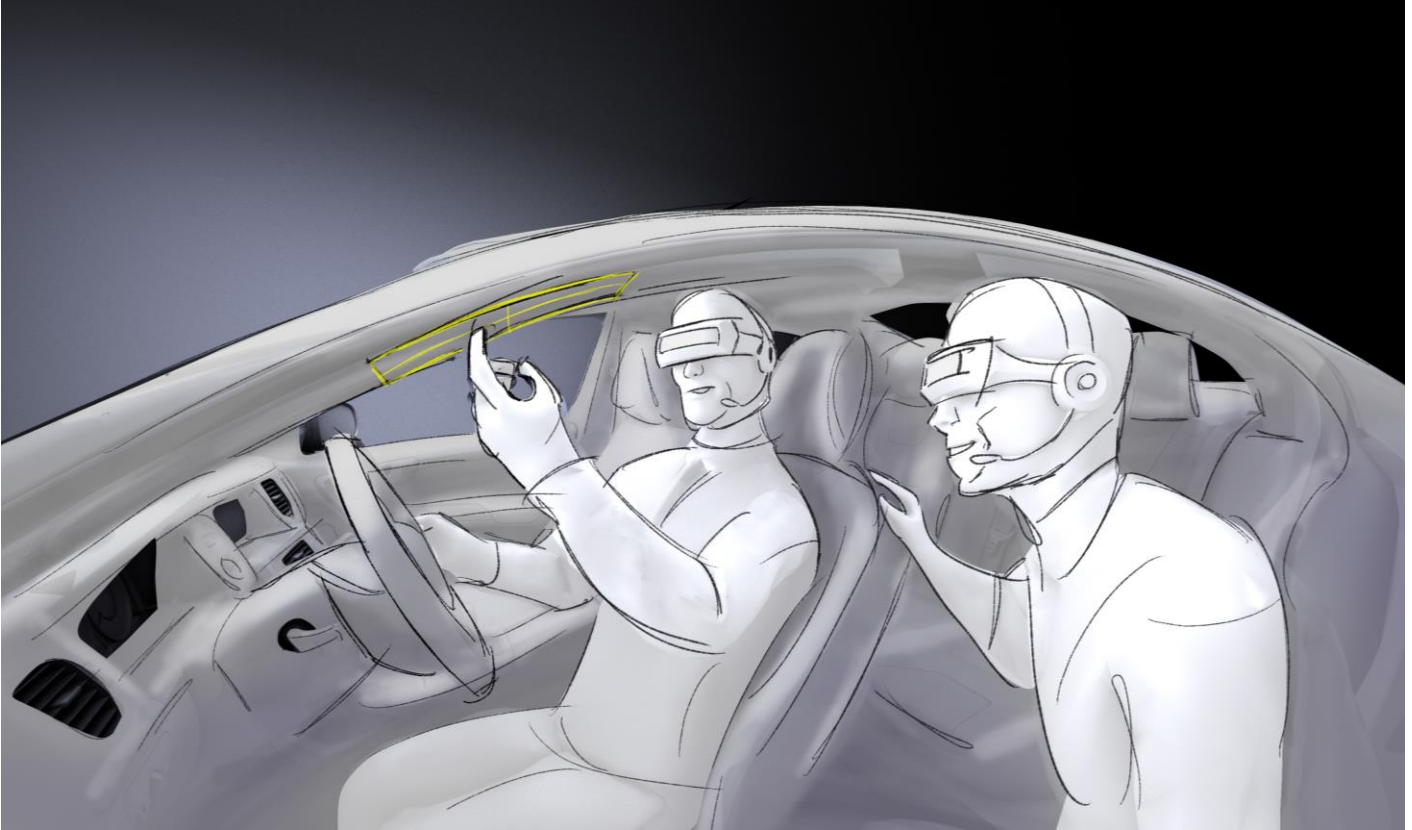




CHALMERS



KONCEPTMODELLERING I EN VIRTUELL VERKLIGHET

En undersökning på Volvo Cars Design i hur virtuell teknik kan assistera som designverktyg, genom användarstudier, utvärderingar och marknadsanalys, resulterande i ett framtida koncept med rekommendationer

Kandidatarbete inom Design och produktutveckling

KARL KRÖSS

MARCUS MALONE

Institutionen för Design och produktutveckling
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2018

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet

KONCEPTMODELLERING I EN VIRTUELL VERKLIGHET

En undersökning på Volvo Cars Design i hur virtuell teknik kan assistera som designverktyg, genom användarstudier, utvärderingar och marknadsanalys, resulterande i ett framtida koncept med rekommendationer

KARL KRÖSS

MARCUS MALONE

HANDLEDARE: HÅKAN ALMIUS

EXAMINATOR: HÅKAN ALMIUS

Konceptmodellering i en virtuell verklighet

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet IMSX20
Institutionen för Design- och Produktutveckling

© Karl Kröss, Marcus Malone

Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg, Sverige
Telefon: 031-772 10 00
Web: www.chalmers.se

Omslagsbild: Karl Kröss

Tryckeri: Repro Service Chalmers
SE-412 96 Göteborg, Sverige
Telefon: 031-772 10 00
Tryckår: 2018

Förord

Denna rapport är ett examensarbete inom design- och produktutveckling i samarbete med Chalmers tekniska högskola och Volvo Cars AB. Studien pågick under 2018, från januari till juni. En stor del av denna tid har tillbringats hos Volvo Cars Design.

Vi vill först och främst tacka alla modellörer och designers på Volvo som deltagit i studien. Tack för att ni tog er tid och delade med er av era idéer, tankar och expertis. Utan er hade resultatet varit föga och projektet inte lika roligt att genomföra.

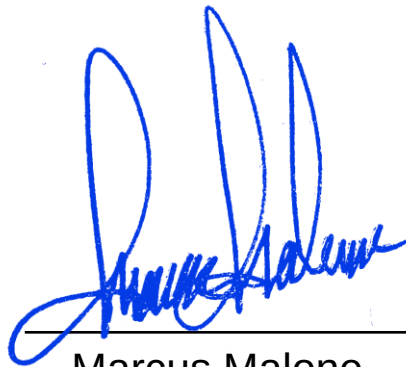
Speciellt tack till Fredrik Wallmander som, genom sin entusiasm och intresse för projektets utveckling, hjälpt till att samordna alla gruppmetoder och givit tillgång till utrustning. Lars Stålberg som bidragit med tips, information och expertis inom datamodellering och teknikutveckling. Rickard Franklin som varit med och hjälpt till att initiera projektet.

Vi vill även tacka er på visualiseringsavdelningen som suttit oss nära och bidragit med allehanda hjälp och visdom. Ert engagemang har varit till stor nytta och glädje igenom projektet.

Sist men inte minst vill vi även tillägna ett stort tack till vår handledare och examinerator Håkan Almius på Chalmers för sin goda rådgivning och som alltid har funnits tillgänglig.



Karl Kröss



Marcus Malone

Sammanfattning

I rapporten beskrivs en undersökning i hur virtual reality (VR) kan appliceras som designverktyg i en konceptmodellörs arbetsflöde på Volvo Cars Design. Syftet är att identifiera, genom användarcentrerade studier, de krav som ställs på en modellör i dennes vardagliga arbetsprocess och hur VR-tekniken potentiellt kan assistera i arbetet.

Undersökningen inleds med en granskning av den befintliga VR-tekniken följt av en användarcentrerad studie om modellörens arbete och roll i designprocessen. Ifrån detta skapas en sammanfattande kravbild som används i vidare undersökning om hur VR kan integreras i arbetsflödet. Den integrerande studien görs genom utvärderingar av befintliga VR-mjukvaror och en marknadsanalys av den framtida tekniken. Resultaten mynnar slutligen ut i ett framtida slutkoncept som agerar som en riktlinje vart VR-tekniken är på väg och hur den kan appliceras som arbetsredskap enligt den framtagna kravbilden. Detta avslutas sedan med rekommendationer i vad som kan göras i dagsläget.

Resultaten visar att VR-tekniken har en god framtidspotential inom evaluering av form och som en kollaborativ kommunikationsplattform. Undersökningen visar också att granskning av modeller och nätverkande i VR kan appliceras i kommunikativa syften mellan modellörer och designers på Volvo, men, för att anses ha värde, behöver tekniken anpassas till att bli mer förståelig, lättanvändbar och tillgänglig för användarna. Studien visar att i deras arbete kan en sådan anpassning ge en ökad gemensam förståelse för modeller, särskilt gällande dess verkliga proportioner och hur de uppfattas ur mänskligt perspektiv, vilket effektivt kan underlätta i att bygga önskvärda modeller anpassat för människan.

Slutkonceptet presenterar en flexibel mjuk- och hårdvaruplattform, innehållandes tillämpningar av framtida teknik, som ger en riktlinje i hur en sådan anpassning bör se ut. Rekommendationer i nuläget består i hur man kan bringa VR närmare en modellörs skrivbordsplats och hur de kan användas i vardagssammanhang. Dessutom rekommenderas vidare teknisk granskning av funktioner som presenteras i slutkonceptet för ytterligare förbättringar.

Innehållsförteckning

Förord	
Sammanfattning	
1. Introduktion	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	1
1.3 Frågeställning	2
1.4 Avgränsningar	2
1.5 Arbetsgång	2
2. Teoretisk referensram	4
2.1 Modelleringstermer	4
2.3 VR-termer	6
2.2 Företagstermer	8
3. Metod & Genomförande	10
3.1 Inledande studie	10
3.1.1 Litteraturstudie	10
3.1.2 Inledande intervjuer	10
3.1.3 Observationer	11
3.1.4 Enkätstudie	12
3.1.5 Fokusgrupp	12
3.1.6 Personas	13
3.2 Kravbild	13
3.2.1 KJ-analys	14
3.3 VR-integrerande studie	14
3.3.1 Utvärdering av VR-teknik	14
3.3.2 Omvärldsanalys – PEST	15
3.4 Konceptgenerering	16
3.4.1 Första idégenerering	16
3.4.2 Konceptutvärdering med workshop	16
3.4.3 Konceptutvärdering med uppdragsgivare	18
3.4.4 Viktad kravlista	18
3.5 Slutkoncept	19
4. VR-tekniken idag	20
4.1 VR-tekniken generellt	20

4.2 Visningskvalité i HMD	23
4.3 Mjukvaror i VR	24
4.4 Hälsoaspekter.....	25
5. Resultat av användarstudier	26
5.1 Intervjuer och observationer	26
5.1.1 Designprocessen på Volvo Cars Design	26
5.1.2 Kommunikation och samarbete.....	27
5.1.3 Modelleringsarbetet	29
5.1.4 Granskning av modeller	31
5.1.5 VR på Volvo - förr och idag	33
5.2 Enkätstudie.....	35
5.3 Fokusgrupp	38
5.4 Personas	43
6. Modellörens kravbild.....	44
6.1 Krav på modellör	44
6.2 Önskemål kring VR.....	45
6.3 Kravlista.....	46
7. Utvärdering av VR och dess framtid	48
7.1 Utvärdering av VR	48
7.1.1 Gravity Sketch	48
7.1.3 Tilt Brush	52
7.1.2 Autodesk VRED.....	53
7.1.3 Autodesk Alias 2019	54
7.2 Omvärldsanalys om framtiden	55
7.2.1 Tekniska faktorer	55
7.2.2 Politiska faktorer	60
7.2.3 Ekonomiska faktorer	61
7.2.4 Sociala faktorer.....	62
7.3 Framtida krav för en konceptmodellör.....	63
8. Tidiga koncept med utvärdering.....	64
8.1 Tidiga koncept	64
8.1.1 Koncept 1 - Skrivbordsevaluering	64
8.1.2 Koncept 2 – Kommunikativ modellskissning.....	65
8.1.3 Koncept 3 – Kompatibel modellering.....	66
8.2 Konceptutvärdering med workshop.....	67
8.3 Konceptutvärdering med uppdragsgivare	70

8.4 Viktad kravlista	71
9. Slutkoncept	73
9.1 Volvo Virtual Visualizer	73
9.1.1 Virtuellt evaluerande	74
9.1.2 Virtuellt kommunikationsplattform	76
9.1.3 Utrustning	78
9.1.4 Interface.....	79
9.2 Miljömässiga och etiska överväganden.....	80
10. Rekommendationer	81
11. Diskussion	83
11.1 Generellt.....	83
11.2 Resultat och metodval	83
11.2.1 Inledande intervjuer	83
11.2.2 Enkätstudien	84
11.2.3 Fokusgrupp.....	84
11.2.4 Konceptutvärdering med workshop	84
12. Slutsats	85
Källförteckning.....	86
Tryckta källor	86
Internetkällor.....	86
Bilder	88
Bilagor	90
Bilaga A – Intervjudata.....	90
Spontanintervjuer Volvo Cars Design	90
Intervju med Senior Design Manager.....	93
Bilaga B – Enkät och enkätdata.....	95
Enkät svar	100
Bilaga C – Fokusgrupp	112
Bilaga D – KJ-analys	120
Bilaga E – Workshop (underlag och data)	122
Bilaga F – Konceptutvärdering.....	124
Bilaga G – Historia om VR.....	126

1. Introduktion

Introduktionen beskriver bakgrunden till projektet och dess upplägg. Upplägget inleds med uppsatt syfte och mål med tillhörande frågeställning. Detta fortsätter sedan med en redogörelse av satta avgränsningar och planerad arbetsgång.

1.1 Bakgrund

Datorsimulerad verklighet har genom år av utveckling fått en allt mer framträdande roll inom produktdesign. Tekniken har på senare år gjort markanta framsteg - mycket tack vare satsningar från IT-jättar (exempelvis Microsoft, Google, Intel, Facebook) där hundratals anställda arbetar fulltid med dess fortsatta utveckling. Med storföretag som dessa, som vardera satsar mångmiljonbelopp mot ett och samma mål, så anser nu allt fler att utvecklingstakten för virtual- och augmented reality kommer öka markant. Detta kan leda till att tekniken kommer att utmana traditionella metoder och krav på hur man kommer arbeta i den framtida industrin.

Volvo Cars Design har sedan några år tillbaka deltagit i samarbetsprojekt för att utveckla virtual- och augmented reality kring bilindustrin. Tekniken har här använts i ett utforskande och experimentellt stadie där man bland annat utnyttjat den i skapande-, diskussions- och presentationssyften. Exempelvis finns möjligheten redan nu att skissa former och volymer samt analysera och kommunicera koncept i en intuitiv virtuell miljö. Tekniken uppskattas med nyfikenhet och entusiasm men har i sitt tidiga stadie ännu inte satts i system att användas som ett självklart verktyg för en konceptmodellör.

1.2 Syfte och mål

I detta projekt kommer virtual reality (VR) undersökas som designverktyg och hur den i sitt nuvarande och framtida stadie potentiellt kan assistera i konceptskapande och modellering av bilar. Arbetet kommer att genomföras utifrån vetenskapen om användarcentrerad produktutveckling. Detta för att projektet ska tillbringa upplevd användarvänlighet och nytta i arbetsflödet för konceptmodellörer.

Målet med projektet är att finna och värdera tänkbara tillämpningar av VR inom konceptmodellering. Detta för att effektivisera arbetet utifrån den framtida kravbild som kan ställas på en konceptmodellör hos Volvo Cars Design om två år. Projektet kommer resultera i ett slutkoncept med VR som beskriver tänkbara lösningar kopplat till konceptmodellörens krav följt av rekommendationer.

1.3 Frågeställning

Frågeställningen är ett tydliggörande komplement till att kunna svara på uppsatt syfte och mål. Detta inleds med en explorativ undersökning av VR-tekniken och designprocessen hos Volvo Cars Design. Därefter fokuserar frågorna på hur man kan integrera tekniken i konceptmodellörens arbetsflöde.

- Hur kan VR vara ett önskvärt verktyg i modellörens arbete?
 - Vad är och hur fungerar VR idag?
 - Hur fungerar designprocessen på Volvo Cars Design - Vad görs vid de olika stegen och vilka krav ställs på modellören?
 - Vilka styrkor och svagheter anser man att det finns gällande VR?
 - Hur anses VR kunna underlätta i arbetet?
- Hur kan VR appliceras som ett effektivt verktyg i framtiden?
 - Hur drivs utvecklingen av andra företag och gemenskaper inom modellering?
 - Kommer det ställas nya förändrade krav? I så fall, vilka?
- Är det möjligt och önskvärt att göra förändringar i arbetet redan idag?

1.4 Avgränsningar

I syfte att hålla projektet inom möjliga tidsramar och tillgängliga resurser ska vissa avgränsningar hållas. Projektet kommer utföras på Volvo Cars Design med inriktning kring bildesign. Arbetet ska kretsa kring företagets designprocess, anställda och tillgänglig datautrustning. Utrustningen som företaget använder är VR med huvudmonterad display (HMD), och därmed kommer projektarbetet att främst fokusera kring denna typ av teknik. All beskrivning kommer av praktiska skäl vara av antagandet att läsaren redan har en grundläggande teknisk förståelse inom datorkunskap.

1.5 Arbetsgång

Arbetsgången beskriver hur man praktiskt ska gå tillväga i metod för att besvara projektets mål med tillhörande frågeställning. En schematisk bild ges i figur 1. En mer detaljrik redogörelse om metodernas innehåll och hur de genomfördes finns att läsa i kapitel 3.

Projektet innefattar en inledande studie om VR och designprocessen hos Volvo Cars Design. Detta initieras med en litteraturstudie hur VR-teknologin fungerar och vad som erbjuds på marknaden idag. Studien fortsätter sedan att undersöka företagets designprocess genom användarstudier. Fokus ligger delvis på hur konceptmodellören arbetar - vilka metoder denne använder sig av och hur kommunikationen sköts. Delvis även vilka erfarenheter och åsikter man har om att integrera VR i arbetet. En kravbild av modellörens arbete framställs utifrån detta samt en sammanfattning på önskemål om VR.

Efter den inledande studien följer en integrerande studie i hur VR kan användas i modellörens arbetsflöde. Detta består av en testutvärdering av befintliga VR-mjukvaror inom modellering. Därefter följer en marknadsanalys om hur omvärlden gällande VR bör se ut i framtiden. Detta leder till en sammanställning av framtida krav för en konceptmodellör.

Följaktligen resulterar allt i en konceptualiseringsfas där ett antal lösningar genereras. Dessa utvärderas i en workshop och genom diskussion med anställda. Responsen resulterar i ett slutkoncept med VR som beskriver tänkbara lösningar kopplat till de krav som en konceptmodellör har. Slutligen ges rekommendationer av vad som kan göras idag för att gynnsamt kunna integrera VR i arbetsflödet.



Figur 1 – Schematisk bild över den planerade arbetsgången.

2. Teoretisk referensram

I detta kapitel ges ett kortfattat förtydligande av återkommande termer i rapporten. Syftet är att man här effektivt kan få en förklaring till ordens innebörd så att detta inte behöver repeteras i den löpande texten. Termerna har delats in inom modellering, VR och interna företagsbenämningar på Volvo Cars Design.

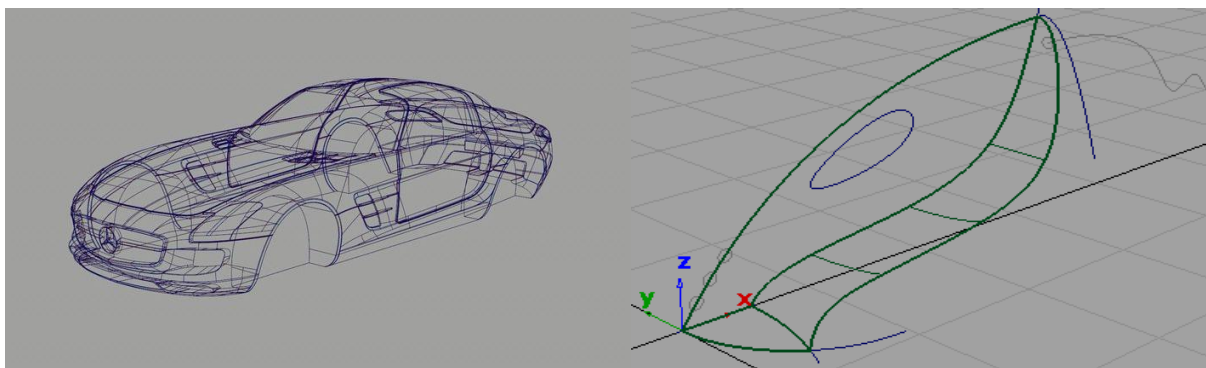
2.1 Modelleringstermer

Scen

I 3D-programvara är en scen en arbetsyta där geometrier kan representeras och modifieras. Detta sker i ett navigerbart tredimensionellt koordinatsystem. Scenen består oftast av wireframe och ytor. Den kan även innehålla ljussättning, materialsättning och kameror. Scenen kan snabbt bli datakrävande och tung att navigera i. Programmet löser ofta detta genom att visa objekten i en förenklad men visuellt förståelig version.

Wireframe

En wireframe (trådmodell) är en visuell presentation av en 3d-modell. Det är en term för uppbyggnaden av modellen, bestående av punkter och kurvor som genom uträknade matematiska möten bygger upp ett visuellt ihopkopplat nätverk som representerar ett objekt. I Alias Autodesk består detta av koordinatbaserade punkter och ihopkopplade linjer.



Figur 2- Exempel på wireframe i en Autodesk Alias-scen (Autodesk, 2018).

NURBS

NURBS står för *Non-Uniform Rational B-Spline*, vilket är en teknik för att representera geometrier inom 3D-grafik. Den används av vissa 3D-programvaror såsom Autodesk Alias. Metoden bygger på matematiska samband hos geometrier som ger hög kontroll i position och ytors övergångar. En NURBS-yta består av NURBS-kurvor som tillsammans utgör ett fyrsidigt område (Johannesson, Persson, och Pettersson 2013).

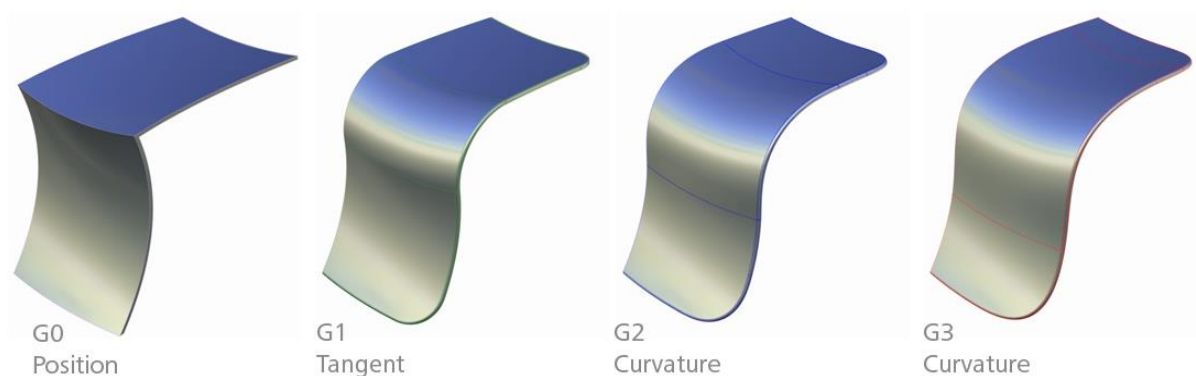
CV

CV är en förkortning för *control vertices*. Det är punkter som bestämmer hur en NURBS-kurva ska böja sig längs ett givet avstånd (Autodesk Knowledge Network, 2018).

Kontinuitetsvillkor

Kontinuitetsvillkor är i Alias ett krav på geometriska övergångars mjukhet, klassificerade G0, G1, G2 och G3. (Alias Automotive 2018)

- G0: Ett positionsmöte. Två kurvor möts endast positionellt i en och samma punkt. Mötet upplevs kantigt.
- G1: Ett tangentiellt möte. Kurvorna möts i samma punkt. En linje behöver ha 2 parallella CV-punkter längs med mötet. Mötet upplevs som att linjerna hör ihop med ett markerat ljusblänk.
- G2: Ett kurvaturmöte. Kurvorna möts i samma punkt. Den mötande linjen behöver ett ökat krav av 3 CV-punkter med samma radiella inriktning vid mötet. I mötet upplevs inget markerat ljusblänk utan ytorna går samman till en och samma.
- G3: Klassas också som ett kurvaturmöte, men med ännu ett högre krav i radiell inriktning på mötet i form av 4 CV-punkter.



Figur 3 - Kontinuitetsvillkor mellan två ytor i Autodesk Alias (Autodesk, 2018)

Polygon Mesh

En polygon mesh (polygonyta) består av punkter, linjer och ytor och är ett sätt att representera en geometri inom 3D-grafik. Polygonytor består av en plan yta som minst består av tre punkter och tre raka linjer som tillsammans bildar en triangel, men ytan kan även bestå av fler linjer och punkter. Genom att sammanlänka polygonytor kan en bild av en större friformsyta skapas. Kvaliteten på friformsytan beror på antalet polygonytor som den representeras av. Ju fler och mindre polygonytor, desto bättre representation (Johannesson, Persson, Pettersson, 2013).

A-klass

A-klass är en vanligt förekommande term i modelleringssammanhang. Kortfattat beskrivs det som en optimerad önskvärd modell. Vad en optimerad önskvärd modell är varierar i bedömning beroende på företag och personer. Det är således kontexten modellen används i som definierar kvalitén och om den klassas som A-klass. Inom Volvo Cars Design är det en

modell med höga tekniska och estetiska ytkrav. Detta består av en mängd krav på bland annat toleranser, fördelning av kontrollpunkter och kontinuitetsvillkor (G1, G2 och G3).

Stillbilda-rendering

En stillbilda-rendering är en bild eller en serie av bilder som kalkylerats fram av en programvara utifrån en scen. Det som skiljer en stillbilda-rendering ifrån att se objektet direkt i scenen är att man ger datorn tillåtelse att använda resurser till att bygga upp hur objektet egentligen ser ut ifrån den oftast förenklade scenversionen. Processen tar en viss tid att räkna fram och det kan variera från millisekunder till över flera dagar beroende på datorkraft och scenens komplexitet.

Realtids-rendering

En realtids-rendering är, likt en vanlig stillbilda-rendering, en kalkylerad bild ifrån en scen. Skillnaden är att det är en optimerad rendering som hinner arbeta fram bilden i realtid. Den renderade bilden upplevs således naturlig för ögat, likt om man skulle titta på ett rörligt objekt i verkligheten. Realtids-rendering är därför essentiellt för att man ska kunna interagera med scenen utan upplevd fördröjning. Ett tydligt exempel på applicerad realtids-rendering är dagens spelmotorer där objekt interagerar i en artificiell miljö. Autodesk VRED är ett annat exempel som används i syfte att granska och presentera 3d-modeller.



Figur 4 – Realtids-rendering i ett racingspel (t.h.) och i Autodesk VRED (t.v.) (GTR Revolution, 2014 & Volvo)

Tessellering

Inom 3D-grafik är tessellering en term på en process som läser in en geometri och omfördelar dess ytor till ett efterföljande steg. Detta går till genom att geometrin konverteras om till subtrianglar baserade på önskad detaljnivå (Segal, Akeley, 2010).

2.3 VR-termer

VR - Virtual Reality

VR är en bred term som har innefattat en mängd olika tekniker genom tiderna. Den gemensamma nämnaren är att de ämnar simulera en verklig eller påhittad miljö där användaren upplever sig närvarande (foundry.com, 2018). Detta möjliggörs genom artificiellt sensoriska upplevelser såsom syn och haptik.

HMD – Head-mounted display

HMD är en teknisk lösning som används för att innesluta användaren i den virtuella världen genom ett par glasögon. I VR-glasögonen finns två displaypaneler monterade, som med hjälp av optiska linser presenterar användaren med digital grafik. HMD:t spårar även användarens huvud i position och rörelser i som sedan synkroniseras med den visade grafiken. Allt detta i kombination bidrar till en stark inlevelse i den virtuella världen. Samma teknik används även för dagens HMD-baserade AR-lösningar, med skillnaden att användaren samtidigt kan se verkligheten genom en transparent display (vrs.org.uk, 2018).



Figur 5 - Exempel på HMD för VR (t.v.) och AR (t.h.) (Oculus, 2018 & Metavision, 2018)

Head-tracking

Positionsbestämning av användarens huvud i rummet. Detta är en viktig komponent som används i HMD-tekniken för att simulera virtuell verklighet. Oftast görs detta genom att glasögonen är försedda med IR-sensorer som registrerar IR-ljus från tillhörande externa basstationer - benämnt inside-out-tracking. Positionsbestämning kan även göras utan extern utrustning, via sensorer och kameror som är inbyggda i HMD:t - benämnt outside-in-tracking. Huvudet lutning och rotation bestäms med hjälp av elektroniskt gyroskop och accelerometer (vrs.org.uk, 2018).

AR - Augmented Reality

AR är ett begrepp som används då man vill förstärka den faktiska verkligheten med datorgenererade sinnesintryck i realtid. Detta begrepp är således snarlikt VR med skillnaden att det digitala här integreras in mer i det verkliga. AR med HMD bygger på att element av digital grafik vävs samman med det faktiska rummet - användaren har således full uppfattning av sin verkliga omgivning, samtidigt som denne kan se det digitala materialet. Detta kan jämföras med VR i HMD-format där användaren innesluts helt i en digital värld som avskärmar denne från den riktiga.

MR - Mixed Reality

Mixed reality betyder att man blandar verkliga och virtuella element till att skapa nya miljöer som användaren kan interagera med i realtid. Begreppet används allt mer sällan i fördel för AR i HMD sammanhang (foundry.com, 2018). Av denna anledning används inte termen i detta arbete.

Multi-user

Multi-user betyder att fler än en användare har möjligheten att befinna sig i den virtuella världen samtidigt (Irisvr.com, 2018).

6DoF – six degrees of freedom

6DoF är en term som beskriver sex grader av rörelsefrihet, vilket är nödvändigt för att en VR-användaren med HMD ska känna full inlevelse i den virtuella världen. De tre första delarna av rörelsefriheten är 3d-position i rummet; X-, Y-, och Z-led. De tre andra består av rotation kring X-, Y-, och Z-axlarna (thetechguy.com, 2016).

CAVE

CAVE är en förkortning för *CAVE Automatic Virtual Environment* (the CAVE, 1992), vilket är ytterligare en teknik för att simulera en virtuell verklighet. Detta fungerar genom att användaren står placerad i centrum runt en serie väggar som bildar ett rum. Rummet kan variera i sin form beroende på appliceringsområde men är oftast kubformat. Den virtuella miljön projiceras på väggar (eventuellt även tak och golv) genom bakomliggande projektorer. Bilderna på varje vägg är stereoskopiska vilket skapar en illusion av 3D på en platt yta.

2.2 Företagstermer

God teori

God teori är en bred term för en arbetsgång där en 3D-modell byggs upp på ett logiskt och enkelt modifierbart sätt. Arbetsgången består av att få till enklast möjliga geometri som tydligt beskriver önskad form. Kurvor och ytor bestäms så att de förstår sin samhörighet genom enkelt modifierbara matematiska samband. Detta gör modellen både förståelig och flexibel inför framtida ändringar. En modell som inte är uppbyggd med god teori kan så småningom börja låsas fast i sin form och kräva omfattande arbete för att ändra - i värsta fall leda till att man då måste bygga om modellen från grunden. God teori kräver oftast avancerad matematisk programvara, programkunskap och erfarenhet av modellör.

DSM

DSM står för Digital Surface Model och är en del av hur företagets designprocess är uppbyggd. Olika DSM-nivåer (DSM0, DSM1, osv.) fungerar som portar för designprocessen där specifika krav måste vara uppfyllda för att modellen ska kunna passera vidare. Kraven består av att konceptmodellen är formmässigt utarbetat enligt A-klass, i en viss tolerans- och gradtal (beroende på DSM-nivå), med slutligt expertgodkännande. Marginalen av ändringsmöjligheter minskar allt eftersom DSM nivåerna ökar fram till faktiskt produktion av prototyp.

A-yta och B-yta

A-yta kallas alla ytor som man normalt sett ser på bilen ifrån brukarens perspektiv. Detta gäller både exteriört och interiört. B-yta är alla icke-synliga ytor såsom ytor vända mot inre maskineri.



Figur 6 - Exempel på A-yta (t.v.) och B-yta (t.h.)

Designavdelningen

Designavdelningen ansvarar för att generera, utveckla och förmedla koncept.

Designavdelningen bär det yttersta ansvaret för hur bilen skall formges, och arbetar därför tätt med modellören i en iterativ process för att CAD-modellerna ska förmedla den vision som designern har skapat.

Modelleringsavdelningen

Modelleringsavdelningen är indelade i främst två undergrupper – interiört och exteriört - samt de som jobbar i tidig fas ("konceptavdelningen") och sen fas ("A-klass-avdelningen").

Konceptavdelningen är den undergrupp av modelleringsavdelningen som arbetar med att generera tidiga konceptmodeller från designers underlag. Detta består av diverse modellkoncept på alla synliga A-ytor på bilen. Deras uppgifter varierar och kan bestå allt ifrån hela bilar till små komponenter. Modellerna ger ett underlag som används i rutinemässiga design reviews och oftast i god teori för senare utveckling. Arbetet sker framförallt under DSM-0 ner till DSM-3.

A-klass-avdelningen är den andra gruppen av modellörer som tar över efter konceptavdelningen fått fram de tidigaste modellerna. Fortsatta förändringar som A-klass arbetar med på modellerna sker med små toleranser och ökande mindre fram till faktiskt produktion av prototyp. A-klassmodellörerna arbetar också, likt konceptmodellörerna, med designers men med ökat fokus på den ingenjörsmässiga detaljer.

Visualiseringsavdelningen

Visualiseringsavdelningen arbetar primärt med att få modeller visuellt presentabla och har således tätt samarbete med design och marknad. Detta innebär bland annat uppgifter såsom fotografering, ljussättning, kamerariggning, uppbyggnad av digitala texturer och miljöer. Upplevelse och känsla är i fokus. Avdelningen innehar flera kunskaper inom VR.

Design Review

En design review fungerar som ett möte där koncepten analyseras av projektgrupper och designchefer. Under mötet diskuteras fördelar och nackdelar mellan varje koncept och deras fortsatta utveckling. Typen av detaljerna varierar i allt ifrån en bils helhetsform till linjerna på en mindre yta. Mötena sker regelbundet före beslut om designändring.

3. Metod & Genomförande

I avsnittet beskrivs vilka metoder som använts och hur de har tillämpats. Syftet är att ge en mer detaljrik förståelse för senare resultats utfall och studiens övergripande struktur. Metoderna och dess genomförande beskrivs kronologiskt efter den bestämda arbetsgången.

3.1 Inledande studie

Den inledande studien gjordes i syfte att ge kunskap om hur VR-tekniken ser ut idag, om modellörens roll i designprocessen och deras tankar kring VR. Data samlades in genom litteraturstudie, intervjuer, observationer, enkät och slutligen en fokusgrupp. Upplägget består av en allmän studie om VR-tekniken idag, följt av en användarstudie i att identifiera, analysera och kommunicera användarens krav på tekniska produkter och system.

3.1.1 Litteraturstudie

En litteraturstudie är en metod där litteratur systematisk granskas och analyseras inom ett valt område. Litteraturen ska vara vetenskaplig och helst, om möjligt, i form av originalartiklar (Korhonen & Lindström 2016).

Den explorativa fasen inleddes med en generell informationssökning om VR och AR för att ge en kunskapsgrund att bygga arbetet på. Denna sökning bestod primärt av artiklar och videoklipp från Internetkällor som ansågs trovärdiga. Fokus var kring ny teknik från företags officiella pressmeddelanden, tekniska specifikationer, mässor och recensioner.

VR-teknikens historia analyserades övergripande från 50-talet till nutid, för att ge anknytning och eventuell fingervisning av hur utvecklingen kan te sig framåt. Om dess historia kan läsas i bilaga G. Därefter studerades dagens VR-teknik, dess branschledare och produktkvalitet. Vidare samlades information om hur mjukvarumarknaden ser ut. Slutligen undersöktes kända hälsoaspekter. På Volvo granskades interna dokument gällande designprocessen i relation till alla intervjuer.

3.1.2 Inledande intervjuer

En intervju innebär att en person tillfrågas antingen direkt, verbalt eller via telefon och att dennes svar registreras. Intervjuer kan ha olika karaktär och form - från helt strukturerade till helt ostrukturerade (Karlsson I.C.M. 2007).

I början av den inledande studien var mycket nytt och okänt. Därför utforskades förutsättningarna på Volvo Cars Design explorativt för att skaffa en allmän förståelse över företaget, deras arbetsgång och inställning till VR. Detta gjordes framförallt i form av spontana intervjuer med anställda.

Drygt intervjuades 10 personer, där en del data finns transkriberat i bilaga A. Majoriteten arbetade på konceptmodelleringsavdelningen. Intervjuerna genomfördes utan ett strikt framarbetat frågeformulär. Istället anpassades frågorna till situation efter ett frågetema i syfte för att skapa en spontan konversation. Detta ansågs passande för att få en generell inledande uppfattning av anställdas rådande arbetsförhållande. Frågetemat var mer specifikt gällande deras erfarenhet, vad de arbetade med på Volvo och hur deras arbetsdag såg ut. Även deras relation och spontana tankar kring VR togs upp.

I samband med detta gjordes även spontanintervjuer med anställda kring anknytande avdelningar. En längre intervju (ca 1 timme) genomfördes med en design manager. Detta ansågs nödvändigt eftersom designavdelningen är den avdelning som konceptmodellering kommunicerar mest med. Intervjuns syfte var att fastställa arbetsprocessen för designers och hur samarbetet med modelleringsavdelningen såg ut. Frågorna följde samma tema som de som ställdes till konceptmodellörerna. Ytterligare en avdelning som spontanintervjuades var visualiseringsavdelningen, som valdes på grund av deras tidigare erfarenheter av VR.

3.1.3 Observationer

I en observationsstudie granskas en situation, antingen direkt genom en person eller genom vissa tekniska mätinstrument. Upplägget av observationsstudien kan ha olika form, såsom öppen, sluten, strukturerad och ostrukturerad. Fördelar med att genomföra en observationsstudie, jämfört med frågebaserade metoder, är dels att resultatet inte påverkas av en persons vilja eller ovilja för att svara på frågor, men även för att få en direkt uppfattning om den observerade situationen. (Karlsson I.C.M. 2007).

En stor del av projektiden spenderades på arbetsplatsen med flertal spontana deltagande observationer av arbetsprocessen. Detta bestod av att modellörer visade upp sitt vardagliga arbete vid dator inom digital modellering. Dessutom granskades när kommunikation förekom med andra avdelningar relaterat till aktuellt projekt vid skrivbordet. Primärt bestod detta med att modellören visade upp modelleringsresultat för designer för återkoppling. I projektets inledande stadie deltog projektgruppen vid veckovisa gruppmöten för en övergripande bild av processen. Under mötena observerades främst delegering av arbetsuppgifter och folks åsikter till detta för en generell ökad förståelse av modellörens arbete.

Slutligen genomfördes en öppen och icke-deltagande observation av en design review. Syftet var att få en allmän förståelse av hur detta moment går till då det är ett ständigt återkommande inslag i modellörens arbetsprocess. Designkonceptet som diskuterades var formen på insidan av en bildörr. Mötet leddes av två designchefer följt av designers, ansvarig konceptmodellör och manager. Projektgruppen satt med och iakttog när konceptmodellören visade runt relevanta digitala modeller på projektorduk medan designers kom med synpunkter gällande fortsatt utveckling. Mötet varade under en dryg halvtimme.

3.1.4 Enkätstudie

En enkätstudie är en indirekt frågemetod där man via ett skriftligt eller digitalt frågeformulär samlar information från de deltagande. Undersökningen ger en bred kvantitativ data och information från många personer, vilket annars hade varit svårt eller resurskrävande att få. Resultatet ger en bild över vilka deltagarna är, deras prioriteringar, uppfattningar och krav (Karlsson I.C.M. 2007).

Baserat på det underlag som kom fram under intervjuer och observationer skapades en digital enkät (bilaga B), vilket sedan skickades ut till samtliga anställda på konceptmodellering och A-klass. Syftet var att samla in kvantitativa data för att jämföra tidigare information som framkommit om designprocessen på Volvo. Dessutom granskades de anställdas generella syn på VR-tekniken i relation till deras arbete

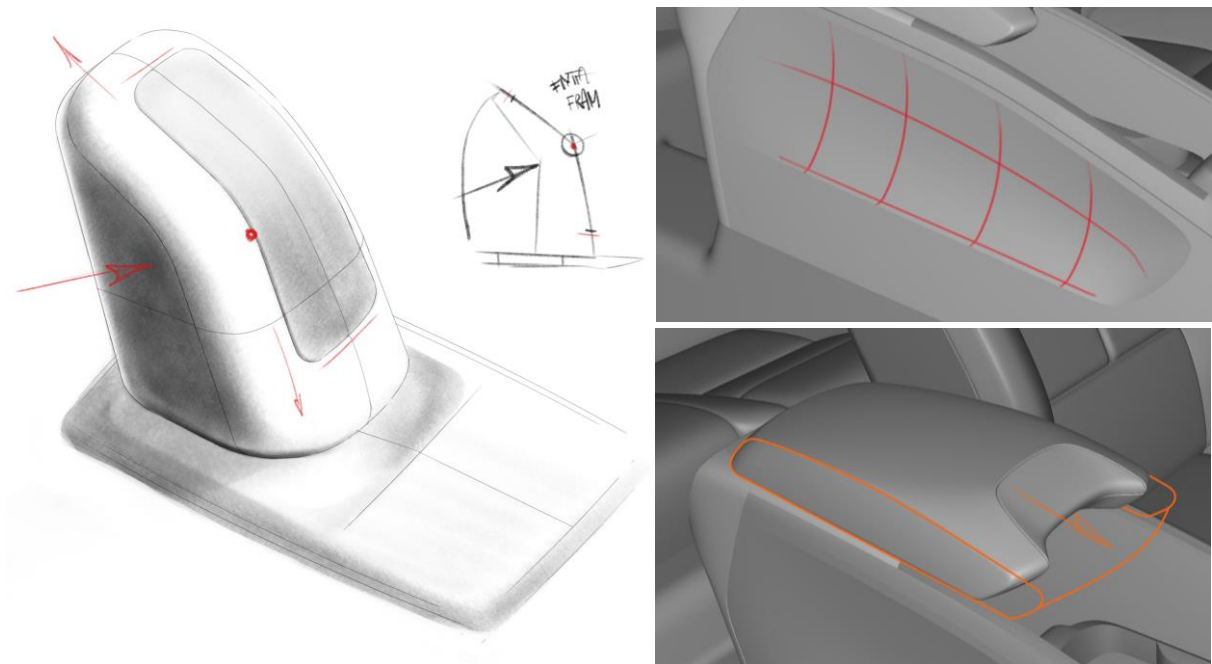
Strukturen för frågorna var konstruerade att gå från enkla och allmänna till mer djupt specifika, och valdes för att stegvis luckra upp annars potentiellt svåråtkomlig information. Enkäten inleddes med generella frågor gällande deras arbetsprocess, följt av frågor om eventuella förbättringssynpunkter. Vidare fortsattes det med frågor gällande synen på VR och hur tekniken kan kopplas till de anställdas arbetsprocess.

3.1.5 Fokusgrupp

En fokusgrupp är en metod där ett selekterat antal personer samlas och samtalar kring ett valt ämne. Diskussionen leds av en moderator som för gruppen igenom ett antal förutbestämda teman. Fokusgruppen används för att samla kvalitativa data genom att fånga in användarens uppfattningar och krav på exempelvis en produkt eller tjänst (Karlsson I.C.M. 2007). Vanligt är att använda någon form av ämnesrelevant stimuli för att sporra fram en givande diskussion, såsom bilder eller andra föremål. I projektet var fokusgruppens syfte att ge kvalitativa data som ett jämförande komplement till den kvantitativa data som enkäten hade genererat.

Deltagarna i fokusgruppen valdes för att representera de varierande yrkesgrupperna hos Volvo Cars Design, samt för att generera en dynamisk diskussion. Deltagarna bestod av två konceptmodellörer och en designer. Tillägget av en designer motiveras av att tidigare resultat delvis kretsade kring samarbete och kommunikation och därmed blev det relevant att emulera designers åsikter, då dessa starkt påverkar den verkliga arbetssituationen för modellörer. Designern och en av modellörerna hade lång erfarenhet i sina yrken och kan anses besitta expertkunskaper, medan den andra modellören arbetat dryga två år på Volvo som första anställning. Samtliga deltagare hade en kort erfarenhet av VR-användande.

Projektgruppen agerade som moderatorer, där en agerade i huvudsyfte att föra diskussionen efter förarbetat material och en i huvudsyfte att lyssna, anteckna och sköta utrustning. Fokusgruppen utfördes under en dryg timme i ett större mötesrum på Volvo Cars Design. Under mötet gjordes en ljudupptagning som sedan transkriberades (bilaga C).



Figur 7 – Illustrationer av underlag som användes i fokusgruppen. Bilderna är efterkonstruerade pga. sekretess.

Frågorna som togs upp (bilaga C) grundade sig i intervju- och enkätunderlag samt den respons de genererat. Detta rörde sig om vidare granskning av kommunikation och vad som anses som god utveckling av konceptunderlag. Därefter följde diskussion kring tankar om implementering av VR. Till frågorna användes medierade bilder på konceptunderlag (fig. 7) och återkommande citat från intervju- och enkätundersökningen.

3.1.6 Personas

En persona är en fiktiv karaktär som baseras på vad som anses vara en typisk användare som uppkommit under tidigare användarstudier (Johannesson, Person, Pettersson, 2013). Fyra kortfattade personas konstruerades baserat på övergripande data ifrån enkätstudien samt synpunkter som uppkommit under intervju och fokusgrupp. Detta gjordes i syfte för att fånga in och förtydliga den målgrupp som slutkonceptet skulle utvecklas mot.

3.2 Kravbild

Kravbilden är en sammanställning av uttalade och outtalade krav som uppdagats under de genomförda användarstudierna. Kravbilden konstruerades med hjälp av en direkt sällning av insamlade data efter satta avgränsningar, följt av en KJ-analys som kategoriserade olika krav i temagrupper. Kravbilden formades i syfte för att kunna vara ett tydligt och överskådligt underlag för framtida idégenerering. Resultatet delades upp i två delar - dels de nuvarande krav som ställs av en konceptmodellör och dels önskemål kring VR. Syftet med den senare delen var vikten i att användaren skulle uppleva en direkt nytta med konceptet.

3.2.1 KJ-analys

KJ-analysen, ibland även kallat släktskapsdiagram, har sitt namn efter metodens upphovsman Jiro Kawakita. Det är en metod som strukturerar stora datamängder av framförallt den verbala typen i ett kompakt förståeligt paket, antingen i form av ett trädidiagram eller kollage. Metoden är effektiv i att kommunicera denna data förståeligt, där helheten representeras av en grafisk bild. Resultatet kan spegla problem och förmedla en kravbild (Karlsson I.C.M. 2007).

Den genomförda KJ-analysen användes för att få en övergripande bild över de framkomna användarbehoven och teman som var återkommande. Dokumentation av intervjuer, enkät och fokusgrupp samlades in och de antecknade verbala citaten och synpunkter gällande VR och arbetsprocessen på Volvo skrevs sedan ut. Alla utskrivna papper delades i lappar med varje synpunkt individuellt för sig. Dessa meningar lades upp på ett stort bord och indelades i grupper om olika teman för att således finna en tydlig struktur. Efter att processen hade itererats några gånger fastställdes en slutlig struktur.

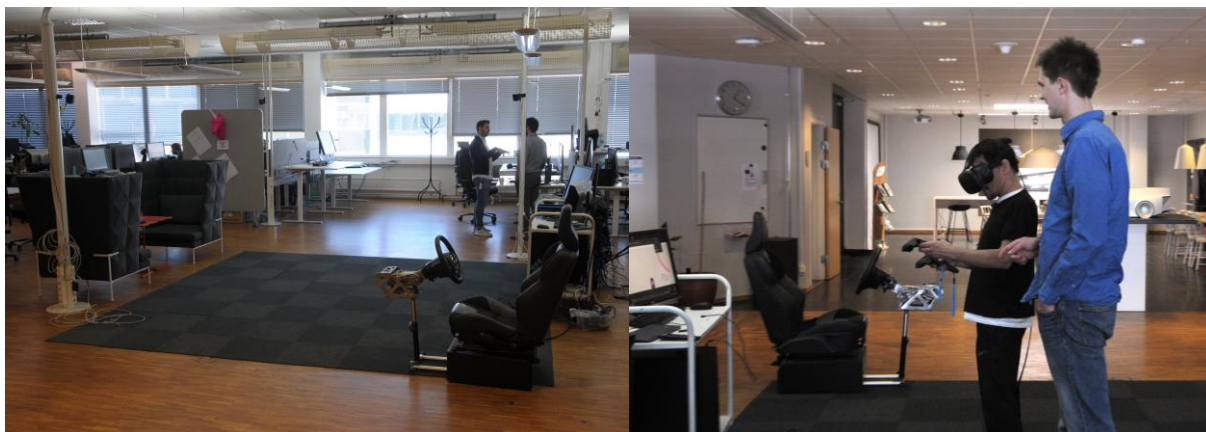
I den slutliga strukturen fastställdes två huvudgrupper som behandlade dels VR och dels modellörernas arbetsprocess, vilka sedan innefattade tillhörande undergrupper. En överblickande bild över denna struktur återfinns i bilaga D. Resultatet av KJ-analysen summerades överskådligt i kravbilden.

3.3 VR-integrerande studie

Den integrerande studien handlar om att djupare ta reda på hur VR-tekniken kan integreras i Volvo Cars Designs. Med utgångspunkt i den inledande studien så utvärderades först den nuvarande VR-tekniken mer direkt och praktiskt. Därefter nutida och framtida faktorer inom tekniken i en omvärldsanalys.

3.3.1 Utvärdering av VR-teknik

I den integrerande studien genomfördes ett antal tester i VR med syftet att få en allmän uppfattning av teknikens påstådda inlevelsekänsla, tillgänglig hårdvara samt mjukvara. I testerna studerades programvarorna Autodesk VRED, Alias 2019, Tilt Brush och Gravity Sketch samt deras integration med Alias-modeller. Områdena som studerades var användarvänligheten i programvarorna samt deras praktiska nytta i modellerings-, evaluerings- och kommunikationssyfte. Gravity Sketch och VRED var de program som studerades mer utförligt. Tilt Brush och Alias 2019 ansågs vara mer begränsade i sina VR-funktioner och mindre tid lades således på dem.



Figur 8 - VR-zonen på Volvo (t.v.) och pågående utvärdering i Gravity Sketch (t.h.).

På konceptmodelleringsavdelningen hade man i anknytning till visualiseringsavdelningen upprättat en VR-zon (fig.8 t.v.). Detta är en öppen kontorsyta på ca 16 kvadratmeter som tillägnats till applicering av VR-teknik. I anknytning till zonen fanns en dator med HMD av märket HTC Vive, tillhörande handkontroller och IR-sensorer. Tillgången till VR-zonen var öppen för alla och utnyttjades av projektgruppen under hela projektets gång. Vid VR-zonen hölls spontanintervjuer med konceptmodellörer samtidigt som de under korta sessioner prövade på appliceringar av VR-teknik. Sessionerna behandlade granskning av modeller, miljöer och testmodellering.

Inom utvärderingen tillkom en deltagande tvådagars VR-workshop, ledd av gästföreläsande designer Mike Jelinek. Workshopen handlade om VR-tekniken i allmänhet samt hur han har integrerat det i sitt workflow, genom programmen Gravity Sketch och Tilt Brush. Jelinek är en frilansande designer med tidigare flerårig bakgrund inom bildesign och arbetar delvis som rådgivare åt Gravity Sketch utvecklingsteam. Upplägget var föreläsningar om VR-tekniken, demonstrationer i hur man kan arbeta i programmen, praktiska pröva-på sektioner och fria frågesektioner. Workshopen var öppen och hölls första dagen med konceptmodellörerna och andra dagen primärt för intresserade designers.

3.3.2 Omvärldsanalys – PEST

En omvärldsanalys är en undersökning av den externa marknaden utanför ett företag och hur den kan påverka företaget både inom kort och lång sikt. En metod för att ta reda på denna typen av information är PEST-analys, vilket är en förkortning för politiska, ekonomiska, sociala och tekniska faktorer (Baines, P., Fill, C., & Page, K, 2011).

Omvärldsanalysen gjordes för att få en uppfattning om hur VR-tekniken och den kringliggande marknaden kommer att utvecklas. För att avgränsa analysen så användes data ifrån relevanta områden i kravbilden och utvärderingen. Källor hämtades främst från internet och granskades mot respektive PEST-faktor. Främst låg fokus hos de tekniska faktorerna då VR-marknaden anses vara teknikstyrd.

3.4 Konceptgenerering

Konceptgenereringen bestod av att först genomföra en idégenerering för att få ett så divergent utbud av idéer som möjligt. Dessa idéer sällades och sammanställdes sedan i tre olika koncept, vilka sedan utvärderades och förfinades med uppdragsgivare, anställda hos Volvo Cars Design, samt genom en workshop.

3.4.1 Första idégenerering

Den första idégenereringen genomfördes genom att använda en kombination av metoderna brainwriting och en variant av klassisk brainstorming. Metoderna går ut på att i en grupp försöker åstadkomma så många idéer som möjligt. Kvantitet är viktigare än kvalitet.

Deltagarna uppmanas att sporra varandra till att komma på nya idéer. Det uppmanas också till att kombinera idéer och bygga vidare på andra medlemmars idéer (Johannesson, Person, Pettersson, 2013).

Idégenereringen genomfördes med den framtagna kravbilden från användarstudierna i relation till analysen av VR som underlag. Under arbetet användes papper och penna för att kontinuerligt skissa och anteckna de idéer som diskuterades fram. Den övergripande strukturen för brainstorming sessionen var fristående utan sätta tidsgränser. Idéer som sammanställdes under sessionen grundades i tankar som diskuterats under projektarbetets gång. Idéerna snabbsällades och samlades sedan till att skapa tre separata tänkbara lösningskoncept. Detta bestod av koncept 1; skrivbordsevaluering, koncept 2; kommunikativ modellskissning och koncept 3; kompatibel modellering.

3.4.2 Konceptutvärdering med workshop

En workshop är ett arbetsseminarium där en grupp får medverka i praktiska lärande moment och dela med sig av sina erfarenheter.

Syftet med projektets workshop var att kunna utvärdera de delar av tre tidiga koncepten som går att testa i befintliga programvaror och komplettera det resterande genom fortsatt diskussion. Deltagarna bestod av två modellörer och en designer, som samtliga bidrog med konstruktiv respons om hur väl koncepten kan implementeras i deras arbetsflöde. Urvalet av deltagare gjordes för att simulera det samarbete mellan modellörer och designers som förekommer i deras gemensamma arbete. Både modellörerna och designern hade lång erfarenhet inom sina respektive yrken och ansågs kunna bidra med djupa insikter.

Workshoppen delades upp i två delar – den första för att utvärdera evaluering av digital form, den andra för att utvärdera skapande av formförändring i en virtuell miljö. Ett underlag med frågor (bilaga E) skapades för att få fram en diskussion efter de genomförda momenten. Viktiga synpunkter antecknades, vilka senare presenteras i resultatdelen.

Utrustningen som användes i workshoppen var en HTC Vive med tillhörande handkontroller och basstationer. Workshoppen genomfördes i Volvo Cars Designs lerverkstad.

Workshop – del I

I den första delen fick deltagarna möjlighet att utvärdera hur väl VR i form av HMD-teknik kan fungera för att utvärdera digital form. Detta gjordes i syfte för att förstå och värdera den potentiella nyttan i att evaluera digitala modeller med VR vid skrivbord enligt det första framtagna konceptet.

Upplägget bestod delvis av att ställa fram en verklig lackerad lermodell i skala 1:1 som referensobjekt. En annan digital version av den fysiska lermodellen sammanställdes för VR i programmet VRED. I den virtuella världen hade en artificiell miljö av lerverkstaden skapats baserat på fotografier i syfte att efterlikna den verkliga omgivningen. Detta gjordes delvis för att ge rätt ljussättning och för att se hur deltagarna kunde dra nytta av en referensmiljö. Den digitala versionen av bilmodellen placerades på samma plats som den verkliga lermodellen. Deltagarna kunde således enkelt ta på och av headset för att direkt jämförelse mellan det virtuella och verkligheten (fig.9 för exempel). Respons gavs gällande deras likhet och fortsatta potential i ett vardagligt arbetsflöde.

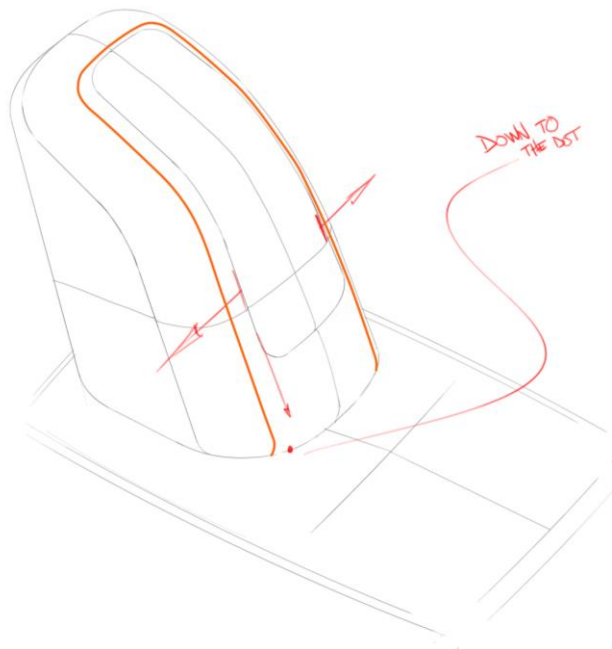


Figur 9 - Digital bil i VR (t.v.) och exempel på hur den verkliga bilen såg ut (t.h.).

Workshop - del II

I den andra delen fick deltagarna testa att skapa form i en VR-miljö, för att på så vis utvärdera hur bra det kan implementeras som modelleringsverktyg. Detta bestod av två moment – det första handlade om att skapa kommunicerande uttryck i förändring av form, och det andra om att utvärdera skissunderlag i en virtuell miljö. Slutligen diskuterades den framtida potentialen i att kunna modellera med hjälp av VR.

I det första momentet fick modellör och designer skapa kurvor i programmet Gravity Sketch utifrån en enklare modell i form av en handspak. Innan hade en tessellerad CAD-modell av komponenten och tillhörande ursprungliga skissunderlag importerats in i programmet (fig. 10). Deltagarnas uppgift var att skapa den orange linjen med hjälp av programmets kurvverktyg. I nästa moment fick deltagarna testa att kommunicera med hjälp av skissunderlaget i den virtuella miljön. I programmet skissades text och symboler på fri hand för att utvärdera hur väl man kan kommunicera på det viset. Därefter diskuterades hur ändringsdirektiv i VR kan fungera i ett kommunicerande syfte mellan designer och modellör jämfört med konventionella metoder enligt koncept 2.



Figur 10 – Illustration över modelleringsuppgift.

Eftersom det tredje konceptet med kompatibel modellering saknade funktionalitet i nuläget att testa gjordes detta i samband med diskussion i andra delen av workshoppen och i senare diskussion med uppdragsgivare.

3.4.3 Konceptutvärdering med uppdragsgivare

En vidare utvärdering sammanställdes med projektansvarig, handledare och två modellörer. Anledningen till denna utvärdering var att samla feedback för de valda koncepten. Detta för att säkerställa så att kommande vidareutveckling av dem går i linje med vad uppdragsgivaren förväntas att få ut av arbetet.

Utvärderingsmomentet genomfördes genom att sitta ner med respektive evaluerande, visa upp framarbetade skisser på de olika konceptsituationerna, berätta genomgående om konceptens beståndsdelar samt hur och var de är tänkt att implementeras. Därefter mottogs synpunkter och kritik som sedan dokumenterades och användes för att arbeta fram det slutliga konceptet. Ytterligare ett senare möte hölls med både handledare och projektansvarig närvarande för vidare samtal emot lämpligt slutkoncept.

3.4.4 Viktad kravlista

En viktad kravlista är en poängbedömning hur de olika kraven uppfylls inom varje koncept genom tidigare gjorda studier och utvärdering. Syftet var att få en övergripande bild över konceptens utvecklingspotential. Värdena baserades främst på den data som samlades in under utvärderingsprocessen. Poängen gjordes i en skala från 1 till 5, där 5 anses som mycket god funktionslösning till specifikt krav medan 1 ses som en bristande lösning.

Eftersom inga av koncepten har lösningar för rörelsemotstånd och haptisk feedback lämnades dessa fält blanka. Om kravet ansågs vara nödvändigt eller önskvärt har ingen påverkan på poängsättningen, utan viktas separat vid inkludering i slutkonceptet.

3.5 Slutkoncept

Med utgångspunkt från de tre tidiga koncepten, med den mottagna återkopplingen från uppdragsgivare och från workshoppen, så skapades ett slutkoncept. Konceptet skapades ifrån en sammansättning av funktioner tagna ifrån nuvarande och framtida marknadsanalys. Funktionerna valdes efter vad som ansågs vara användbara för modellörer (och designers) efter identifierade krav i användarstudien och resultat ifrån vidare utvärdering. Slutkonceptet beskriver således en vision på hur konceptmodellören kan arbeta i framtiden med integrerad VR.

Beskrivning av konceptet gjordes utifrån en mjukvaru- och hårdvaruaspekt. Avsnitten redogör för konceptets evalueringsmöjligheter, kommunikationspotential, teknisk utrustning och hur det är tänkt att integreras med nuvarande mjukvara. Ytterligare utreddes miljömässiga överväganden genom att jämföra konceptlösningen med materialåtgång och kostnader för verkliga lermodeller. Slutligen utreddes även etiska överväganden genom att analysera hälsoaspekterna knutna till konceptet.

4. VR-tekniken idag

Denna del beskriver resultaten av insamlade fakta under litteraturstudien. Syftet är att ge en övergripande bild om hur VR-tekniken ser ut idag. Detta inleds med en övergripande bild gällande hårdvara och prestanda ifrån aktuella HMD vid rapportens skrivande. Därefter beskrivs visningskvaliteten mer i detalj följt av en redogörelse gällande VR-mjukvaror. Slutligen beskrivs hälsoaspekter som kan anses relevant att ta i beaktande i ett modelleringsarbete.

4.1 VR-tekniken generellt

Detta avsnitt ger en generell överblick över dagens VR-teknik. Inledningsvis behandlas de två mest sålda produkterna på marknaden för HMD-baserad VR - Oculus Rift samt HTC Vive (fig.11). En kort sammanfattning av de två produkterna ges i form av deras svagheter och styrkor, tekniska specifikationer och utvecklingspotential. Vidare redogörs det om VR-tekniken mer generellt gällande funktionalitet och tillbehör.

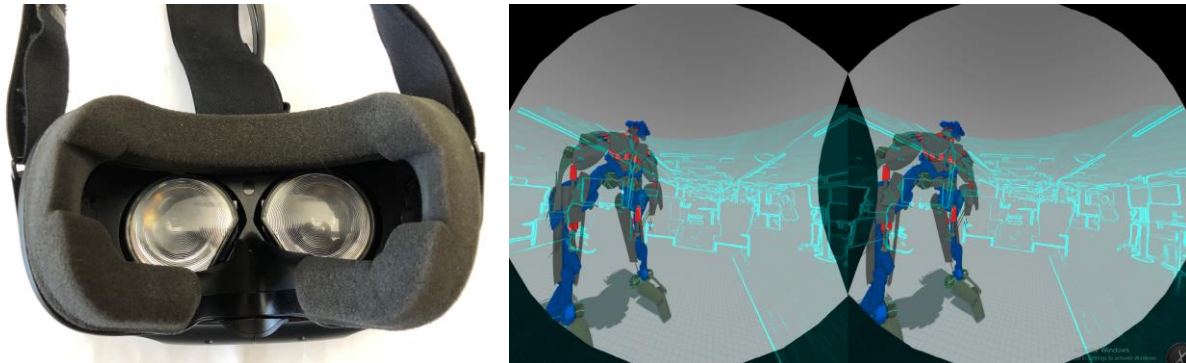


Figur 11 - HTC Vive och Oculus Rift med tillbehör (HTC, 2018 & Oculus, 2018).

I praktiken fungerar HTC Vive och Oculus Rift snarlikt där användaren tar på sig ett HMD och interagerar med den virtuella världen genom ett par trådlösa handkontroller. Den största skillnaden är att Vive har möjlighet att spåra användaren i rummet på en större yta och mer precist jämfört med Rift.

En viktig komponent för att användaren ska uppleva den virtuella världen så realistisk som möjligt är att huvudrörelser registreras och synkroniseras med vad VR-headsetet visar. Detta görs genom att sex grader av frihet (6DoF) registreras. För HTC Vive fås detta med hjälp av gravitetssensorer, inbyggt gyroskop, samt sensorer för registrering av IR-ljus som projiceras av två stycken tillhörande basstationer. VR-headsetet kopplas till en dator som tillhandahåller videosignal till två inbyggda displayer, placerade bakom två optiska linser (fig. 12 t.v.). Detta ger användaren den virtuella synupplevelsen. HTC Vive är även utrustad med en kamera vilket gör att användaren i den virtuella världen kan få en diffus glimt av verkligheten utan att ta av sig glasögonen (fig. 12 t.h.).

Det krävs en kraftfull dator för att kunna realtidsrendera grafik med tillräckligt god kvalitet. I ett HMD sitter två högupplösta displaypaneler som mottar grafik från en aningen skilt perspektiv som gemensamt skapar en parallaxeffekt, likt de mänskliga ögonen. Detta kräver separata realtidsrenderingar för varje display mot respektive öga (dubbel prestanda jämfört med om endast ett perspektiv hade renderats). För att de rörliga bilderna ska upplevas flyta naturligt krävs även att en uppdateringsfrekvens på minst 90 bilder per sekund hålls. I takt med att displayteknologin utvecklas med en högre upplösning så kommer ytterligare datorkraft att krävas för att orka rendera bilder i tillräcklig uppdateringsfrekvens.

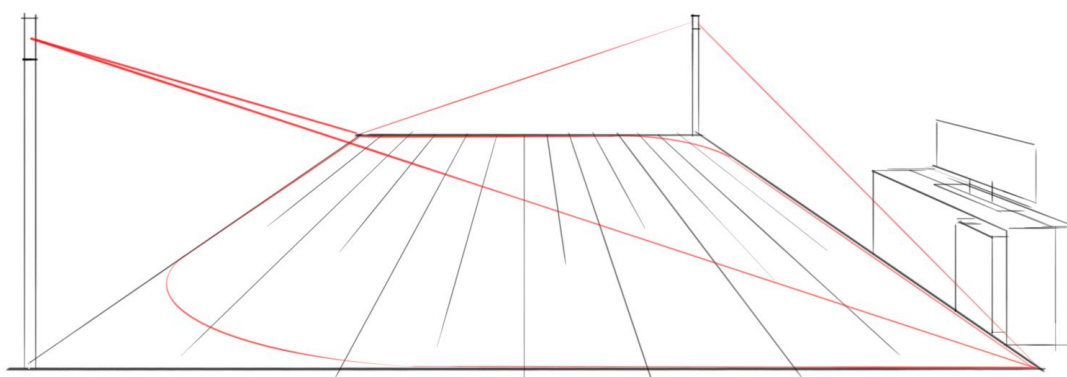


Figur 12 – HTC Vives optiska linser (t.v.). Exempel på stereoskopisk rendering med funktionen för att kunna se den verkliga omgivningen (t.h.).

Handkontrollerna har en uppsättning knappar och en styrplatta som möjliggör interaktion i den virtuella världen. Kontrollerna har möjlighet att ge användaren högupplöst haptisk återkoppling i form av att de vibrerar, vilket kan bidra till en ökad inlevelse för användaren.

Den vanligaste skanningstekniken generellt idag för att registrera 6DoF är outside-in, vilket är det som används av bland annat Vive och Rift. Tekniken innebär att HMD:t är beroende av en extern källa för att fastställa position i den virtuella världen. Hittills har fördelarna med tekniken varit att den är väldigt precis samt har möjlighet att leverera en hög uppdateringsfrekvens gällande positionsbestämningen. Nackdelar med tekniken är att positionsbestämningen bryts om något föremål blockerar den fria sikten mellan HMD och sensor, samt att användaren är begränsad till en bestämd VR-zon (Wareable.com, 2017).

De två medföljande IR-sensorerna rekommenderas att placeras högt och diagonalt i områdets respektive hörn för att HMD:t och de trådlösa kontrollerna obehindrat ska kunna registrera IR-ljuset (exempel i fig.13). Tillverkaren rekommenderas en maximal zon som motsvarar en kvadrat med 5m diagonal mellan hörnen (Vive.com,2018).



Figur 13 – Installation av VR-zon innehållande en stationär dator och två basstationer som projicerar IR-ljus.

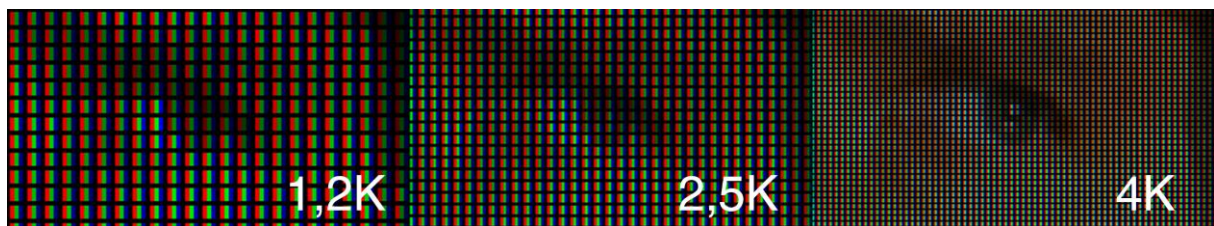
En annan teknik för att registrera 6DoF är inside-out. Tekniken innebär att det finns utrustning inbyggd i HMD:t för positionsbestämning, oftast i form av optisk lösning, som läser av omgivningen i realtid. Rörelser i verkligheten översätts således direkt till rörelser i den virtuella världen. Till skillnad från outside-in så behövs alltså ingen extern utrustning för positionsbestämning. Den största fördelen med tekniken är att användaren av HMD:t inte är bunden till en bestämd zon, men även att det inte krävs en lika omfattande installation för att börja använda produkten. Nackdelarna har hittills varit att tekniken inte är lika precis som outside-in samt att all datorberäkning måste ske direkt i HMD:t, alternativt skickas vidare till en stationär dator trådlöst – något som är problematiskt i dagsläget. Detta problemet förväntas dock att förbättras inom kort med teknikutvecklingen (Wareable.com, 2017).

I dagsläget finns få alternativ på HMD för användare som vill använda tekniken trådlöst. De högkvalitativa lösningarna som kopplas till en kraftig stationär dator, exempelvis Vive och Rift, använder en kabel som standard för att skicka videosignal och övriga data. Anledningen är för att uppnå tillräcklig bandbredd för att bilduppdatera de högupplösta displayerna. Tredjepartslösningar till Vive, exempelvis TPCast, finns för att överföra signal trådlöst till HMD, men i nuläget finns ingen officiell lansering direkt från tillverkaren. HTC förväntas släppa en trådlös adapter inom kort i samband deras kommande HMD Vive Pro (Verge.com, 2018), och även Oculus har ett trådlöst HMD under utveckling. Fördelen med ett trådlöst HMD är en ökad rörelsefrihet och mindre sladdtrassel. Nackdelen är dock att den batteridrivna enheten kräver regelbunden uppladdning.

Den nuvarande tekniken som används för att interagera med den virtuella världen är generellt trådlösa handkontroller. Andra metoder existerar dock i form av tillbehör till de ledande HMD-headseten. Exempelvis finns på dagens marknad möjlighet att scanna användarens händer med hjälp av IR-ljus och använda dem för virtuell interaktion. Företaget Leap Motion säljer ett sådant tillbehör som fästs på framsidan av HMD:t, vilket spårar användarens händer i en halvsfär utåt från headsetet. Tekniken har även möjlighet att spåra användarens fingrar, vilket möjliggör kommandon via handgester (Leapmotion.com, 2018). En nackdel med tekniken är svårigheter att spåra delar av användarens händer då de oundvikligen hamnar i skymundan för IR-ljuset när denne rör på dem.

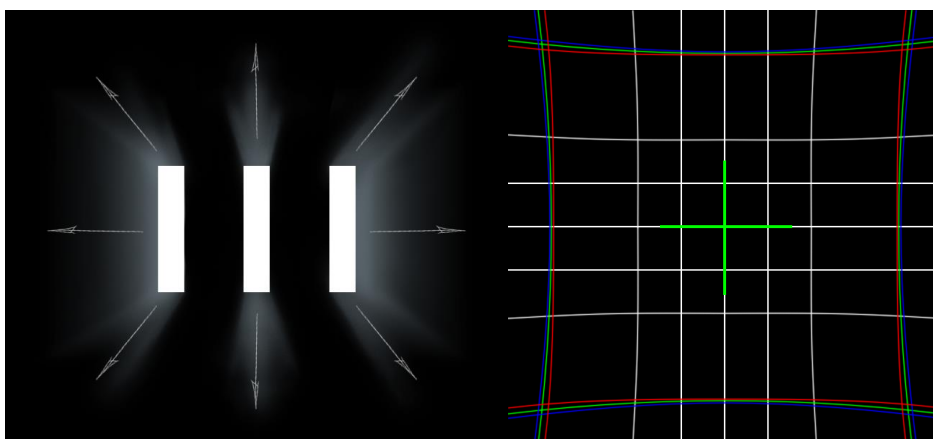
4.2 Visningskvalité i HMD

Gällande visningskvaliteten som användaren ser i ett av dagens HMD, så är det fortfarande vanligt att denne märker oönskade effekter som kan upplevas som störande. Då LED-displaypanelerna sitter väldigt nära ögonen i ett HMD upplever användaren ett typ av gitter som ligger över den visade grafiken (fig. 14). Detta är i själva verket mellanrummet i uppsättningen lysdioder i displaypanelen, vilka ligger i en rutnätsformation. De optiska linserna i HMD:t som sitter framför displaypanelerna gör det möjligt för det mänskliga ögat att fokusera på och uppfatta detta mellanrum på det korta avståndet. Denna typ av negativa effekt är direkt kopplad till displaypanelernas upplösning och pixeltäthet, där en ökning av dessa faktorer minskar effekten (Vrheads.com, 2016).



Figur 14 - Visningskvalité beroende på displayens upplösning (Speedvr.co.uk, 2018).

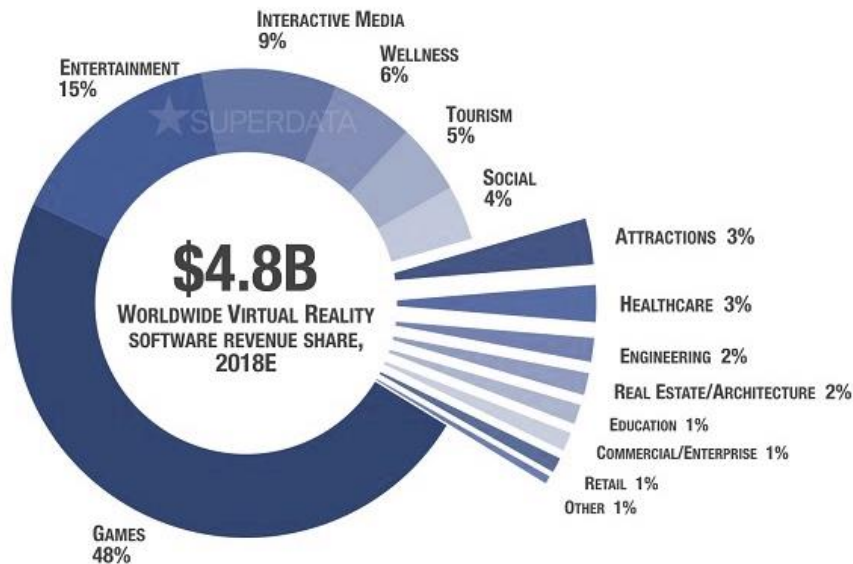
De linser som sitter monterade framför displaypanelerna bidrar också till en försämrad visningskvalité i form av ett ljusfenomen kallad "god-ray-effect" (fig. 15, t.v.) samt kromatisk aberration (fig. 15, t.h.). God-ray-effekten gör att ljusa områden av det som visas på displaypanelerna felaktigt strålar ut radiellt, vilket kan bidra till att former upplevs otydliga och suddiga. Kromatisk aberration är ett brytningsfel i linserna och gör att färger inte fokuseras till samma punkt vid synfältets kanter. Detta medför att användaren kan uppleva att vissa färger blir otydliga. Båda dessa fenomen är bieffekter av de monterade linserna, som dock är nödvändiga för att människans öga ska ha möjlighet att fokusera på de så tätt monterade displaypanelerna. Dessa problem beror direkt av linsernas kvalitet och kan reduceras genom att använda bättre, men mer kostsam optik.



Figur 15 – illustration av god-ray-effekten (t.v.) och kromatisk aberration (t.h.).

4.3 Mjukvaror i VR

Enligt en marknadsundersökning gjord av företaget Superdata Research (fig.16) är datorspel och nöjen de dominerade marknaderna inom VR-mjukvara. Siffrorna är spekulativa och kan variera något från verkligheten, men i undersökningens granskning av flera oberoende källor är det klart att spel och nöje dominerar runt 50–60% av marknaden, medan design- och ingenjörsbaserade program är en outvecklad minoritet på ca 1–5%.



Figur 16 - En uppskattad beräkning på fördelningen av VR-mjukvaror 2018 (Superdata, 2016)

I dagsläget kan detta märkas av att mjukvaruplattformen Steam krävs köras på datorn för att mjukvaror för produkter såsom HTC Vice ska fungera. Steam är tidigare byggd som en spelplattform. Att dessa produkter främst riktar sig till konsumenter gör även att deras pris inte får vara för högt, vilket antas betyda att avkall gällande produktens kvalitet har gjorts i produktutvecklingen. VR-mjukvarumarknaden för företag är outvecklad, men det förväntas komma nya och användbara mjukvaror att finnas tillgängliga framöver.

Den absoluta majoriteten av dagens VR-mjukvaror bedöms vara utvecklade med endast en användare åt gången i åtanke. Lösningar för att vara fler användare i samma virtuella värld börjar dock att introduceras alltmer. Exempelvis har Facebooks lanserat plattformen Spaces, som ger användaren möjlighet att socialisera sig med andra i ett virtuellt chattrum. Användaren får möjlighet att skapa en virtuell avatar genom att antingen låta mjukvaran analysera ett fotografi av denne eller skapa en manuellt. Det virtuella chattrummet upprättas sedan där upp till fyra användare kan delta samtidigt (Endgadget.com, 2017).

Enligt teknikexpertis på Volvo bedöms VR-mjukvaror som Gravity Sketch och Tilt Brush vara intressanta att granska inom modellering. Autodesk Alias 2019 och VRED ses även som intressanta då de idag redan används i arbetsflödet. Samtliga dessa programs VR-funktioner har endast existerat ett fåtal år till ett par månader och bedöms befinna sig i tidigt utvecklingsstadium med begränsade möjligheter.

4.4 Hälsoaspekter

En positiv aspekt med VR är att den kan uppmuntra till aktiv kroppslig rörelse. Jämfört med ett ordinarie kontorsarbete, som mestadels involverar stillasittande vid en datorskärm, kan tekniken potentiellt bidra till förbättrad hälsa och välmående. Dock finns en del hälsofaktorer, särskilt gällande illamående och ögonirritation, som är viktiga att beakta.

Ett välkänt problem inom VR är risken för att uppleva åksjuka, vilket kan variera från mild till allvarlig. Detta har tidigt dokumenterats från militära testpiloter utsatta för VR-simulatorer, och uppstår när det visuella sinnet inte upplevs överensstämma med balansorganet (U.S. Army Research Institute 1995). En allmän rekommendation för VR-utvecklare är därför att undvika förflyttningar av användarens position inne i den virtuella världen där användaren själv inte upplever ha kontroll över sin kropp. Exempel på när detta inträffar är när användarens synfält styrs forcerat och svepande förflyttningar över större miljöer upplevs. Direkt virtuell teleportering undviker risken att syn och balansorganen blir osynkroniserade.

Ytterligare en orsak till åksjuka är när uppdateringsfrekvensen understiger det som anses naturligt för ögat. Bilden upplevs då hackig och onaturlig i förhållande till kroppens rörelse i den virtuella världen och registreras disharmoniskt av balanssinnet. Därför anses det kritiskt att alltid upprätthålla en frekvens över 90 bilder per sekund (IrisVR 2017).

Ögonirritation och spänningshuvudvärk i VR är ett känt fenomen. I verkligheten fokuserar ögonen på objekt från distans och nära håll genom att konvergera mot en och samma fokuspunkt i rummet. För att uppleva den virtuella miljön fokuserar man istället på en fast display (ca 7 cm från ögonen). När objekt i VR-miljön ändras försöker ögonen naturligt att konvergera, i ett försök att behålla fokus, vilket är en ansträngande uppgift. Det finns en allmän oro om detta är skadligt och det saknas forskning kring hur detta kan påverka seendet vid långtgående regelbunden användning. Allmänt rekommenderas att efter varje halvtimme i VR ta en paus på 15-minuter (Bupa Health Foundation 2017).

VR har även börjat anammats som ett medicinskt redskap för bland annat fysisk och psykisk rehabilitering. Det finns flera studier som visar på att VR har goda möjligheter att förbättra inlärningsförmåga och engagemang i undervisning. Andra studier har även visat att VR kan reducera upplevd fysisk och emotionell smärta, höjdrädsla, fobier och stress (Wiederhold. B. 2006).

5. Resultat av användarstudier

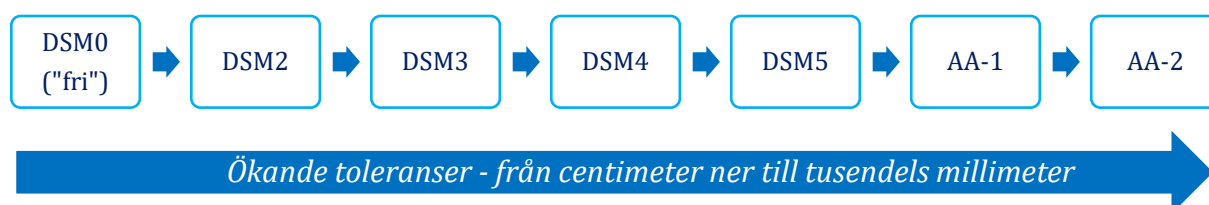
I detta kapitel beskrivs resultaten ifrån användarstudierna. I detta beskrivs övergripande hur designprocessen på Volvo Cars Design fungerar och modellörens roll i detta. Senare tas även upp tidigare erfarenheter och åsikter kring VR.

5.1 Intervjuer och observationer

Denna del gjordes i syfte att få en allmän introduktion om Volvo Cars Design designprocess och dess anställda. Avsnittet baseras på spontanintervjuer, observationer samt dokumentation gällande företagets designprocess. Resultatet fokuseras kring konceptmodellörens roll men eftersom samarbete sker dagligen med andra avdelningar tas även dessa upp. Detta gäller framförallt designavdelningen eftersom konceptmodellörerna har som mest kontakt med dem. Resultatet inleder med den allmänna arbetsprocessen för konceptmodellörer. Därefter följer en beskrivning om det rådande interna samarbetet och kommunikationen. Vidare granskas modellörens modelleringsarbete och vardag. Senare berättas mer i detalj hur 3D-modellerna evalueras digitalt och med hjälp av fysisk lera. Slutligen beskrivs hur VR används på Volvo och vilka åsikter som finns gällande tekniken.

5.1.1 Designprocessen på Volvo Cars Design

I den inledande explorativa fasen granskades designprocessen på Volvo Cars Design övergripande genom observation av arbetsvardagen, spontanintervjuer utav anställda och läsning av företagsdokument.



Figur 17 – Karta över hur den digitala modellen går igenom olika DSM-faser med ökande krav på noggrannhet.

Designprocessen på Volvo Cars är linjär i sitt upplägg men innehåller i verkligheten många iterationer med analys av en stor mängd tänkbara alternativa koncept. Detta sker framförallt i de allra tidigaste faserna, dvs. före DSM0 där ändringar är mindre kostsamma jämfört med senare DSM-faser (fig.17).

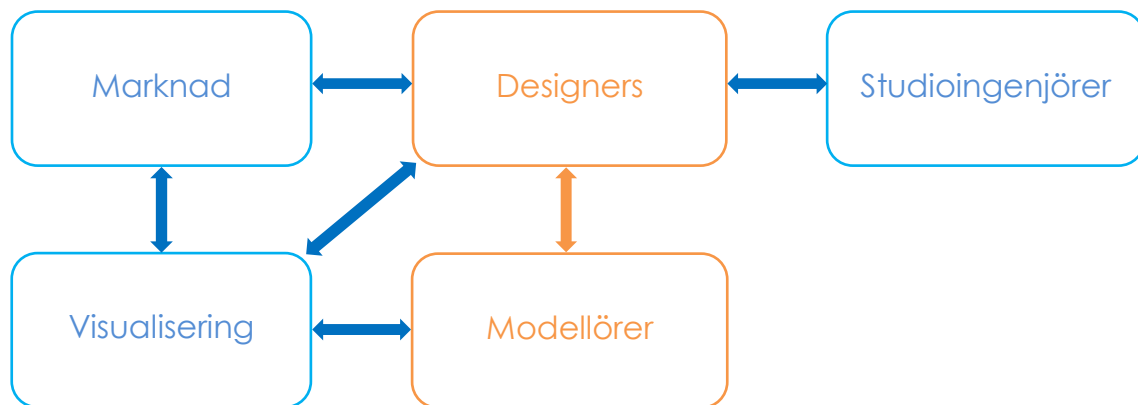
Modelleringsavdelningens roll i processen är att ta fram digitala modeller för bilens alla synliga delar, både interiört och exteriört. I tidig fas, innan DSM0, är det vanligt att modellören arbetar med hela bilens formspråk och uttryck i tät relation med designer. I senare faser arbetar man mestadels med separata delar av bilen med design- och ingenjörsbaserade underlag.

Koncept utvärderas med designers i regelbundna design reviews. Konceptavdelningen spelar här en essentiell roll där deras modeller används som konceptunderlag till mötena. Detta kan exempelvis vara en ny version av ett handtag, en ny front på en bil eller ett säte. Oftast görs flera förslag parallellt så att man kan utvärdera dem sinsemellan. Processen itereras vanligtvis i flera omgångar för att succesivt resultera i ett helhetskoncept som är redo att passera nästa DSM-gate.

Allt eftersom helhetskonceptet går vidare genom DSM-gaterna blir tillåtna toleranskrav och gradtal snävare. Med detta menas att inga ändringar av ytor får överstiga det angivna toleransvärdet eller vinklas över gradtalet. Även om DSM0 anses fri så finns det specifika mått och vinklar man behöver hålla sig inom, baserat på konstruktionsmöjligheter och internationella lagar.

5.1.2 Kommunikation och samarbete

Det är flera parter hos ledning, designers, ingenjörer och modellörer som behöver ge godkännande för att konceptet ska kunna utvecklas vidare. Processen är tidskrävande och den enskilde modellören löser detta genom att arbeta parallellt med flera olika projekt av varierande prioritet. Modellörerna har sällan en direktkontakt med ingenjörerna. Förändringar i formen går alltid via designavdelningen, som sedan ger nya direktiv (fig.18). I intervju med en design manager uttrycktes det att "ingen får ändra på någon synlig yta utan att en designer säger till". Förutom rent avdelningsinternt så är det designers som modellören kommunicerar mest med.



Figur 18 - Karta över hur olika avdelningar kommunicerar. Primärt kommunicerar modellörer med designers.

I intervjuerna ansågs god kommunikation och gemensam förståelse mellan parter som extremt viktigt för att föra modellörernas arbete framåt. Det beskrevs ske genom att designavdelningen kom med information och underlag. Detta varierade i en kombination av följande:



Muntligt



Skriftligt

(ex. Skype, e-post, handskrivna listor över uppgifter)



Handskisser eller digitala skisser

(Ritade på papper eller i Photoshop med ritplatta. Ibland med hjälp av digitala modeller som underlag)



Digitala modeller

(Antingen en wireframe eller en 3D-scanning av en tidigare fysisk modell.)

I undersökningen fick projektgruppen ta del av konkreta exempel på underlag. Exempelvis visade en modellör pappersutskrifter av 3D-modeller i vissa vinklar som designern sedan hade skissat och skrivit på. Detta bestod av linjer, symboler och direktiv för ändringar. Modellören tyckte att det är väldigt bra att få input från designern på detta vis – ”det ger mig en väldig skön frihet kontra att få CAD-modeller direkt från designern”. Denna typ av synpunkt gällande underlag var något som delades med flera anställda med lång erfarenhet - dock ansåg flera att det handlade mer om att ha en bra kombination av alla typer av kommunikationsmedel.

Vikten av att vara tydlig i sin kommunikation påtalades och att alltid säga till om man tycker någonting är otydligt samt att eventuellt be om mer underlag - ”förstår man inte varandra fullt ut gör man inget bra jobb”. Gällande om allt för många frågor och krav på underlag kunde uppfattas som något obekvämt var det vissa som instämde, men att det var en nödvändighet för att klara av sitt arbete.

En modellör ansåg att det bästa var, när designers ville ha ändringar, att de alltid kompletterade kommunikationen med just skisser – vissa gör det, andra inte. När dennes åsikt nämndes till andra modellörer var de flera som höll med och stärkte åsikten om att skisser är mycket underlättande i arbetet. Generellt ansågs en skiss mycket användbar så länge den kunde förmedla ett klart budskap som duon av designer och modellör internt kunde förstå. Således ansågs inte detaljnivån i ritteknik på bilden ha större betydelse, så länge som budskapet endast förstods sinsemellan. Ofta var därför skisserna grovt och snabbt gjorda och kompletterades med samtal vid skrivbordet. Framförallt ansågs skisserna fungera som ett förtydligande av samtalet och som en god påminnelse om detaljerna som diskuterats. Vissa föredrog digitala modeller när krav på skarpa detaljer krävdes.

Generellt var det ett vanligt förekommande uttryck i intervjuerna att det beror på personkemin mellan designer och modellör för att få till en bra kommunikation. Underlagen som användes var oftast anpassade till situationen beroende på vad som antogs enklast för att göra sina idéer förstådda.

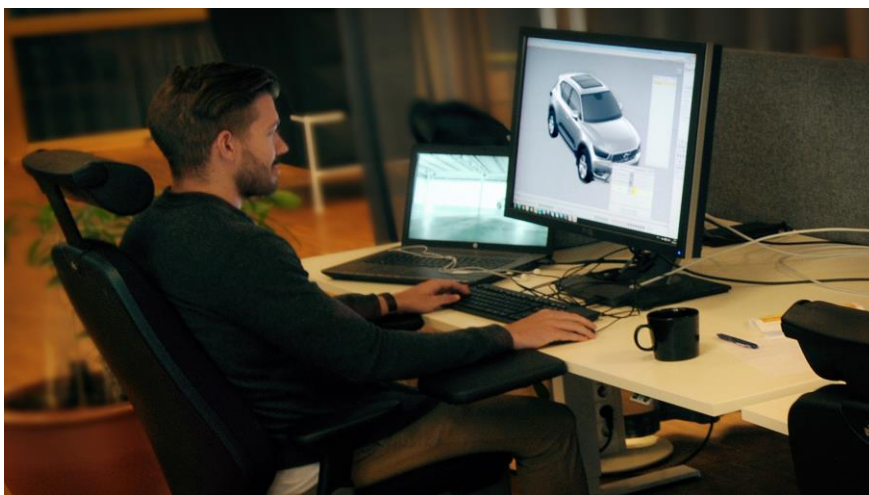
"Det beror på vilken person man har att göra med och hur väl personkemin fungerar. Vissa kan behöva mer tid att göra sig förståelig, en del behöver komplettera med mer material. Vissa designers är grymma på att modellera på egen hand och ger väldigt bra input, andra är bättre på att skissa. Folk man arbetat längre tid förstår man oftast lättare."

– anställd konceptmodellör

Det påtalades att designern kan efterfråga en specifik modellör och att samma par sannolikt kan fortsätta arbeta tillsammans även vid nästkommande projekt. Resultatet blev att ett personifierat kommunikationsmönster byggdes fram. Ett annat beteende var att designern kunde sitta bredvid modellören när modellen byggdes fram för att på så vis kunna ge direkt feedback. Detta beskrevs att vara vanligast i högprioriterade modelleringsprojekt med kort tidsram.

5.1.3 Modelleringsarbetet

I genomsnitt arbetar en konceptmodellör åtta timmar om dagen. Majoriteten av tiden tillbringas arbetande framför skrivbord och datorskärm i ett öppet kontorslandskap. Generellt är stämningen öppen och stor frihet under ansvar råder.



Figur 19 – En konceptmodellör som visar hur de är vanligtvis sitter och arbetar.

I konceptmodellörernas arbete så används ofta, i tidigt stadie, Autodesk Maya som programvara för att bygga upp volymer. Programmet är anpassat för att modellera med hjälp av polygon mesh. Jämfört med Autodesk Alias, som är baserat på modellering med NURBS, så ansågs det enklare att göra volymer snabbt i Maya. Polygonmodelleringen beskrevs att fort kunna ge 85–90% kontroll i ytors övergångar vilket är godtagbart i ett tidigt

konceptstadie. NURBS-modellering ansågs ge maximal kontroll över ytorna och därför övergår man ofta till Alias efter att en grundvolym finns. Därefter fortsätter man i de flesta fall med Alias fram till slutfas. På grund av detta arbetar modellörerna överlag i Alias och endast ett fåtal i Maya. Programmet ICEM Surf förekommer som verktyg hos ett fåtal modellörer, men då oftast i senare fas (DSM-3 eller senare). Programmet ansågs vanligare förr men har nu succesivt fasats ut till fördel för Alias.

Det är vanligt i arbetet att man skickar tillbaka sin digitala modell till designer efter varje ändring. Detta eftersom designavdelning har helhetssynen av konceptbilen. Modellören sitter endast, ganska isolerat, och fokuserar på enskilda komponenter. Undantagsfallet är i tidigt skede, innan DSM0, där man kan arbeta med hela bilen. Efter detta delas bilen upp i mindre komponenter. Igenom arbetet sker modellörens förändringar med oftast små marginaler.

”I vårt arbete så är det på centimeternivå och neråt”

– anställd konceptmodellör

God teori i modelleringsarbetet ansågs extremt viktigt, särskilt i tidigt stadie. I intervjuerna beskrevs att man ofta fick ett underlag i form av ett enkelt wireframe som utgångspunkt. Mycket av uppgiften var i sådana fall att bygga upp en modell med god formbarhet för framtida ändringar. Det beskrevs att arbetsgången var något man vanligtvis lärde sig genom erfarenhet i olika projekt, vilket oftast resulterade i en skillnad mellan en erfaren modellör och nyanställd. Generellt beskrevs god teori handla om att ha sofistikerad programvara med möjlig modifierbar historik, samt god planeringskunskap hos modellör för att tekniken ska användas korrekt.

Tidspress var något som varierade beroende på projekt. Orsakerna uttrycktes oftast bero på externt håll (utomstående konsulter och dylikt) eller internt oförstånd i tidsuppskattning av projektarbete. Prioriteringar i arbetet fick då göras. Ett exempel togs upp där en modellör fick lägga all fokus på att arbeta med fronten av en bil, och fick därför avstå från resten av bilen för att tiden inte fanns. I andra fall hände det att modellörerna kunde få väldigt gott om tid. Modellörerna uppmanades då att utveckla egna sidoverationer av designförslag om de hade idéer på förbättringar.

Av de intervjuade modellörerna ansågs designers ha det större ansvaret av att modellen upplevdes korrekt relativt till koncept. Flera uttryckte att eftersom de spenderade stor del av sin tid i att förfina detaljer så kunde de ofta ge värdefull designinput. I en del fall uttrycktes det att man kunde få skissade bildunderlag av designer där kurvor och svep kunde misstänkas konstiga eller omöjliga att översättas till 3D. Modellörerna beskrev att man då hastigt fick försöka skapa modeller ifrån skissunderlagen bara för att tydligt bevisa detta.

5.1.4 Granskning av modeller

För modellörer sker granskning av modeller ständigt när denne arbetar vid i Alias, Maya eller ICEM. Oftast jämförs modellens form i linjeövergångar, teoretisk uppbyggnad och andra riktlinjer för A-klass. Givetvis kontrolleras också att den stämmer överens med underlag från designer.

Man beskrev att kunna bli något lurad i uppfattningen eftersom man vanligtvis spenderade tiden fokuserad på en liten detalj och således kunde tappa bort helhetsintrycket - "ibland kan man fokusera onödigt mycket på detaljer som knappast någon annan än en själv i slutändan kommer se". Generellt ansågs skalan på detaljerna som något att lätt missuppfatta, och att skärmens storlek här spelade roll.

En liknande sak var att man i modelleringsprogrammen hade detaljens eller hela bilens mittpunkt centrerad och modellen vinklad. Detta kunde skapa vyer praktiska för själva modelleringsarbetet men besvärliga för helhetsgranskning. Vanliga exempel är ett fågelperspektiv eller ett insektsperspektiv från marken - vyer som inte normalt reflekterar vad en stående människa bredvid bilen uppfattar (fig.20). Bilen och dess detaljer ansågs därför kunna riskeras att missuppfattas som överdrivna och stora, eller för små och uttryckslösa.

Bland modellörer uppskattades det därför när modellen frästes ut i lera och man kunde få se sitt arbete i verkligheten. Det ansågs ge nyttig lärdom i formuppfattning inför nästa projekt.



Figur 20 – Exempel på perspektiv modellören arbetar i men som man oftast inte ser i verkligheten.

Granskning av digitala modeller används även mycket i andra sammanhang såsom i design-reviews och allmänt bland designers. En design review beskrevs som lite utav en tävling. Olika projektteam av designers och modellörer skapar ett antal koncept som sedan diskuteras. Ett av förslagen väljs sedan och kunde då ses som vinnande. Dock beskrevs det inte som ovanligt att man tog med sig formdetaljer från andra förslag.

I observation av en design review, gällande formen på insidan av en bildörr, inledde en konceptmodellör med att visa upp sina digitala versioner av detaljen på en projektorduk och styrde dem interaktivt med laptop. Samtidigt jämfördes ett tidigare koncept på en separat skärm - dessa idéer var bilder på enklare 3D-modeller. Under mötet gick designers fram och pekade på duken för att förklara sina tankar kring formernas radieövergångar, kurvaturmöten och hur de ansåg att de uppfattades. Ofta användes subjektiva uttryck till vilka känslor de ansåg att en yta gav. Viktigt var att detaljerna skapade en rätt typ av helhetskänsla

Under diskussion bads modellören att vrida och vända på modellen för att således försöka ge en helhetsbild av modellen. Han bads också snabbt byta mellan modellversioner så att man fick en referens att jämföra mot. En annan del var att belysa områden för att visa vad för del av detaljen man diskuterade. Under mötet uppstod korta kommunikationsproblem i att be modellören att hitta "rätt vinkel".

I allmänhet uttrycktes digitala modeller som högst användbara i designarbetet. I en intervju med design manager nämndes tillkomsten av Autodesk VRED som ett revolutionerande verktyg i arbetsflödet och fick designprocessen att ändras till att bli mera digital. Framförallt på grund att det sparade tid och kostnader. Digital evaluering ansågs fördelaktigt när det snabbt behövdes olika modellversioner med applicering av korrekt material, ljussättning och kontext. Exempel är lampors lyse och transparens, reflektiva speglar och reflektionsövergångar över ytor (fig.21).



Figur 21 - Exempel på bildetaljer och miljöer som är besvärliga och oftast kostsamma att framställa fysisk väg.

Modeller i fysisk lera ansågs dock fortfarande spela en viktig roll som verifikationsverktyg och gemensam plattform, där samtliga avdelningar kan evaluera koncepten och enkelt ge synpunkter. I nuläget görs de viktigaste konceptevalueringsstegen i just lera - normalt fräses en eller flera fullskaliga lermodeller ut inför varje DSM-gate. Även innan DSM0 görs det flera mindre och fullskaliga lermodeller. Oftast görs minst två konceptversioner inför evaluering i jämförelsesyfte (fig.22).



Figur 22 - Exempel på hur arbetet med fysiska modeller i lera kan se ut.

Processen anses som kostsam men nödvändigt för en full gemensam förståelse. Fördelarna beskrevs av modellörer som att man fick se bilen i "rätt upplösning" - i skala 1:1 från korrekt perspektiv. Det påtalades framförallt möjligheten att direkt kunna storleksreferera modellen

till sig själv. Vad som också ansågs vara ett mervärde för lermodellen, förutom att kunna betrakta den ur olika vinklar, var möjligheten att kunna känna på den. Detta gav en bättre förståelse för formen, enligt modellörerna.

Designändringar uttrycktes vanligen med markeringar på den fysiska modellen. Att dra en tejpremsa över ett område var normalt för att uttrycka en addition eller förändring av en linjeövergång (fig. 23). Tejpen uttrycktes även ha praktisk användning för lermodellören att skära snitt uteder. Ett annat sätt att uttrycka sig på var att placera ut en cirkulär färgad markör på ett område som ansågs kritiskt.



Figur 23 - Exempel på tekniken tejpling.

Vidare ansågs det värdefullt att se varandra i relation till lermodellen, då man via ord och kroppsspråk enkelt kunde föra diskussion gällande olika detaljer. En vanlig uppfattning bland anställda var att lermodeller är ett nödvändigt verktyg som troligtvis alltid, eller åtminstone för en lång tid framöver, kommer att finnas kvar i bilindustrin, trots VR-teknikens intåg.

"Gällande VR tycker jag att det har potential i att åskådliggöra modellering och att det förmodligen kommer användas mer, men fysiska modeller kommer alltid att finnas – det är något vi har förstått. För 10 år sen så trodde man vid det här laget att de skulle vara helt utfasade - man nu vet vi att de behövs. Att se bilen i verkligheten ger en förståelse som en datormodell aldrig helt kan ge."

- Anställd modellör

5.1.5 VR på Volvo - förr och idag

VR-teknik har använts på Volvo för olika syften sedan 90-talet. Gemensamt är att det har gjorts för att skapa upplevelser som annars är svåra att efterlikna med endast icke-digitala hjälpmedel. Detta rör sig exempelvis om simulatorer där en digital resa projiceras på en skärm och sätet följer med i resan genom undermonterade pneumatikstyrda cylindrar. Tekniken har även i en utsträckning använts till granskning och presentation av bilkoncept.



Figur 24 - Visning av CAVE-teknik och Microsoft HoloLens (Techcrunch, 2010 & Volvo).

En gammal VR-teknik från 90-talet som har använts är CAVE. Teknikens användningsområde har främst varit att evaluera bilars interiörer. Flera av de intervjuade ansåg CAVE-tekniken som något föråldrad men fortfarande imponerande bra. En stor nackdel med tekniken är att den är dyr att implementera och låst till ett specialutrustat rum.

En annan teknik som använts för modellgranskning och presentationssammanhang är AR med hjälp av Microsoft HoloLens. AR-tekniken i sig uppskattades och på lång sikt ansåg många att denna typ av teknik hade störst potential. Detta beskrevs spekulativt bero på att man med framtidens AR-teknik kan se skarpa digitala modeller i verkliga sammanhang utan behov av att ta på sig onödig och extra utrustning. Några jämförde detta med 3D-hologram som är vanligt förekommande i science fiction. Dock ansåg man att dagens AR-teknik hade brister och att lång utveckling behövdes för att den skulle vara användbar. HoloLens ansågs ha ett mycket litet synfält för digitala objekt och dålig upplösning. Det digitala objektet beskrevs upplevas som en svag transparent bild där man saknade säker visuell skärpa.

HTC Vive i kombination med Autodesk VRED har under de senaste två åren använts av visualiseringsavdelningen. Med tekniken har man fokuserat på att skapa digitala upplevelser, exempelvis en virtuell åktur av framtida bilmodell. Resan kunde upplevas genom att man fick sitta i en riktig bilstol med VR-headset. VR-scenen var uppbyggd så att användaren placerades i den digitala versionen av bilstolen under åktur. Således kunde man uppleva interiören av bilen samtidigt som haptiska intryck förstärkte upplevelsen genom den reella bilstolen. Kombinationen av att tillföra fysiska objekt till en VR-miljö för haptisk återkoppling ansågs som högst effektivt för inlevelsen.

Dessutom hade visualiseringsavdelningen även tagit fram underlag för evaluering av bilmodeller genom VRED. I dessa fall har de jämförts med de klassiska lermodellerna. Detta gjordes i ett fåtal design reviews och även i ett större evalueringsmöte angående en bils olika utrustningsnivåer. Av de deltagande som intervjuades beskrevs tekniken som intressant och att det gav en god rumsuppfattning, men även att den orsakat vissa problem i både prestanda och praktisk utformning. De stora bristerna man tog upp rörde sig framförallt om för dålig upplösning. Ett annat problem var att det var mycket svårt att förstå för utomstående vad VR-användaren faktiskt såg - användaren beskrevs kunna peka i blotta luften och be andra att spana in en detalj som ingen annan än denne själv kunde se.

Det program man generellt ansåg hade kommit längst på VR-modelleringsfronten var Gravity Sketch. Modellörers och designers erfarenhet i programmet var dock begränsade eller ingen alls. Ett fåtal hade testat programmet och gav under intervjuer sina synpunkter.

Generellt ansågs det som ett roligt och lekfullt program mer lämpat för nöjesaktivitet. De tillfrågade hade ofta svårt att uppfatta hur det potentiellt kan användas inom konceptmodellering, då de höga ytkraven krävde en maximal kontroll över linjer och punkter. Det beskrevs att Gravity Sketch är svårt för att "det saknar motstånd" - att fritt röra sig och rita i tre dimensioner gör det besvärligt att skapa någonting kontrollerat och precist. Här påpekades även svårigheten att arbeta med mindre detaljer på millimeternivå.

"Har testat att modellera i VR en gång kände spontant att det inte hade hjälpt i ett riktigt workflow, det kändes mera på skoj för spel och liknande, Liknande som man designade bilar på 60-talet. Drog linjer fritt över pappret och lekte med former - man får ingen precision. I vårt fall rör det sig om små ändringar."

- Anställd designer

Flera modellörer ansåg att program som Gravity Sketch och VR i allmänhet i nuläget var för inriktat på nöje- och spelindustrin och behövde mogna för ta sig in i modelleringsbranschen. Några uttryckte önskemål om att kunna få modellera i VR, men att "tekniken ännu inte riktigt är där än". Samtliga tillfrågade hade endast testat att modellera objekt på fri hand från en blank scen. I princip hade ingen tillräckligt med tid för att sätta sig in i programmets alla funktioner. Det rådde även osäkerhet om man kunde användas Alias-modeller i Gravity Sketch och hur det i så fall skulle gå till.

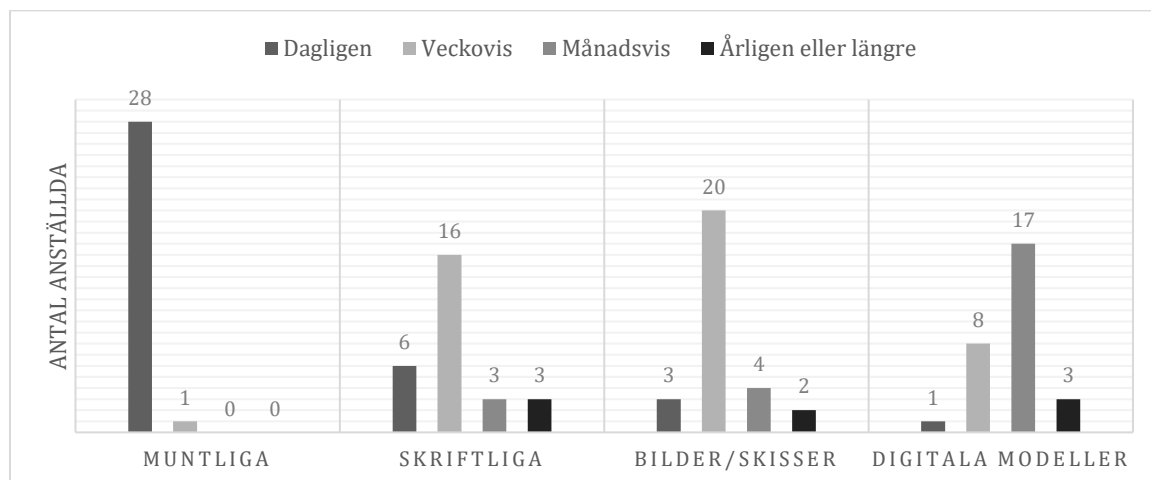
5.2 Enkätstudie

Resultaten från de inledande observations- och intervjustudierna gav en kvalitativ men spridd bild av de anställdas synpunkter kring arbetsprocessen och implementering av VR. Enkätstudien (bilaga B) ämnade att ge en kompletterande bild genom dess kvantitativa data.

Enkätstudien fick totalt 29 svarande varav 20 personer var konceptmodellörer och 9 A-klass. För konceptavdelningen gav detta en god majoritet av anställda modellörer. Enkäten visade att majoriteten använde Alias som modelleringsprogram och en median på 6 års erfarenhet av modelleringsarbete.

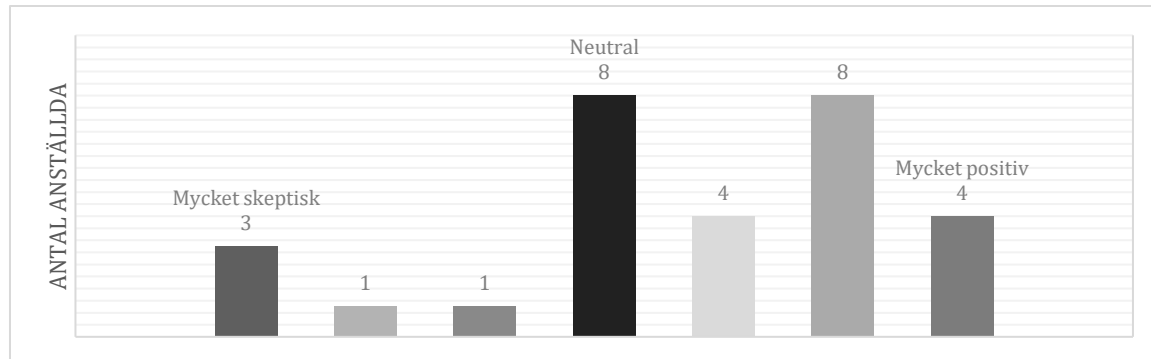
Kommunikationen mellan modellörer och designer ansågs av de flesta fungera väldigt bra i dagsläget. Gällande kvalitén i kommunikationen ansågs den som bra, men att det kan variera beroende på personkemi och språkbarriärer. I fråga rörande kommunikationsproblem så upplevde flera att tidsplanen mellan avdelningarna ibland har svårt att gå ihop vilket gav mindre tid att färdigställa CAD-modeller. En del av de tillfrågade efterfrågade därför att få vara mer delaktiga i designers och studioingenjörers arbetsprocess, exempelvis att sitta tätt

intill sin design- och studioingenjörspartner för närmare samarbete. Ytterligare uttryckta exempel på förbättringar handlade om att få mer skissunderlag från designer.



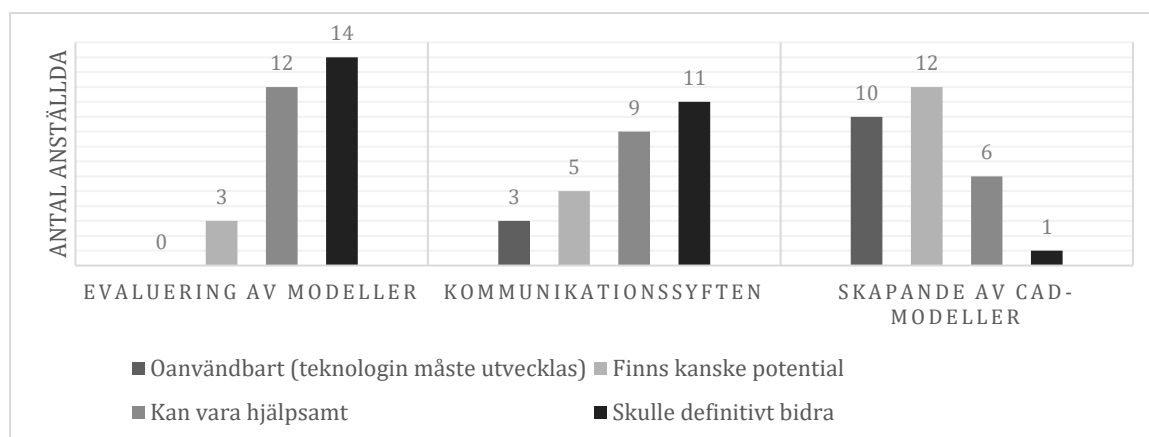
Figur 25 – Enkätresultat på fråga: Hur ofta får du följande designunderlag för att utveckla digitala modeller?

Kommunikationen mellan designern och modellören sker muntligen, skriftligen, genom skisser eller genom digitala modeller (fig. 25). Gällande vilket underlag man helst föredrar, så ansågs det av flera vara olika beroende på situation och att behoven förändras under arbetets gång. 62,5 % av de svarande benämnde i fri text att de föredrog skisser. Andra föredragna underlag som nämndes var digitala modeller (20%), sektionskurvor (17%) och muntligt (13%),



Figur 26 – Enkätresultat på fråga: Hur känner du allmänt om att använda VR i ditt arbetsflöde?

Ungefär 80% av de tillfrågade känner till VR-tekniken och 60% har testat den. Merparten av de tillfrågade är positiva till att implementera VR i det nuvarande arbetsflödet, även fast det råder en del skepticism (fig. 26). Vissa benämnde i fri text att de tror att arbete i HMD kan bli för asocialt eller för svårt att kunna modellera geometrier i. Även illamående av att använda tekniken nämndes.



Figur 27 – Enkätresultat på fråga: I hänsyn till ditt nuvarande arbetsflöde, i vilket område tror du VR kan bidra?

Gällande vilket område tekniken kan implementeras i – kommunikation, evaluering och skapande – så tror majoriteten av de tillfrågade att den hade fungerat bra för kommunikations- och evalueringsändamål, men mer skepsis fanns gällande att skapa modeller (fig. 27). Flera uppgav som förslag att VR-tekniken kan bidra till att få en bättre uppfattning av form och skala, samt att det ger dem möjlighet att se sina modeller ur ett verkligt perspektiv. Dock uttrycktes det att tröskeln för att börja använda tekniken måste vara låg – och att det inte får ta extra tid i form av långa förberedelser för att kunna se CAD-modeller.

Only meaningful if the threshold to use it is low. Day long preparations, additional gear and painstakingly calibrations are counterproductive.

- Enkät svarande modellör

I frågan om vad man kan anse viktigt när man granskar en digital modell ansåg majoriteten det som viktigt att kunna se ljussättning, reflektioner och göra direktjämförelse mellan modellversioner. Trots att allt fler verktyg, tjänster och arbetsflöden digitaliseras så tror majoriteten av de svarande att fräsning av lermodeller fortfarande kommer att vara en viktig del i arbetet. Jämfört med att kunna utvärdera form i VR så tycker de tillfrågade att det fanns en styrka att se en fysisk representation som utan tvekan representerar verkligheten och som man kan validera tillsammans kring. Vissa nämnde att den visuella kvalitén inte är tillräckligt bra i dagens VR-teknik. Andra tyckte det fanns styrka i att se formen i skala 1:1.

Många modellörer ansåg att de hade en bra känsla i att förstå hur en digital form blir i verkligheten. Trots denna självförsäkerhet så skriver en deltagare att detta är väldigt svårt, och att man måste uppleva formen i verkligheten för att få en full förståelse för den.

"Krävs extrem skicklighet att tänka riktig form från digital. Långt ifrån alla som klarar det. Riktiga modeller måste finnas, men kanske färre."

- Enkät svarande modellör

5.3 Fokusgrupp

I denna del presenteras den kvalitativa data som fokusgruppen genererade. Resultatet är strukturerat efter temat från transkriberingen av studien (bilaga C). Slutligen ges en kortfattad sammanfattning.

Kommunikation

Kommunikationen mellan designern och modellören kan både se och fungera olika. Det ansågs bero dels på vilken personkemi de delar, samt vilken typ av arbetsuppgift det handlar om eller i vilket skede i processen de befinner sig i. Detta gör det svårt att hitta konkreta problemområden i samarbetet.

Arbetet sker alltid iterativt med stegvisa förändringar utifrån den modell som modellören har skapat i datorn. På frågan om mer skisser skulle behövas i arbetet så skilde sig åsikterna mellan de medverkande modellörerna. Den ena ansåg att det oftast räcker med muntlig kommunikation för små förändringar – exempelvis om en linje ska förflyttas någon millimeter - medan den andra föredrar att oftast ha en skiss vid sin arbetsplats.

Gällande vilket underlag designern föredrar att bifoga till modellören så uppger designern att det kan vara olika från fall till fall, och man försöker alltid vara flexibel i detta beroende på vad modellören föredrar. När designern skapar underlag i form av 3D-modeller, vilket denne själv föredrar, uppger han att ett återkommande problem är att modellören ibland blir allt "för hårt styrd" av detta, vilket resulterar i en sämre modell.

Generellt delas uppfattning av modellörerna att de vill ha ett kontinuerligt samarbete med designern fram till dess att detaljen de arbetar med är färdig, då de menar att alltför lång tid mellan avstämningar i arbetet leder till att man "tappar det", vilket gör att man nästan måste börja om från början i arbetet.

Skissunderlag

Gällande vikten av att få korrekta skisser – där många vyer bifogas som är noggranna och exakta – så uppger de medverkande att detta inte är något som varken förväntas av modellören eller som ens är möjligt från designern. Utgångspunkten är en skiss som framhäver känslan i det man vill att modellören ska skapa, snarare än att visa exakta geometrier. Det framkommer också att designerns idé kanske inte är genomförbar eller att den upplevs helt annorlunda när den översätts i en 3D-form. Detta är något som framkommer i den iterativa processen på ett naturligt sätt, när man får ökad förståelse för den.

"Det är essensen i skissen som man vill framhäva till modellören. Tre linjer som är grunden, som sätter upp allt, kan behöva skifta för att få det att funka – något som framkommer genom iteration när man väl börjar snurra på saker i 3D."

- Anställd designer

En modellör uttrycker också att han föredrar enklare skisser som underlag, för att sedan snabbt kunna arbeta fram en 3D-modell i datorn. Den hastigt gjorda modellen fungerar sedan som ett diskussionsunderlag mellan designer och modellör, och med utgångspunkt från den arbetas stegvisa förbättringar fram.

Åsikter om den nuvarande VR-tekniken

För att föra fokusgruppen vidare in på området VR så tillfrågades de om deras erfarenhet av tekniken, samt vad de har för generell uppfattning och tycke om den. En deltagande modellör har testat den nuvarande HMD-tekniken för att evaluera exteriörer på en bil, där en fysisk lermodell användes som komplement. Deltagarens bedömning var att upplösningen och skärpan inte var tillräcklig för att kunna upptäcka problem i den visade modellen. Åsikten om att upplösningen är för dålig är något som delas av samtliga deltagare. Den medverkande designern trodde dock att om tekniken hade utvecklats gällande skärmapplösningen, så hade det fungerat mycket bättre.

"Det är som att titta på en gammal TV – dålig upplösning. Tror att det kommer att fungera mycket bättre med en 'super Hi-res skärm' - då kan den fungera till att evaluera även superfina ytdefinieringar"

- Anställd modellör

Förutom att upplösningen är för dålig för att utvärdera fina detaljer så anser de medverkande att volymer och rumsuppfattning är något som faktiskt fungerar väldigt bra med den nuvarande HMD-tekniken. Designern jämförde med sin tidigare erfarenhet av CAVE-tekniken, där exempelvis interiörer på bilar ansågs upplevas större än i verkligheten, så tyckte han att VR via HMD ger en verkligare representation. Ytterligare en styrka med HMD-tekniken som nämns var att placera sig virtuellt i förarens position vid utvärdering av en bils interiör.

"Bra att sitta som förare i förarsitsen i VR, för att sitta och bedöma saker därifrån. Känner att det är extremt effektivt"

- Anställd modellör

Integration av VR i det nuvarande arbetsflödet

För att få en uppfattning om hur man kan integrera VR i nuvarande arbetsflöde tillfrågades de medverkande om vilken potential den nuvarande VR-tekniken kan ha i områdena evaluering, modellering och kommunikation. Deltagarna tror att VR skulle vara ett bra verktyg speciellt vid kommunikation och evaluering i viss mån.

Kommunikation och evaluering genom VR nämndes vara något som redan har testats hos Volvo i en design review. Detta ansågs kunnat implementeras ytterligare om det från början hade gjorts på ett bättre sätt. Vid tidigare genomförd evaluering i VR så uppger deltagarna att det var problematiskt att inte alla som då medverkade hade kunnat vara inne i den virtuella världen samtidigt. Endast ett HMD utnyttjades med en person åt gången och resterande kunde endast se den virtuella världen genom en vanlig datorskärm. Detta gjorde

det svårt att förstå vad användaren tittade på. Önskemål om att kunna vara flera personer (2–5 personer) i samma virtuella rum lades fram, där man genom virtuella händer och avatarer kunde peka på detaljer i VR-miljön, vilket hade underlättat kommunikationen avsevärt. Att kunna hålla design review i virtuella rum med personer från andra kontinenter uttrycktes också som ett önskemål.

"Att man kan placera sig själv i förarstolen och chefen i passagerarstolen, att man bara kan ha en virtuell hand och kunna peka på saker, det hade varit 'awesome'."

- Anställd modellör

Gällande att kunna modellera i VR så uttrycks önskemål om att det hade varit bra, men att det inte är realistiskt att implementera i dagsläget. Det nuvarande modelleringsarbetet i A-klass kräver en väldigt stor noggrannhet, och det anses vara omöjligt att få den kontroll som krävs med den nuvarande mjuk- och hårdvarukombinationen.

Återkoppling till enkätundersökningen

För att komma djupare in på vilken problematik och vilka möjligheter VR för med sig så presenterades deltagarna i fokusgruppen med citat från den tidigare enkätundersökningen.

Gällande ett citat som menar att det i dagsläget tar för lång tid att få igång VR-systemet när det ska användas, så håller en deltagare med, och har egna erfarenheter av att det tar ett par dagar i planering och förberedelser för att det ska fungera. Detta är något som inte är accepterat och en framtida implementering måste ske sömlöst med det nuvarande arbetsflödet. En optimal lösning enligt en av deltagarna hade varit om varje arbetsstation var utrustad med en egen HMD som var direkt länkad till Alias eller Maya, och att det inte ska kräva förarbete i form av rendering eller exportering från modelleringsmjukvaran för att modellerna ska kunna visas i VR.

"Det ska vara lika enkelt som att koppla in ett par hörlurar"

- Anställd modellör

Ett citat beskriver illamående i samband med att ha testat VR. Ingen av de som medverkar i fokusgruppen förknippade sin erfarenhet med detta. Deltagarna ansåg att längre vana av att använda tekniken samt en förbättring i visuell kvalitet hos de nuvarande HMD kan eventuellt minska risken för detta.

Ytterligare tankar kring integrering av VR

Gällande den visuella kvalitén i dagens HMD så rådde det delade meningar mellan deltagarna. En modellör uttryckte att kvalitén inte är tillräcklig för att implementera VR i arbetsflödet i nuläget då deras arbete handlar om att göra förändringar i millimeter-skala för den tidigare konceptfasen, och i tusendels millimeter i senare A-klass-gruppen. Han ansåg att den nuvarande tekniken inte är kapabel till att visa detta. Den medverkande designern tror dock att tekniken är redo för att implementeras redan idag, om HMD-enheten hade

fungerat genom en direktkoppling till modelleringsmjukvaran för att evaluera volymer i pågående arbeten. Deras gemensamma slutsats blev att dagens HMD-teknik kan användas i startup-fas och tidigt i konceptfas, men att den inte är tillräcklig i det senare skedet i modelleringsarbetet.

Gällande att skapa i VR så anses det inte vara gångbart i dagsläget med den nuvarande mjukvaran då ytkraven ansågs för höga. De medverkande tror att det är mycket arbete kvar med att skapa verktyg som gör detta möjligt. Dock uttrycks önskan, återigen, om att få göra detta i VR.

Skillnad i utvärderingskrav mellan en designer och en modellör

När de medverkande tillfrågades om det är någon skillnad på krav gällande den visuella kvalitén för datorgrafiken när de arbetar med modeller och utvärderar dem i olika faser, så är de överens om att det stämmer. Designern uppger att de utvärderar modeller mer holistiskt, speciellt i de tidigare faserna, och då är inte den visuella kvalitén lika viktig. Detta gäller dock inte för de senare faserna, då designern också är tvungen att göra bedömningar för väldigt små detaljer, där den visuella kvalitén spelar en större roll. För modellören anses den visuella kvalitén spela en mycket större roll, och är något som är viktigt redan i tidig konceptfast och ännu viktigare i senare A-klass-modellering.

Utvärdering med lermodell kontra VR

De medverkande tillfrågades om för- och nackdelar med att utvärdera en modell i VR jämfört med att utvärdera fysisk modell i lera. En egenskap som designern ansåg vara viktig, är att man kan känna på dem, och på så vis utvärdera dem genom känsel. Dels handlar det om komponenter som är designade för att ta på, exempelvis en ratt, men även gällande exteriöra former så uttrycktes behovet av att utvärdera genom känsel. Denna åsikt skiljer sig i jämförelse med enkätstudien där haptik ansågs som oviktigt och kan antas bero på att designer och modellör prioriterar olika gällande vad som är viktigt inom modellevaluering.

"Man behöver det fysiska då det faktiskt är fysiska produkter vi gör. Men jag tror att VR kan implementeras däremellan, så att när man väl fräser fram lermodellen så kommer det resultatet att vara närmare det man har tänkt sig."

- Anställd designer

De medverkande tror dock att VR kan fungera bra som ett komplement till de frästa lermodellerna. Då kostnaden är hög för att fräsa lermodeller i fullskala så anser de att det kan vara bra att utvärdera modeller i VR innan detta sker, som ett extra steg för att säkerställa att lermodellen blir så bra som den kan bli. De uppger att det ofta händer att man blir överraskad och upptäcker felaktigheter i den fysiska modellen efter att den har frästs, som man tidigare inte sett. Anledningen till detta tros bero på att man inte ser modellen från ett naturligt perspektiv när man har den på en datorskärm. De medverkande ansåg att den nuvarande VR-tekniken kunde var redo för att göra en skillnad här redan idag. Dock rådde tvivel då man inte var säker på hur väl en virtuell modell överensstämmer med verkligheten.

"Jag tror att man skulle kunna använda VR för att få mer mogna fysiska modeller."

- Anställd modellör

Vidare anser de medverkande att det ger dem en bättre formkänsla när de utvärderar en lermodell i verkligheten. De upplever ibland att former känns större eller mindre i verkligheten, vilket tros bero på att arbetet ofta sker i ett väldigt inzoomat läge på datorskärmen. Detta gör att former ofta måste "överdrivas" i arbetet, för att de senare ska se bra ut.

"Även former kan behöva överdrivas i datorn för att de ska se bra ut i leran. Så även fast man tycker att en viss kurva är tillräckligt krökt i datorn så kan man ändå behöva överkröka den för att det inte ska se platt ut i verkligheten."

- Anställd modellör

Denna typen av formförändringar anser deltagarna hade fungerat väldigt bra i VR – att genom en HMD bättre kunna uppleva formen och sedan göra justeringar som bättre stämmer överens med koncept. Att kunna utvärdera formen från rätt synvinkel ansågs viktigt, och något som kan göras möjligt med hjälp av VR-tekniken, för att se korrekta proportioner och förhållanden mellan detaljer i modellerna.

Slutsats

Det är viktigt att VR implementeras i arbetsflödet på ett naturligt och flexibelt sätt, där tekniken är fullt kompatibel med befintlig datormjukvara, exempelvis att insteget i VR sker med ett klick. Denna implementering skulle också kräva att extra mjukvaruplattformar som kräver internetuppkoppling, exempelvis Steam, inte är nödvändiga.

Man tror att VR-tekniken är mer användbar för att evaluera och kommunicera runt digital form, än att skapa den. Detta anses bero på att mjukvara och verktyg för att skapa form inte utvecklats tillräckligt. Gällande VR-teknikens visuella kvalitet så anses dagens teknik inte tillräcklig för att kunna göra slutliga formevalueringar, men att den är duglig för att kunna fungera för tidigare evalueringar och få en känsla för den tredimensionella formen. Önskemål finns dock om att kunna använda VR för att kolla helhetsintryck, fina ytdetaljer och möten i formen som anses besvärliga att få rätt när man arbetar vid en platt skärm.

Lermodeller värderas högt och deltagarna tror att detta utvärderingsverktyg kommer att finnas kvar under en längre tid. VR tros fungera bra som ett komplement till fysiska lermodeller, och skulle göra att dessa blir mer mogna och närmare den slutliga formen.

5.4 Personas

I denna sektion beskrivs fyra kortfattade personas för att fånga in gruppen som studien ska utveckla ett koncept emot. Den reflekterar generella data som dök upp under enkätstudien och synpunkter som framkommit under intervju och fokusgrupp.

Novisen

- Ålder 18–25 år.
- 1–5 års yrkeserfarenhet.
- Flexibel och under upplärning i nuvarande arbetsprocessen.
- Har en generellt positiv syn till VR i arbetsflödet, även om den inte ses som direkt hjälpsam för just denne själv.
- Har prövat VR tekniken. Anser sig se viss direkt nytta, främst inom kommunikation och evaluering. Anser även att det kanske kan användas inom modellering.

Tvekaren

- Ålder 26–35 år.
- 6–9 års yrkeserfarenhet.
- Lång vana att arbeta stillasittande vid skrivbord.
- Ingen särskild synpunkt om VR ska användas i arbetsflödet eller inte.
- Har prövat VR vid enstaka fall eller endast hört om tekniken.
- Tror att VR kan användas i evalueringssyften men inte för modelleringsändamål.
- Undrar om VR är ännu en fluga, som exempelvis 3D-glasögon.

Entusiasten

- Ålder 26–38 år.
- 6–12 års yrkeserfarenhet.
- Lång vana att arbeta stillasittande vid skrivbord.
- God erfarenhet inom modellering i Alias och Maya.
- En positiv syn till VR i arbetsflödet, främst i evaluering och kommunikationssammanhang, men anser att tekniken behöver utvecklas. Har önskemål att modellera i VR men anser att verktygen inte finns inte där riktigt än, då man saknar kontroll.
- Spridd erfarenhet av VR, från ingen alls till att man nyligen provat.

Skeptikern

- Ålder 36–49 år.
- Över 10 års yrkeserfarenhet
- Väl insatt och bekväm i nuvarande arbetsprocess och hur man arbetar på sammanlänkade avdelningar.
- God erfarenhet inom modellering i Alias och ICEM.
- Har nyligen provat VR och ansåg sig se påfallande brister i tekniken - för asocialt och för dålig upplösning.
- Har svårt att se hur VR ska användas i det dagliga arbetet, dock möjligen i kommunikationssammanhang.

6. Modellörens kravbild

I detta avsnitt ges en överskådlig summering av de krav som samlats in, baserat på data från intervjuer, observationer, enkätstudie och fokusgrupp. Kravbildens teman är baserat på KJ-analysen (bilaga D) och formaterade för att fungera som ett överskådligt underlag för den framtida idégenereringen. Uppdelning har gjorts mellan direkta krav som ställs på konceptmodellören under designprocessen, därefter följer återkommande önskemål som modellörer ställt gällande implementering av VR. Kravbilden avslutas med en mer specifik kravlista inför kommande viktning i utvärderingen.

Krav på modellör



- Kontroll och precision – med god säkerhet kunna styra och skapa geometri ner till tusendels millimeter.
- Skapa god teoretisk uppbyggnad av modell.
- Urskilja detaljer i geometri – både estetiska och programteoretiska – och hur de kommer att framträda i verkligheten.
- Kunna kommunicera effektivt med personer på sammanlänkande avdelningar - primärt designers.
- Kunna utföra ett tidseffektivt modelleringsarbete.

Önskemål kring VR:



- Plug & Play - ska gå enkelt och snabbt att använda.
- Smarta funktioner för att navigera kring mindre yta.
- Kunna uppfatta proportioner, avstånd och ändringar i modellen.
- Kunna uppleva precision och tillförlitlighet i modellering.
- Kunna kommunicera tydligt med andra, både till och ifrån den virtuella miljön.
- Vara förenligt med hälsa och säkerhet.

6.1 Krav på modellör

Återkommande krav som framkommit i tidigare metoder beskrivs kortfattat nedan.

Kontroll och precision - kunna styra och skapa geometri med säkerhet

Ett krav som återkommande uttryckts under användarstudierna. Modellören gör oftast geometriförändringar med små marginaler. Innan DSM0 kan nya geometrier byggas upp men det är vanligt att man redan här arbetar med små förändringar på centimeternivå. Acceptabla felmarginaler minskar ner igenom DSM-stegen ner till tusendelsmillimeter. Minimala förändringar är även nödvändiga för att modellen ska få företagets satta A-klass stämpel, vilket gäller i alla DSM-steg.

God teoretisk uppbyggnad

Att skapa god teori har uttryckts som viktigt och som en stor del av modellörens nuvarande arbetsprocess. Igenom designprocessen sker konstant förändringar baserat på inkommande krav från designers och ingenjörer. Modellören behöver därför göra geometrierna flexibla inför kommande förändring. God teori behövs också för att få till en välgjord fungerande modell som ska kunna användas av olika avdelningar på företaget.

Urskilja detaljer i geometrisk uppbyggnad

Detta krav faller inom två aspekter. Dels finns den formmässiga som har att göra med att geometrin överensstämmer med inkommande estetiska och funktionella krav för produkten. Modellören behöver här se till att detaljen överensstämmer med det underlag och önskemål som givits. Den andra aspekten är den programteoretiska och är direkt knutet till förståelse av hur ytor beter sig i mjukvaran. Modellören behöver kunna urskilja kurvor och ytors inre uppbyggnad och hur allt samverkar.

Kunna kommunicera effektivt med personer på sammanlänkande avdelningar

Kommunikationen med andra avdelningar sker dagligen och är essentiell för att arbetet ska kunna tas framåt i rätt riktning. Kommunikation med designers gällande utveckling av konceptmodeller är det klart vanligaste och sker verbalt eller skriftligen. Skisser och anteckningar blir en form av referensunderlag som sker i samband med kommunikationen.

Kunna utföra ett tidseffektivt modelleringsarbete

Modellörerna har krav på sig att kunna utföra ett tidseffektivt och kvalitativt arbete inom digital modellering. Det tidskrävande ordinarie arbetet har uppdagats ge ont om tid över till att lära sig ny teknik. Allmänt anses det osäkert att testa teknik som inte upplevs ge direkt nytta i nuvarande aktuella projekt.

6.2 Önskemål kring VR

Genom intervjuer, observationer, enkät och fokusgrupp har tankar och önskemål kring VR undersökts. Önskemål kring VR, som har varit ett vanligt förekommande tema, tas upp nedan och fungerar som en riktlinje till den kommande idégenereringen.

Plug & Play

Återkommande har det uttryckts i intervjuer, enkät och fokusgrupp att man vill att VR ska vara enkelt och lätt att använda. Man vill undvika en tidskrävande installation och uppstart av systemet. Många ville att det skulle finnas integrerat i nuvarande programvara och att de inte krävdes separata mjukvaror. I fokusgruppen ansågs det att lösningen gärna bör kräva minimalt med extra utrustning, såsom sladdar, kontroller och IR-sensorer.

Smarta funktioner för att navigera kring mindre yta

Flertal ansåg det för omständligt att lämna befintlig arbetsyta för att ett VR-headset ska kunna utnyttjas effektivt i deras arbete. Eftersom det i nuläget är en skrivbordsyta modellörer arbetar vid, ställer detta önskemål ett indirekt krav på tillgänglighetsanpassning för VR.

Kunna uppfatta proportioner, avstånd och ändringar i modellen

Att kunna evaluera och granska modeller i VR har varit ett vanligt förekommande önskemål i användarstudierna. Denna tillämpning anses av majoriteten av modellörer ha stor potential i det nuvarande arbetsflödet. Att kunna se modeller i naturlig skala har återkommande ansetts värdefullt. Man har även uttryckt önskemål om bättre visningskvalité för att kunna se finare detaljer.

Kunna uppleva precision och tillförlitlighet i modellering

De modellörer som testat att modellera i VR uttryckte samtliga svårigheter att få till önskade geometrier och att man saknade kontroll. Flera ansåg att den modellerade geometrin var otillförlitlig och inte lämpad för modellering riktad emot verkliga slutprodukter av hög standard.

Kunna kommunicera tydligt med andra, både till och ifrån den virtuella miljön

Detta anses som ett stort problem i nuläget då modellörens arbete kräver regelbunden kommunikation med andra. VR-headset har beskrivits som för asociala och att det svårt att göra sig förstådd. VR-användaren anses sakna verktyg i den virtuella miljön för att uttrycka sig till utomstående i verkligheten. Likartat svårt, om inte värre, är det för den utomstående att kommunicera till VR-användaren.

Vara förenligt med hälsa och säkerhet

Illamående vid användning av VR har nämnts som ett problem under studien. Däremot har den övergripande majoriteten rapporterat att de inte upplevt detta när rekommendationer för VR-användning följts, gällande arbetstid i VR-miljön, bilduppdateringsfrekvens och navigation. Kollisions- och snubbelrisk är förekommande och bör minimeras.

6.3 Kravlista

Nedan följer en mer detaljerad kravlista indelad i allmänna och modelleringsspecifika krav för tillämpning av VR samt vidare krav för gruppkommunikation (fig. 28). Kraven har viktats som direkt nödvändiga (N) eller önskvärda (Ö) för att avgöra hur de bör prioriteras. Mätvärdena anges där det är möjligt och är baserade på de tidigare genomförda studierna.

N/ Ö	Krav	Mätvärde	Förtydligande
Allmänna krav			
N	Undvika åksjuka	>90 FPS, minimera uppfattad forcerad rörelse	Synuppfattning och balanssinne måste vara synkroniserat
N	Undvika huvudvärk och ansträngd syn	Beroende av displayteknik och VR-användning i tid	Minimerar långtgående hälsorisker 30 min
N	Minimera kollision- och snubbelrisk	Öppen fri yta alt. uppfatta omvärld från virtuell miljö	Undvika hinder i verkligheten
N	Kunna förflytta sig virtuellt runt en digital modell	Användbar area på digitalt område (ca 4x4m)	Kunna förflytta sig runt en virtuell bil

N	Uppleva direkt nytta	Uppfattad arbetslättnad	Ska upplevas underlätta i dagens nuvarande arbetsflöde
N	Uppleva tillförlitlighet		Osäkerhet kring teknikens pålitlighet
N	Kännas enkelt och intuitivt		Allmänt ont om tid att lära sig ny teknik
N	Kunna starta VR-applikation inom kort tidsram	Antal knapptryck alt. arbetstid	Minimal tidsåtgång.
Ö	Ha fysisk nära till nödvändig utrustning	Distans (m)	Tillgänglighet
Ö	Minimera nödvändig utrustning för VR-rigg	Antal separata delar	Tillgänglighet
Modelleringspecifika krav			
N	Uppleva rörelsekontroll och precision	Uppfattad kontrollprecision i distans	
Ö	Modifiera (alt. skapa) geometri flexibelt	Uppfattad flexibilitet	God teori, för utveckling och kvalitetssäkring
Ö	Medge förståelig teori i uppbyggnad	Uppfattad förståelighet	God teori, för utveckling och kvalitetssäkring
Ö	Uppleva rörelsemotstånd		
N	Medge förståelighet i proportioner och skala	Uppfattad förståelighet	Främst se modell skala 1:1 ifrån mänsklig synvinkel
Ö	Urskilja ytdetaljer	Se detaljer på mm-nivå	Likt den mänskliga synskärpan
Ö	Kunna känna ytor	Haptisk feedback	
Ö	Uppleva korrekt färgåtergivning		
Vidare krav i gruppkommunikation			
N	Förståelse vad VR-användare ser	Antal personer i samförstånd (2 till 8)	Isolerad känsla i nuläget
N	Medge förståelse för VR-användare vad andra ser	Antal personer i samförstånd (2 till 8)	Isolerad känsla i nuläget
Ö	Medge helhetssyn av bilmodell		Exteriört och interiört
Ö	Uttrycka sina tankar förståelig		
Ö	Ändra modellversion	Uppfattad flexibilitet	
Ö	Medge distanskommunikation	Uppfattad flexibilitet i kommunikation utan fysisk närvaro	Effektivt arbetssätt, framförallt gällande designer och modellör

Figur 28 – Kravlista.

7. Utvärdering av VR och dess framtid

I denna del beskrivs en fördjupning i hur VR kan integreras in i arbetsflödet baserat från den kravbild som framkommit ifrån användarstudierna. Först ges utvärderingen av mjukvaror med VR-funktionalitet som i litteraturstudien ansetts intressanta för en modellörs arbete. Därefter följer en framtida omvärldsanalys av tekniska, politiska, ekonomiska och sociala faktorer. Den integrerande studien summeras slutligen i framtida krav som potentiellt kan ställas på en konceptmodellör.

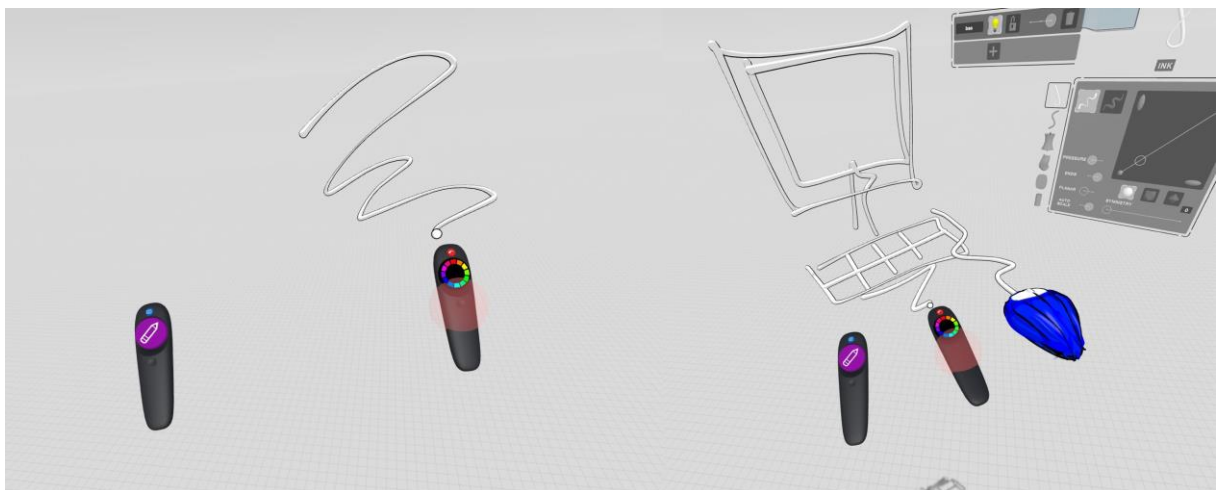
7.1 Utvärdering av VR

Under arbetet utfördes flertalet tester i VR-zonen hos Volvo Cars Design för att således skaffa sig en direkt uppfattning om VR-tekniken i kombination med kompatibel mjukvara. De program som testades var Gravity Sketch, Tilt Brush, Autodesk VRED och Alias 2019. Gravity Sketch och VRED beskrivs mer utförligt då de andra programmens VR-funktionalitet var mer begränsad vid tillfället då testerna utfördes.

7.1.1 Gravity Sketch

Gravity Sketch är ett program som marknadsför sig som ett kraftfullt och intuitivt designverktyg och som är väl anpassat för ett företags arbetsflöde (Gravity Sketch, 2018). I programmet är användaren fullt innesluten i en öppen 3D-scen via ett HMD. Mjukvaran är konstruerad för att användaren snabbt ska kunna forma 3D-geometrier genom dennes armrörelser inne i den virtuella miljön (fig.29). Armrörelserna översätts av två handkontroller, alternativt genom direkt spårning av användarens händer via tillbehöret Leap Motion.

Den digitala representationen av golvplanet och handkontrollerna fungerar som enda synliga verklighetsreferens i den virtuella miljön. Det saknades att kunna se någon fysisk representation av sig själv eller sin omgivning.



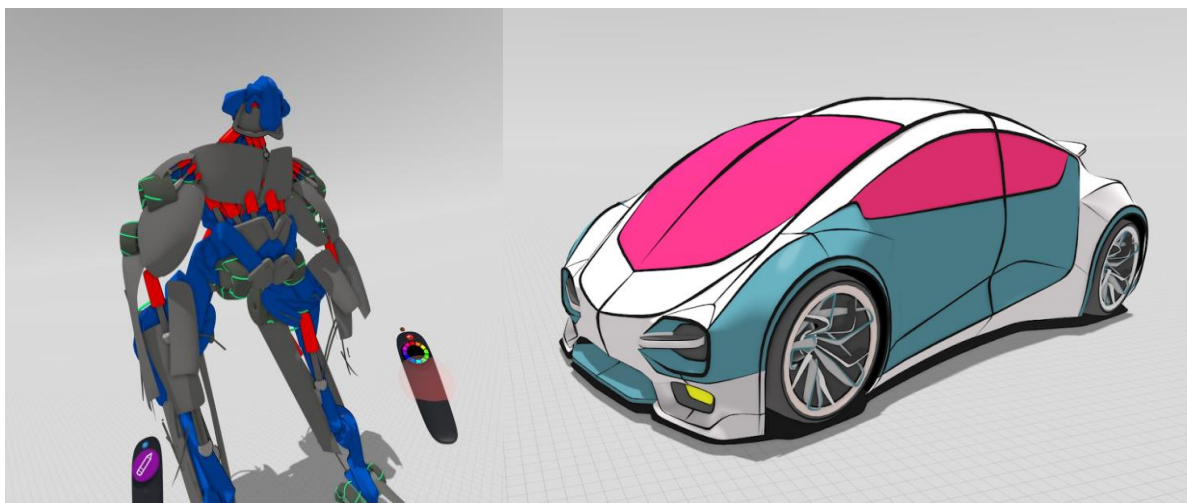
Figur 29 - Modellering i Gravity Sketch.

Geometrier formas genom att man bygger linjer, ytor och primitiver (exempelvis kuber och sfärer) baserat på knapptryck kombinerat med handkontrollernas rörelse i verkligheten. Geometrin byggs genom NURBS-data - alla linjer och ytor kan därmed justeras genom att man i ett redigeringsläge förflyttar dessa utbyggda CV-punkter. Det går även att ta bort och lägga till CV-punkter efter behag. Det finns många andra funktioner och en detaljerad beskrivning återfinns på Gravity Sketch hemsida i form av en online-manual.

Programmet saknade funktionalitet för att ställa in samband mellan kurvor och ytor. Alla kurvor och ytor behandlas som separata objekt av programmet och behöver skapas och manipuleras manuellt. Exempelvis går det inte att sätta olika kontinuitetsvillkor (G_0 , G_1 , G_2 osv.) mellan geometrierna eller generera ytor mellan två kurvor automatiskt. Således är det svårt att på ett flexibelt modifiera geometri för senare ändringar och därmed saknas möjlighet att bygga geometrier enligt god teori. Istället kan Gravity Sketch ses som ett program fokuserar på grovt formskissande i 3d snarare än högkvalitativ modellering.

Programmet har möjlighet att göra grovt formskapande mycket effektivt då användaren kan röra sig fritt i alla tre dimensioner. Enligt gästföreläsande designer Mike Jelinek uppmuntrar programmet ett enkelt och naturligt närmande där användaren inte ska behöva vara för låst i teori och matematiska samband, utan fokusera på att intuitivt modellera med hela kroppen.

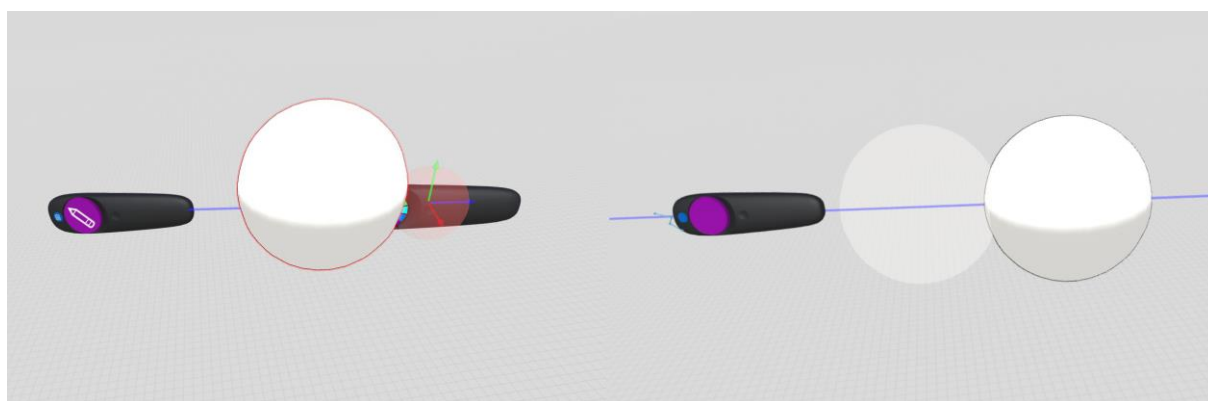
I testerna kan det generellt bekräftas att det som tidigare nämnts gällande bristen av kontroll stämmer. Alla verktyg baserades på handrörelser i luften och kräver en god säkerhet på hand. Detta kan jämföras med att lära sig en ny kognitiv teknik - att handskissa i luften utan motstånd. Grovt uppskattades det finnas en felmarginal på 1–5 cm, beroende på handstabiliteten vid skapande av form. Gemensamt för alla verktyg är att deras inställningar är begränsade utefter hur mycket användaren dragit i reglage eller förflyttat handkontrollerna. Det saknades möjlighet att kontrollerat skriva in ett exakt värde på position, rotation, skala eller andra verktygsspecifika värden.



Figur 30 - Modeller gjorda i Gravity Sketch (M, Jelinek, 2018 (t.v.) & J, Robbins, 2018 (t.h.)).

Generellt fanns en stor ovana bland modellörer i omställningen till att använda nya kroppsrörelser för att aktivera funktioner. Många använde en stelt stående kroppsställning som kan liknas med ställningen man har vid ett upphöjt dataskrivbord, och utnyttjade därför inte rörelsekontrollen till fullo.

Ett annat problem var att vissa funktioner kräver att man kombinerar både höger och vänstra kontroller i en kroppsställning med knapptryck. Exempelvis för att förflytta en geometri låst till endast en rak koordinataxel (fig. 31). Detta bestod av att man håller kontrollerna i linje med önskad axel samtidigt som man håller höger sidoknapp inuti en geometri som befinner sig innanför den högra kontrollens greppzon, därefter kan man förflytta geometrin i en axel med höger kontroller (förutsatt att denna funktion är aktiverad i konfigurationsmenyn).

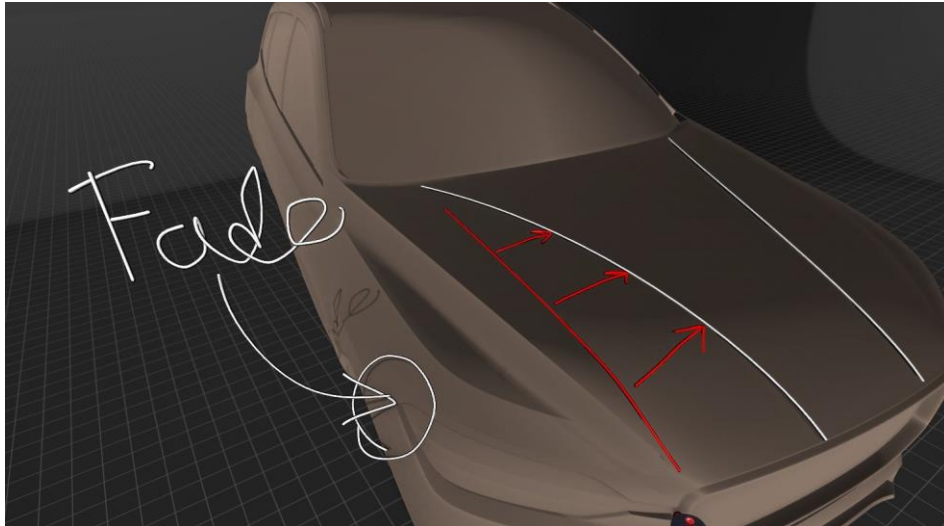


Figur 31 – Förflyttning av geometri låst till en rak koordinataxel.

Modellörerna beskrev det som svårt att veta var allting befann sig och att var mycket annorlunda jämfört med att arbeta vid datorskärmen. Handkontrollernas konfiguration ansågs allmänt besvärlig i att hitta inställningar och menyer. Många upplevde det som svårt att veta vilken knapp som gjorde vad och hur man kom åt menyer. Majoriteten behövde omfattande instruktioner.

De flesta ansåg att man behövdes träning för att bli säker på hand och klara av att modellera något kvalitativt i VR. Under Jelineks workshop byggdes bland annat en konceptbil och robot under dryga 20 minuter på fri hand. Detta var långt ifrån vad som modellörerna kunde åstadkomma då omställningen ansågs för omvälvande och svår.

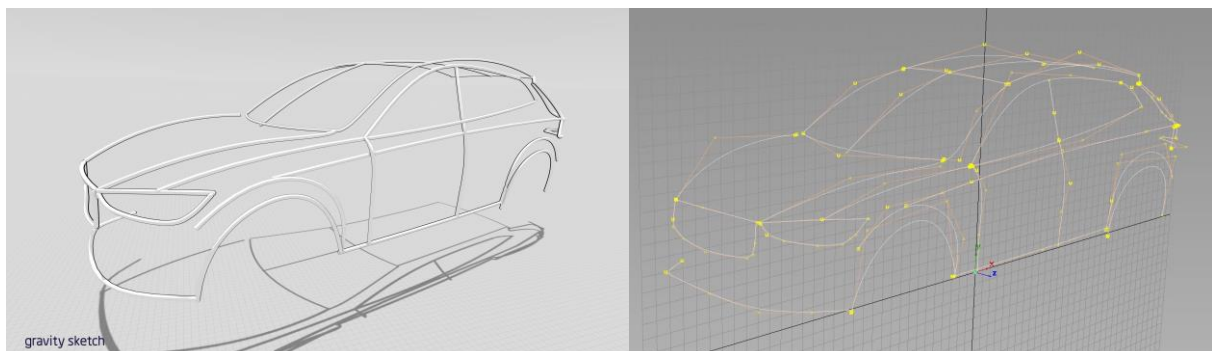
I syfte att kunna göra formskapandet enklare och få en bättre kontroll så utfördes tester genom att använda färdiga bilmodeller i Gravity Sketch. Dessa baserades på modelleringsdata från Alias och användes som referensobjekt i modelleringsscenen. Det saknades direkt kompatibilitet mellan programmen och all NURBS-data gick därmed förlorad i konverteringsprocessen. Modellen gick endast att modifiera som en låst mesh i position, rotation och skala. Däremot kan all ny form som skapas i Gravity Sketch, i sin studioversion, konverteras som NURBS-data till Alias.



Figur 32 - Exempel på ändringsdirektiv gjorda i Gravity Sketch från en Alias modell.

Testerna gick ut på att modellen användes som en referens att projicera linjer på, därmed kunde man skapa mer kontrollerade former. Dock var det nödvändigt att justera CV-punkterna i efterhand för att få önskat resultat. På detta vis gick det att skapa kommunikativa underlag i form av symboler och linjer som ändringsdirektiv av modeller (fig. 32). Detta går i linje med det tidigare uttryckta behovet under spontanintervjuer med modellörer, att det skulle kunna vara användbart att få mer skissunderlag från designer.

Ytterligare utvärderades det att modellera med en befintlig Alias-modell som underlag. Genom att projicera ut CV-punkter på den befintliga geometrin och sedan editera dem gick det att snabbt bygga upp en linjeskiss av en bilmodell, utan större säkerhet med hand (fig. 33). Tidsmässigt uppskattades detta ta 20–30 min.

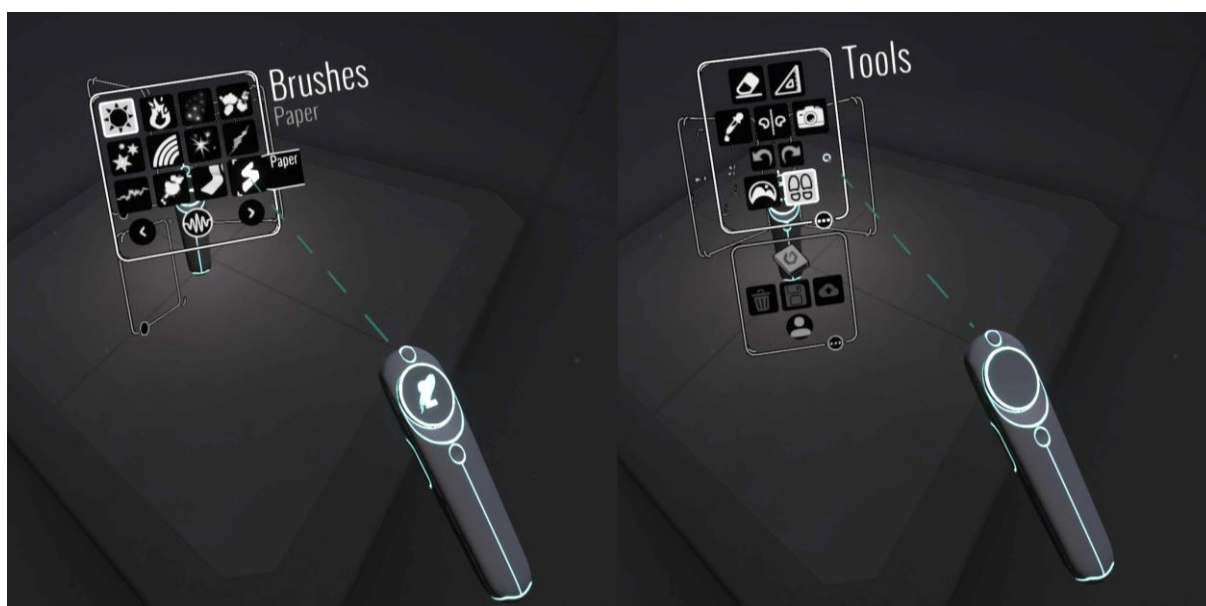


Figur 33 - Linjeskiss i Gravity Sketch baserad på projektion på befintlig geometri (t.v.) och samma skissdata överförd till Alias (t.h.).

Slutresultatet visade på att Gravity Sketch har mycket begränsade möjligheter gällande modellering med höga ytkrav. Programmet fungerade lämpligast i att modellskissa former och kan fungera i syfte att kommunicera idéer och konceptförslag. Det kan potentiellt vara ett kraftfullt verktyg till att skissa ändringsdirektiv direkt i 3D, istället för att skriva ut en bild på 3D-modell och rita över den. Dock behövs det mer kontroll och tydligare funktioner för att en modellör ska kunna komma in i programmet utan längre lärotid.

7.1.3 Tilt Brush

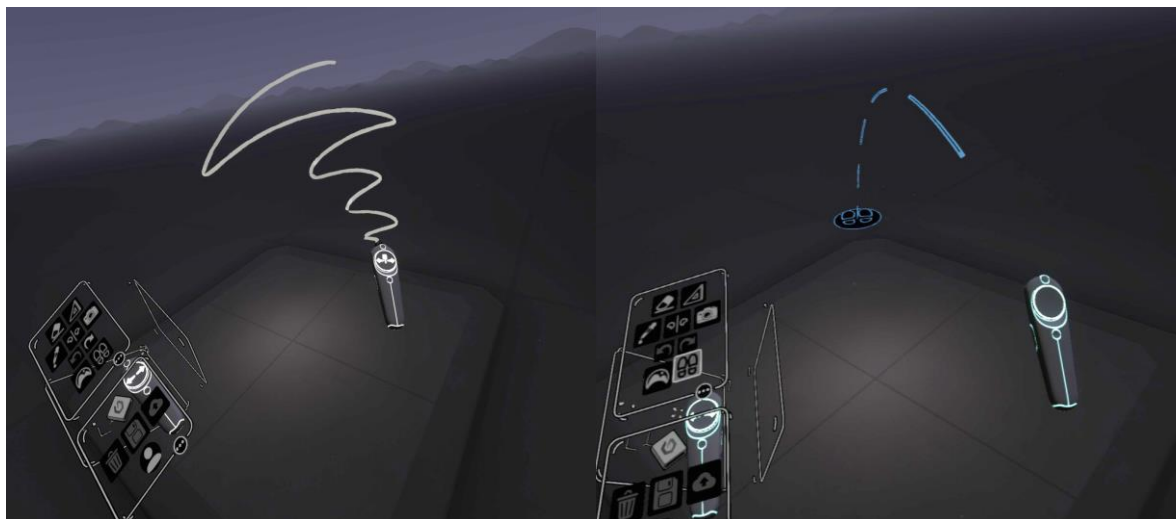
Google Tilt Brush är ett program som erbjuder konstnärsmåling i en virtuell 3D-miljö. Programmet delar många likheter med Gravity Sketch men fokuserar istället helt på att kunna måla på fri hand med marginell möjlighet att senare editera geometrier.



Figur 34 – Exempel på hur verktygspaletten kan roteras runt i Tilt Brush för att byta meny.

Programmet använde sig av en annorlunda variant av gränssnitt jämfört med Gravity Sketch. Vänstra handkontroller har här alltid sin meny synlig. Interfacet kan roteras runt genom handrörelser och växlar på detta vis aktiv meny. Olika paletter av verktyg kan således väljas genom att man vrider runt menyerna (fig.34). Med höger kontroller målar man sedan geometrier likt Gravity Sketch (fig.35 t.v.).

Generellt lyckades de flesta modellörer komma snabbt in i programmet och färre instruktioner behövdes. Menyn och inställningarna ansågs tydligare då de inte låg dolda, utan fanns direkt överblickbara. Dock var programmet extremt beroende av handsäkerhet och saknade ännu mindre funktioner att kunna bygga flexibelt förändringsbara modeller.



Figur 35 – Demonstration av skissning (t.v) och teleporteringsfunktion i Tilt Brush (t.h).

En intressant funktion var teleportering (fig. 35 t.h.). Genom att välja verktygen och sedan rikta en visuell båge med höger handkontroller kunde man förflytta sin kroppsposition till bågens slutpunkt genom ett knapptryck. Detta möjliggjorde att man kunde ta sig runt fullskaliga objekt utan att samma yta krävdes i verkligheten. Således var det möjligt att se och arbeta ifrån stillasittande position.

7.1.2 Autodesk VRED

Autodesk VRED är ett visualiseringsprogram som används i andra syften än VR på Volvo Cars Design – exempelvis i design reviews och visualisering. Programmet är kraftfull som realtidsrenderare och har i 2017 års utgåva stöd för VR. Det finns knappt något stöd att modellera i programmet, utan kan ses som en digital studio där man kan ändra material, kameror, ljussättning och hur objekt står sig till varandra.

Programmet testades genom att importera in en Alias-modell av en fullskalig bil i en färdig scen, som sedan analyserades med hjälp av VR (fig.36). Alla tidigare grafiska detaljinställningar gällande ljussättning och materialval som VRED normalt använder behölls i VR. Intrycket av miljön och modellerna kunde därför göras mer verklighetstroga, men kräver att mycket tid läggs på material och ljussättning.

Detaljnivån ansågs av de flesta som hög, men att upplösningen i HMD:t var begränsande vilket gjorde att man inte kunde se in på millimeterfina detaljer. Rumsuppfattningen i HMD:t upplevdes god, men det var osäkert hur väl den representerade verkligheten då det fattas äkta referensobjekt.



Figur 36 - Granskning av bildmodell i VR genom Autodesk VRED.

Det var möjligt att ha god kontroll över vad VR-användaren ville uppleva. Detta eftersom en andra person som inte hade på sig HMD:t kunde ha full kontroll, från datorskärmen, över scenen och därifrån styra vad VR-användaren skall se. I princip kunde datoranvändaren arbeta och göra allt man i normala fall kan göra i VRED samtidigt som en VR-användare var inkopplad i scenen. Datoranvändaren kunde bland annat flytta och byta objekt, ändra material, byta scenmiljöer och kontrollera VR-användarens synvinkel. Det sistnämnda kunde upplevas obehagligt för VR-användaren om vyn flyttades i en uppfattningsbar hastigt. Känslan beskrevs som illamående, yrsel och åksjuka. Om VR-användaren själv fick styra sin vy och teleporteras runt direkt till andra positioner, upptäcktes ingen sådan problematik. VR-användaren hade även möjlighet att använda ett menysystem, likt Tilt Brush, för att själv ändra sceninställningar efter förutbestämda datorskript.

VRED har möjlighet att erbjuda stöd för multi-user, där mjukvaran kan presentera den andre användarens huvud- och handpositioner. Denna lösning beskrivs av Autodesk's officiella nätbaserade kunskapsnätverk som en demonstration av vad som är möjligt, och användaren på egen hand får skipta in detta stöd. Ingen officiell support ges av Autodesk ännu (Autodesk, 2016).

7.1.3 Autodesk Alias 2019

I Alias 2019-version släpptes stöd för VR. Detta var relevant att testa då majoriteten av modellörerna använde Alias i det dagliga arbetet. Detta gjordes genom att öppna en Alias-modell på en bilinteriör och sedan starta VR-applikationen direkt i programmet. Ingen manuell konverteringsprocess behövdes vilket möjliggör en snabb åtkomst till VR, enligt Plug & Play-principen. I den virtuella miljön gick det endast att granska modellen likt VRED, men med mindre möjligheter att ställa in ljussättning och material. Det gick endast att se modellen i tre standard shaders: wireframe, gråshader och reflektiv. Ingen modellering var möjlig.

7.2 Omvärldsanalys om framtiden

En omvärldsanalys av framtida utsikter utfördes i form av en tillämpning av metoden PEST (Politiska, Ekonomiska, Sociala och Tekniska faktorer). Analysen är riktad till att besvara hur VR-tekniken kommer se ut i framtiden, i relation kring kravbild för modellörer. Den framtida tidsramen är 2 år. Fokus ligger framförallt i att analysera de ekonomiska och tekniska faktorerna då VR är en relativt öppet reglerad teknik som i nuläget påverkas ytterst lite av politiska och sociala restriktioner. Eftersom analysen främst är teknikstyrd presenteras resultatet av de tekniska faktorerna först.

7.2.1 Tekniska faktorer

Hårdvara

För att kunna använda VR-tekniken i professionella sammanhang så krävs en hög visuell kvalitet. Önskan är att det presenterade materialet är så fotorealistiskt och naturligt som möjligt vad det gäller upplösning, bild-uppdateringsfrekvens och ljus. Ökning av visuell kvalitet är direkt proportionell mot den datorkraft som krävs för att rendera materialet, vilket i dagsläget delvis är en begränsning för VR-teknikens användning. Utvecklingen av datorhårdvara är något som är essentiellt för många olika marknader och är något som kommer att fortskrida i hög takt.

Förutom datorkraft så krävs även display-paneler av tillräckligt god kvalitet för att den visuella kvalitén ska bli bättre. Google i samarbete med LG är på väg att lansera displaypaneler med dubbla antalet PPI och 30% ökning av uppdateringsfrekvens (Hz) (Theverge.com, 2018) jämfört med dagens utbud. Detta kan lösa såväl illamående som tidigare nämnda visuella defekter. Om denna utveckling fortsätter, vilket förväntas, så kommer det att göra HMD-tekniken mer användbar för professionellt användande.



Figur 37 - HTC Vive Pro (Vive, 2018, t.v.) och Samsung Odyssey (Samsung, 2018, t.h.)

Nästa generation av HTC:s VR-headset, Vive Pro, är på väg att släppas på marknaden, vilket kommer att ge användaren en ännu bättre upplevelse. Jämfört med den nuvarande versionen kommer Vive Pro att ha en högre upplösning, vilket möjliggör att användaren kan se en högre detaljrikedom. Detta kan vara viktigt vid såväl skapande som evaluering av digital grafik. I samband med lanseringen av Vive Pro så kommer även en trådlös adapter att finnas som tillbehör, vilket möjliggör att HMD:t kan kommunicera med den tillkopplade datorn trådlöst. HMD:t kommer dessutom utrustat med dubbla stereoskopiska kameror på enhetens

framsida (fig. 37 t.v.). Dessa kameror är relativt lågupplösta (VGA-upplösning), men har ändå möjlighet att registrera objekt på ett avstånd upp till 2m från enheten (engadget.com, 2018). Med hjälp av data som dessa kameror registrerar så kan exempelvis ett enkelt mesh byggas av omgivningen, för att sedan återges i den virtuella världen (fig. 38).



Figur 38 – Ett mesh byggs av den verkliga omgivningen med HTC Vive Pros kameror (SR Demos, 2018).

Ytterligare ett nytt HMD på marknaden är Samsung Odyssey (fig. 37 t.h.), vilket ska leverera samma visuella kvalitet som Vive Pro gällande upplösning. Odyssey skiljer sig dock genom att HMD:t registrerar huvudrörelser med hjälp av ett par interna kameror – inside-out-tracking - vilket gör att den inte behöver exempelvis basstationer för att belysa VR-zonen med ett IR-rutnät. Detta kan vara en stor fördel om VR ska användas i ett större kontorslandskap, där exempelvis Vives basstationer kan störa ut andra HMD:s positionsbestämning om dess IR-rutnät överlappar varandra.

Även Oculus har ett nytt HMD under utveckling med kodnamnet Santa Cruz, som utmärker sig genom trådlöshet och inside-out-teknik för att registrera 6DoF. Produkten har inbyggd hårdvara för att rendera datorgrafik, men ger fortfarande en väldigt god VR-upplevelse enligt nättidningen Wareable (2017), som har testat en utvecklingsversion av produkten.

I en nätartikel från VRSCOUT (2018) där deras medarbetare besöker årets CES (Consumer Electronics Show), analyseras utbudet av kommande HMD:s. CES är en årlig mässa som samlar de största elektronikföretagarna under ett och samma tak, och som visar kommande teknik. Enligt ovanstående artikel så visade ett flertal HMD:s med både inside-out tracking samt trådlöshet, vilket tyder på att trenden går åt detta håll.



Figur 39 – Demonstration av Leap Motion (Leap Motion, 2018).

Gällande hur användaren interagerar med den virtuella världen i nuläget, så har det tidigare klargjorts att detta främst görs med hjälp av medföljande handkontroller till de olika VR-produkterna. Företag, likt tidigare nämnda Leap Motion, erbjuder tillbehör till Vive och Rift som möjliggör rörelsespårning av användarens händer (fig. 40). Lösningar likt denna i kombination med att trenden för spårning av 6DoF genom inside-out (som också rent tekniskt kan registrera användarens händer) gör att möjligheten för användaren att använda sina händer istället för handkontroller bedöms vara hög. Detta är något som tros vara ett mer intuitivt sätt för användaren att interagera med den virtuella världen, och anses ha positiv påverkan på VR-teknikens integrerbarhet hos Volvo Cars Design.

Att kunna få haptisk återkoppling när användaren interagerar med objekt i den virtuella världen finns i dagsläget i de tidigare nämnda handkontrollerna. Denna återkoppling sker med hjälp av roterande motorer i handkontrollerna, och upplevs av användaren som vibrationer. Värdet av haptisk återkoppling anses vara högt då funktionen bidrar till ytterligare en informationskanal vid användande av VR, utöver synen och proprioception. En haptisk teknik på VR-marknaden är till exempel produkten Teslasuit, vilket är en dräkt som användaren tar på sig som möjliggör att hela kroppen kan känna av föremål i VR (Digitaltrends.com, 2018).

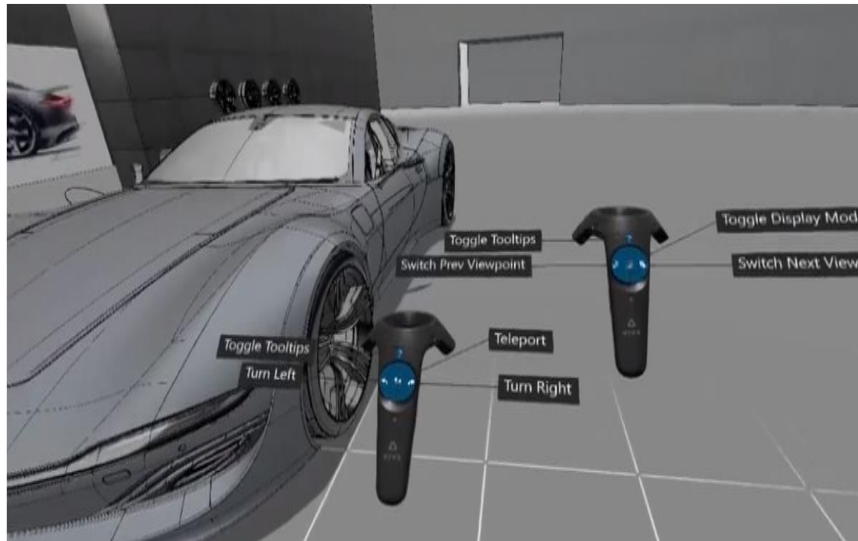


Figur 40 – Sense Glove på en användares händer (Sense Glove, 2018).

Ytterligare ett exempel är produkten Sense Glove (fig. 41), som är en typ av handske användaren tar på handen. Handsken har inbyggda motorer som kan begränsa användarens fingerrörelser, vilket simulerar känslan av att exempelvis greppa föremål i VR (Digitaltrends.com, 2018). Även om denna teknik ger ett extravärde för användaren, så bedöms den fortfarande vara i ett tidigt stadie och med lång utveckling tills den kan bli riktigt användbar. Ytterligare en anledning till varför tekniken inte anses vara implementerbar är att den, i sin nuvarande form, kräver otymplig extrautrustning. Användare i en professionell miljö antas inte vilja ta på sig varken dräkt eller förflytta extrautrustning, vilket gör att dessa produkter ändå inte hade använts. Tekniken anses därför ha låg påverkan för hur VR kan implementeras hos Volvo Cars Design.

Mjukvara

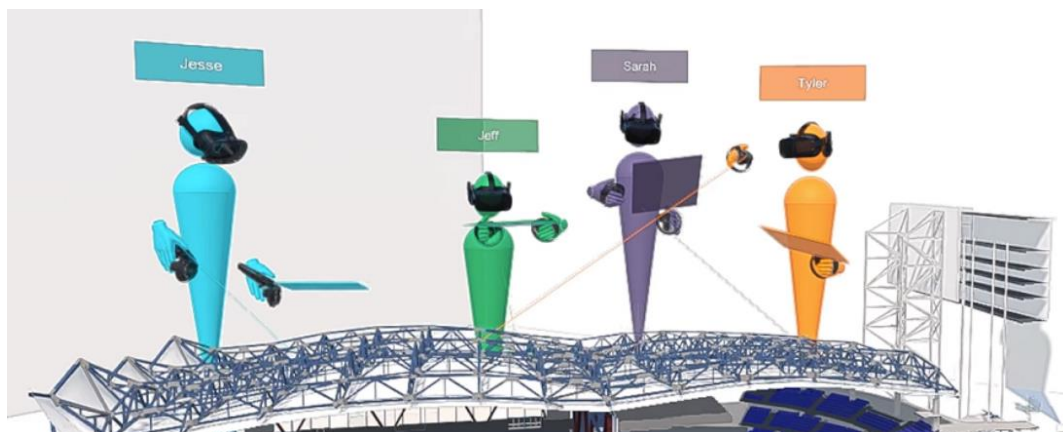
Den andra, minst lika viktiga delen i att försöka att analysera hur tekniken kommer att utvecklas, är den mjukvara som kan användas tillsammans med VR. Den absolut största delen av mjukvarumarknaden för VR utgörs idag av spel och nöjen. Dock verkar utvecklingen av professionella enterprise-lösningar för evaluering och skapande av CAD-modeller öka, då exempelvis branschledande Autodesk och Dassault Systems gör satsningar inom tekniken, vilket redogörs för nedan.



Figur 41 – En virtuell scen i Alias 2019.

För att evaluera CAD-modeller i VR på ett snabbt och smidigt sätt krävs god kompatibilitet med de modelleringsverktyg som finns på marknaden idag – något som utvecklas för fullt. I dagsläget finns exempelvis stöd för VR i visualiseringsverktyget Autodesk VRED. Det finns även andra program som har direktstöd för HMDs, exempelvis 3DEXCITE DELTAGEN, vilket erbjuder sin egen tolkning av verktygspaletter. Även Autodesk Alias har direktstöd för HMD:s i den senaste beta-versionen för 2019 (fig. 41). Än så länge finns ingen möjlighet att skapa NURBS-geometrier i programmet, utan är endast till för att kunna evaluera modeller. Med denna grundläggande HMD-kompatibilitet finns dock stora potentiella möjligheter att även kommande versioner kan inkludera verktyg för skapande. Med många mjukvaruaktörer på marknaden och ingen fastsatt standard för verktygspaletter så är utformningen av mjukvaran och dess funktionalitet väldigt osäker, men har samtidigt stor potential då området är outforskat. VR-kompatibilitet tenderar alltså att bli allt vanligare i modelleringsprogramvara generellt, därför bedöms dess påverkan att vara stor gällande implementeringsmöjlighet inom en snar framtid.

Att skapa form i en virtuell miljö är i dagsläget begränsat, och är främst användbart för konceptuella ändamål. Mjukvara som exempelvis Tilt Brush och Gravity Sketch finns idag på marknaden, där fokus ligger på att skapa form snabbt och fritt, utan vidare precision. Även dessa program är relativt nya och har stor potential till att utvecklas till användbara verktyg. Gravity Sketch har delvis blivit finansierade av bland annat Wacom (Roadtovr.com, 2018), vilket kan leda till en intressant utveckling i och med företagets position på marknaden för professionella kreatörer.



Figur 42 - Exempel på multi-user användare i mjukvara (IrisVR, 2018).

Värdet av att kunna vara fler användare i samma virtuella miljö anses vara högt. Detta gäller speciellt när VR-tekniken används för skapande, då det underlättar kommunikation av form samt möjliggör att kreatörer kan skapa tillsammans även fast inte befinner sig på samma fysiska plats. Den tidigare nämnda avsaknaden av stöd för multi-user i dagens VR-mjukvara, gör att det finns stor potential till utveckling. Förutom multiplayer-stöd för VR-mjukvara från spelbranschen så utvecklar även storföretag så som Facebook en social plattform där användare kan kommunicera online via virtuella världar. Ytterligare ett företag, IrisVR (2018), utvecklar en kommunikationsplattform som är tänkt att användas inom bland annat arkitektur och konstruktion (fig.42). Värdet av mjukvaran, enligt företaget, är just att kunna uppleva en skalriktig digital miljö där internationella samarbeten kan underlättas (Vrfocus.com, 2018). Enligt observerad trend så kommer multi-user stödet för VR-mjukvara att växa. För denna tillväxt i kombination med funktionens värde för skapande av form i VR så anses dess påverkansfaktor hög.

“Meeting in a true-to-scale, digital environment is the next big trend for VR and AR in enterprise markets. VR used to be a solitary experience, but now it can truly offer immersive collaboration for our users and their colleagues, no matter where they are in the world. Early tests with our customers have shown that this technology will not only improve the client experience and enhance design review, it will also significantly reduce the need to travel while working on a remote project”

- Shane Scranton, CEO på IrisVR

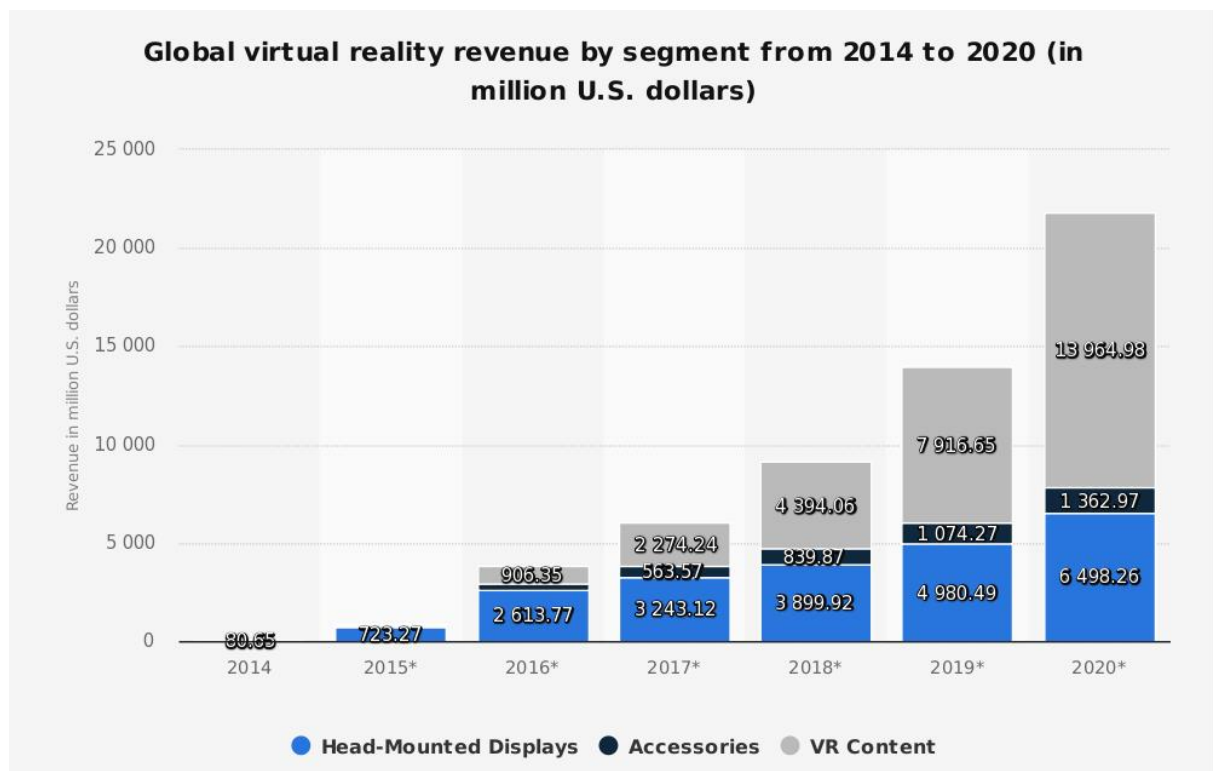
7.2.2 Politiska faktorer

I Sverige och rent internationellt har inga särskilda lagar, regler och politiska utspel gällande VR uppkommit. Allmän oro för långsiktiga hälsorisker och forskningen kring detta område var vanligt förekommande under informationssökningen. Det finns allmänna rekommendationer för tidigare kända symptom som åksjuka, illamående och ögontrötthet (se hälsoaspekter), men inga arbetsmiljölagar existerar och i princip kan man använda VR fritt. Dagens VR-tillverkare använder istället varningar och ansvarsfriskrivning hos deras produkter. Dock, enligt en artikel av juridiker Julian Ward (2018), är det en kärnprincip i lag att ett företag inte kan avskriva ansvar för allvarliga skador orsakade av försumlig användning.

Användningsrisker av VR är en osäkerhet och kan potentiellt juridiskt förändras inom några år när mer kunskap kring området tillförts.

7.2.3 Ekonomiska faktorer

Enligt analytikerkoncernen Statista, i samarbete med Tractica, Analysis Group och Bank of America (2018), har en global exponentiell tillväxt skett inom VR-industrins omsättning (fig.43). Utvecklingen är dramatisk från 2014 då omsättningen var marginellt obetydlig fram till dagens miljardindustri. Tillväxten förväntas fortgå i minst två år framöver. En medelriskuppskattning är att VR-branschen gemensamt kommer mer än fördubbla sin omsättning från dagens \$9.133.000.000 till \$21.825.000.000 vid 2020. Bakom detta finns många stora teknikkoncerner som driver på utvecklingen Google, Facebook, Intel, Samsung, Sony, HTC, Microsoft, Apple för att benämna ett fåtal. Kundinriktningen är globalt bred mot både privatmarknad och företag.



Figur 43 – Framtidsprognos i omsättning av VR-teknik i olika tekniksegment (Statista, 2018).

I nuläget är de flesta mjukvaror relaterade till nöje och spel. Enligt VR-insatta på Volvo Cars Designs modellerings- och visualiseringsavdelning kommer spelbranschen troligtvis fortsätta vara i framkant och fungera som en drivande ekonomisk faktor med branschens krav på ökad integration, upplösning och realtidsprestanda. De anser även det troligt att Multi-User, som idag saknar mycket tekniskt stöd, kommer bli mer av en vardag i framtiden vilket öppnar upp till fler marknadsmöjligheter. Det uppdagades även att gapet mellan prestanda på HMD relaterat till deras prisnivå på längre sikt kommer öka och efter tid stagnera likt 90-talets VR-boom och fall. Enligt Statista kommer HMD:s minst två år framöver fortsätta öka i sin omsättning, men klart störst ekonomisk tillväxt kommer ske inom förbättrad VR-mjukvara.

Inom design, tillverkning och konstruktion har det börjat komma satsningar från företag som Autodesk och Dassault Systemes. På deras hemsidor marknadsförs kommande implementering av VR i fokus mot att granska, förstå och lärande uppleva digitala modeller i ett sammanhang. Dassault har bland annat startat ett samarbete med HTC för att hjälpa företagskonsumenter uppleva produkter med hjälp av VR (3ds.com, 2016). Autodesk har lanserat stöd för VR i sina mjukvaror med likartad inriktning. I framtiden kan branschens utveckling av stöd och funktionalitet för VR uppskattas ske i linje med den förväntade ekonomiska tillväxten.

7.2.4 Sociala faktorer

Det finns ett stort socialt behov av ökad förståelse och kommunikation som VR kan erbjuda. Tekniken syns nu i allmänna media; på nätet, i butiker och i hemmet. År 2016 blev VR-glasögonen årets julklapp av HUI Research med motiveringen att tekniken är nydanande och tidsenlig, i kombination med en accelererad efterfrågan av förstärkta upplevelser.

"Vi lever i den digitala tidsåldern med ständigt ny teknik samtidigt som vi lever i ett upplevelsesamhälle där vi förväntar oss mervärden och förstärkta upplevelser i de flesta situationer. VR-tekniken tar fasta på dessa två trender i kombination."

- HUI Research om Årets Julklapp 2016

VR-tekniken finns idag i många varianter - från de som bara kostar några hundralappar och integreras med mobilen, till de mer avancerade för femtusen och uppåt kopplade till konsoler och datorer med förbättrad upplevelse. Flera satsningar har gjorts för att få VR och AR mera känt hos folk i allmänhet. Exempel på detta är Google Cardbox som lanserades 2014 - ett billigt headset under 100 kr där användarens mobil agerar skärm. Att använda mobilen för VR och AR upplevelser ger möjlighet för de flesta användare att uppleva VR och kommer i framtiden troligtvis utvecklas.

Utbildning och kunskap inom VR kommer troligtvis globalt öka, likt den förväntade omsättningen. Framtida implementering av undervisning, hälsa och sjukvård samt multi-user funktioner kommer troligtvis bidra till ökad acceptans i sociala sammanhang. Idag är VR mera känt och relaterade kring kretsar inom ny teknik, spel och nöje men kan i framtiden förändras till att få en mer bredare allmän bas.

Konsekvensen blir en ökad medvetenhet, acceptans och krav på de möjligheter VR-tekniken kan erbjuda. Det kommer även sätta mer press på företag att leverera VR-upplevelser för sina produkter och tjänster efter slutkundens förändrade behov.

7.3 Framtida krav för en konceptmodellör

Det finns ett stort behov av ökad förståelse, inlevelse och snabb tydlig kommunikation. Både i allmänna sociala sammanhang och ifrån företag. VR erbjuder lösningar inom detta och de flesta är ense om att VR-utvecklingen därför kommer öka markant med förbättrade HMD, skanningsteknik och programvaror. Mycket av tekniken är idag riktad mot spel och nöje men det finns en klar trend att få in VR i kommersiella sammanhang. I sociala sammanhang kan en ökad tillgänglighet och medvetenhet om VR också öka acceptansen för tekniken. Det råder det osäkerhet gällande VR och långtgående hälsoeffekter. Detta kan i framtiden orsaka striktare regler för implementering av tekniken.

För en framtida modellör kan VR erbjuda effektiva möjligheter att kommunicera och granska modeller – och till viss del även grov modellering av geometrier. Detta ställer inga direkta krav att använda VR i arbetet men har potential att vara ett redskap som kan effektivisera arbetet inom tidigare definierade krav. VR anses framförallt förbättra följande områden:

- **Urskilja detaljer i geometri** – genom en ökad förståelse med VR i hur de kommer framträda i verkligheten med förbättrad funktionalitet.
- **Kunna kommunicera effektivt med personer på sammanlänkande avdelningar** - genom att gemensamt kunna visa digitala data med hjälp av förbättrad Multi-User funktionalitet.
- **Kunna utföra ett tidseffektivt modelleringsarbete** – genom att intuitivt kunna skapa grova geometrier direkt i 3d.

Display-teknik och grafikprestanda förväntas bli bättre i framtiden i takt med datorers utveckling. Nya HMD-lanseringar har kommit redan i år såsom HTC Vive Pro och Samsung Odyssey. Trådlösa HMD erbjuder lösningar på tidigare problem med användarvänligheten. Inside-out scanning har kommit långt i sin utveckling och reducerar tidigare nödvändig installation. Skanningsteknik erbjuder även möjligheten att kunna se och bygga upp omgivning i den virtuella världen.

Multi-User är en funktion som kommer vara mer av en standard i framtiden med ökad kompatibilitet och funktioner att se varandra och uttrycka sig över nätverk. Granskning av modeller med VR är en styrka som är allmänt vedertaget idag inom flera stora företagskoncerner. Utvecklare som Autodesk och Dassault Systemes marknadsför sig själva och om VR-teknikens fortsatta utvecklingspotential i detta område.

Formskapande, skulptering och enklare modellering kommer utvecklas och bli kraftfullare verktyg för att snabbt få upp 3D-geometrier genom VR. I utvärderingen visade sig dock modelleringen inte vara nära i vad som kan definieras som A-klass hos Volvo. Program som Gravity Sketch och Tilt Brush fokuserar på grovt formskapande utan funktioner som möjliggör god teori. Det har visat sig finnas tendenser ifrån företag att förbättra detta men inga. I omvärldsanalysen tenderar förbättrad granskning och möjlighet att kommunicera digitala modeller med andra att vara närmast i framtiden.

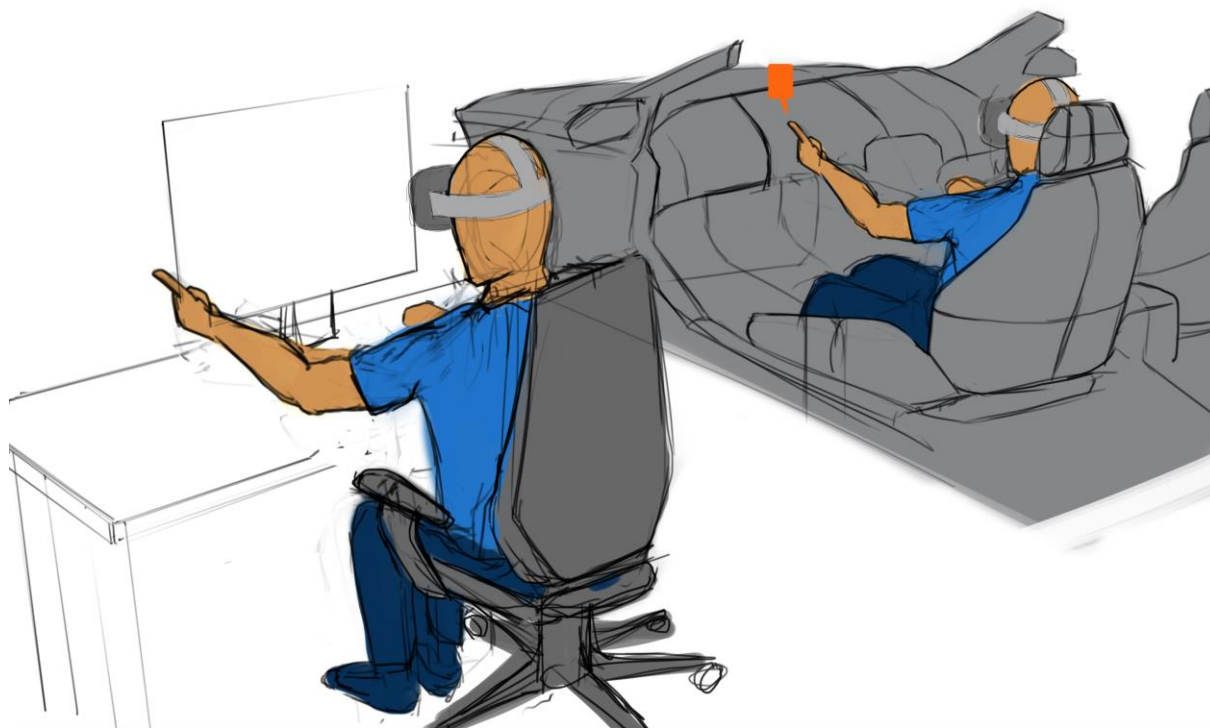
8. Tidiga koncept med utvärdering

Här presenteras resultatet av konceptgenereringen samt den följande utvärdering som gjordes på de framtagna koncepten. Inledningsvis beskrivs koncepten övergripande gällande funktionalitet och hur de är tänkt att användas i modellörens befintliga arbetsflöde. Därefter beskrivs resultaten av två konceptutvärderingar – dels i form av en workshop där delar av koncepten testades med hjälp av anställda modellörer och designer, och dels i diskussion med hjälp av anställda hos Volvo Cars Design. Slutligen viktas de tre olika koncepten utifrån den tidigare framtagna kravlistan.

8.1 Tidiga koncept

Nedan beskrivs de tre olika tidiga koncepten övergripande - Skrivbordsevaluering, Kommunikativ modellsnittning och Kompatibel modellering. All funktionalitet i koncepten kan härledas till den framtagna kravlistan.

8.1.1 Koncept 1 - Skrivbordsevaluering



Figur 44 – Skrivbordsevaluering.

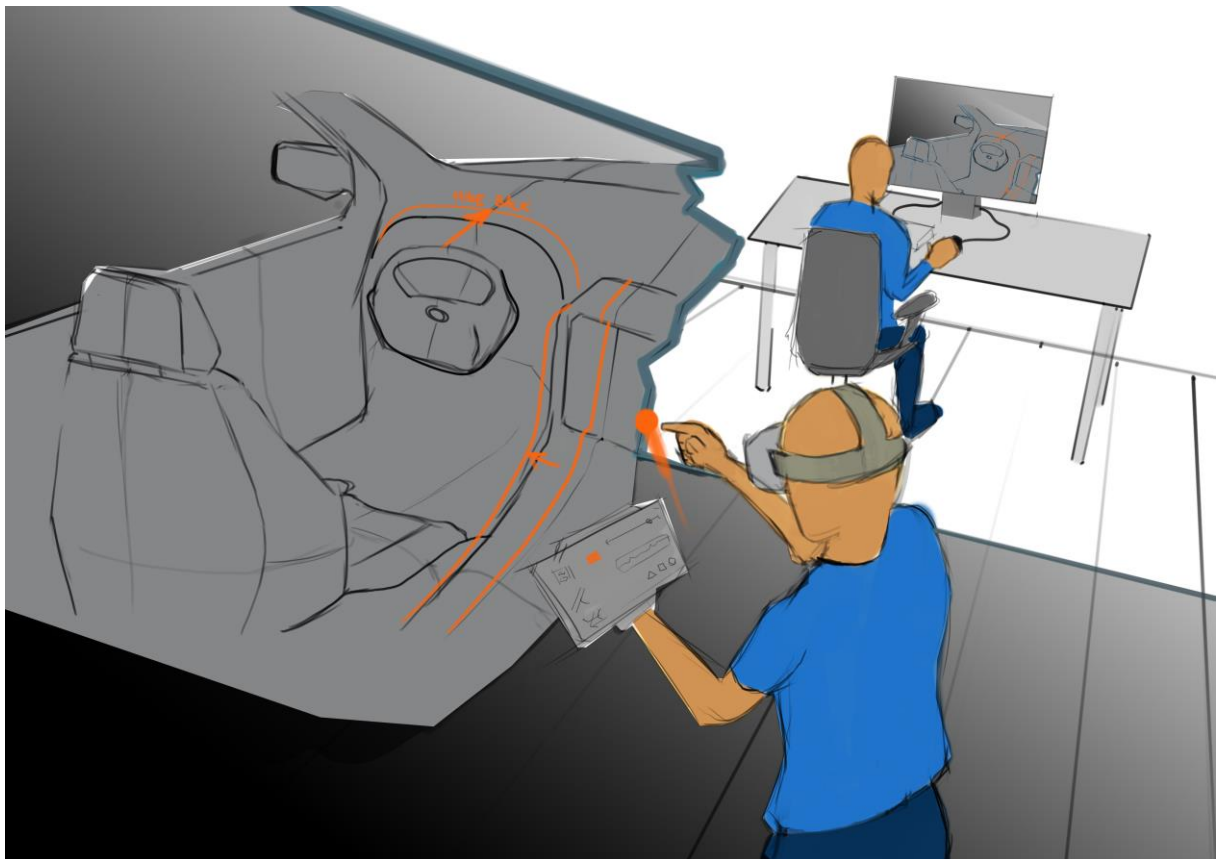
Det första konceptet har som utmärkande drag att fokusera på evaluering av digital form (fig.44). Konceptet används främst vid modellörens skrivbord men är även tänkt att fungera i större grupprum, exempelvis vid design review. Konceptet använder ett trådlöst HMD och är direkt kompatibel med befintlig modelleringsmjukvara för en effektivare Plug & Play lösning.

Fokus ligger på att evaluera digitala modeller, vilket gör att HMD:t räknas bestå av framtida displayer med förbättrad upplösning och reducerade visuella defekter. Detta gör det möjligt att få en god uppfattning av form ur såväl ett övergripande som ett detaljerat perspektiv.

Digitala modeller kan visas i en bekant virtuell miljö – exempelvis en digital uppbyggnad av skrivbord eller lerverkstad. Detta gör att bekanta visuella referenser finns för att lättare kunna bedöma proportioner på de digitala modellerna. Vid visning av modell kan olika shader väljas för att kunna evaluera ytor, form och reflektionsövergångar.

Själva skapandet av den digitala formen kommer fortfarande att ske i befintlig modelleringsmjukvara. Möjligheten för designers finns att sätta ut annoteringar i ett kommunikativt syfte, vilket enkelt kan visas i modelleringsmjukvaran som referens för kommande arbete.

8.1.2 Koncept 2 – Kommunikativ modellskissning



Figur 45 - Kommunikativ modellskissning.

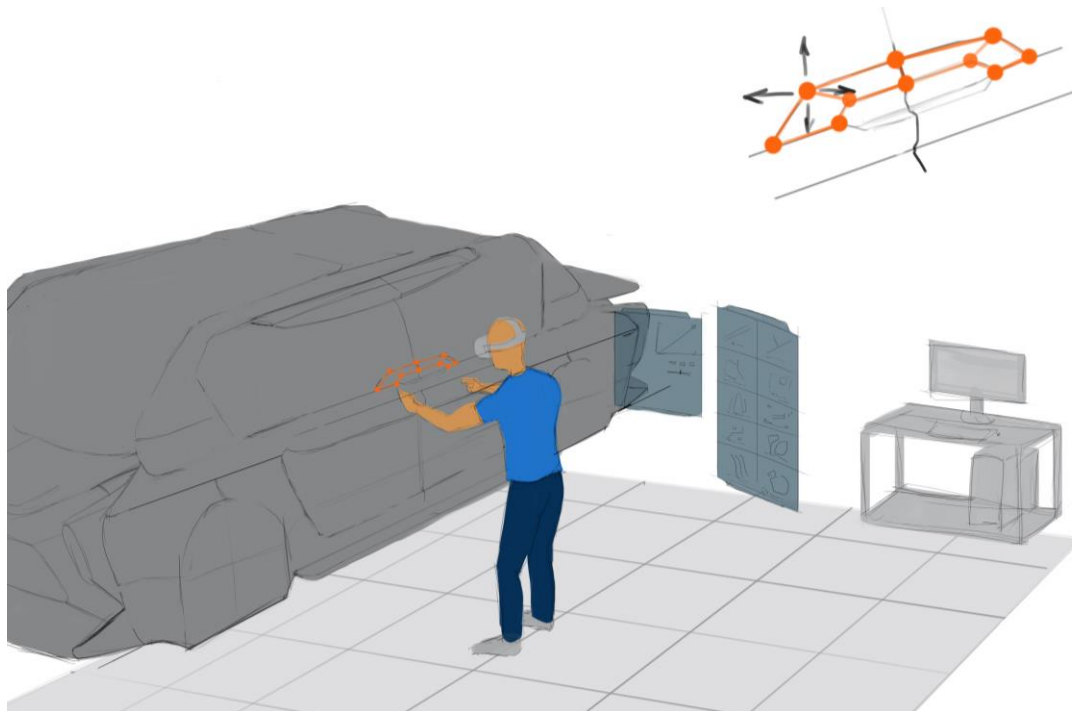
Det andra konceptet fokuserar på kommunikationen mellan modellör och designer (fig.45), och är likt det första konceptet tänkt att fungera som ett komplement till den befintliga modelleringsmjukvaran.

Grundtanken är att det ska fungera som ett skissverktyg, där användaren kan förmedla önskemål om förändring i form för redan existerande CAD-modeller. Användningsområdet

kan vara under hela interaktionen mellan modellör och designer men främst i den tidigare konceptfasen av modelleringsarbetet där formen är mera öppen för förändring.

Konceptet är tänkt att användas främst vid modellörens skrivbord, där designern använder ett trådlöst HMD länkat till modellörens dator. Designern kan då direkt evaluera den aktuella CAD-modellen och i den virtuella världen uttrycka önskade förändringar av formen. En enkel verktygspalette finns tillgänglig med grundläggande skissverktyg. Uttryckta förändringsönskemål kan direkt ses på modellörens datorskärm, och kan sparas som ett separat lager som referens för det kommande modelleringsarbetet. Verktygen är lika i modelleringsmöjligheter till de som existerar i mjukvaran Gravity Sketch.

8.1.3 Koncept 3 – Kompatibel modellering



Figur 46 - Kompatibel modellering.

Det tredje konceptet fokuserar på att skapa digital modellunderlag i den virtuella världen (fig.46). Konceptet är tänkt att användas i den väldigt tidiga konceptuella fasen. Den är fullt kompatibel med existerande mjukvara och filtyper för att arbetet sömlöst ska kunna föras mellan VR och traditionell modellering.

Skapandet sker främst genom att ändra grundgeometrier där kurvor och ytor kan byggas flexibelt. Kontroll över ytor kan åstadkommas genom att tända befintligt wireframe, för att kunna manipulera individuella punkter i VR. Dessutom kan ytterligare geometrier skapas från grunden, sättas samman till den befintliga geometrin och sedan kravsättas med ytkontinuitet.

För att manipulera geometrier används ens egna händer. Detta möjliggörs genom att spåra användarens händer och armrörelser i realtid genom HMD:ts inside-out tracking. För att kunna vara mer exakt i skapandet av formen så finns även en funktion för att kunna skala

ner virtuella rörelser ifrån den faktiska. Exempelvis att en handrörelse på 1m i den riktiga världen kan skalas ner till en motsvarande rörelse av 0,5m i den virtuella världen. Detta sker när geometri manipuleras eller skapas och inte under selektering eller navigation i scen.

8.2 Konzeptutvärdering med workshop

Nedan följer resultatet av den workshoppen. Avsnittet är uppdelat i två delar. Den första delen behandlar evaluering av digital form där en fysisk lermodell jämfördes med en digital version med VR. Syftet var att generera relevant data för framförallt koncept 1 om skrivbordsevaluering. Den andra delen behandlar evaluering av att uttrycka formförändring i den virtuella världen enligt koncept 2. Koncept 3 diskuterades kort i samband med modellering i VR. Vidare presenteras all data i sorterade teman. Återgivna citat ges på engelska, då det var det språket som användes i sessionen.

Workshop – del I

Gällande den övergripande helhetsbedömningen, i jämförelsen mellan den fysiska lerbilen och den digitala modellen, så ansågs likheten stämma väldigt bra. På en skala 1–10 gav de två modellörerna betyget 7 och 8, och designern gav betyget 9. Anledningen till varför modellörerna tilldelade ett lägre betyg beskrevs vara, likt tidigare uttalanden under fokusgruppen, att en designer ser formen mer holistiskt, jämfört med en ytmodellör som är mer beroende av att kunna se fina detaljer. Delar som sänkte betyget uppgavs vara suddig displaybild och att ljussättning var något annorlunda från verkligheten med smått annorlunda reflektioner. Samtidigt ansåg samtliga att proportioner och skala vara nära till exakta.

“Proportions and distances are spot on.”

- Anställd modellör

Ytterligare en anledning till varför man inte litade helt på vad som sågs i den virtuella världen i jämförelsen beskrevs vara den faktiska vetskapen om att det virtuella objektet inte var verkligt. Deltagarna ansåg att det kvittar hur lik man än gör en digital modell så kommer verkligheten alltid att värderas högre av folk på grund av denna förnimmelse - därför kan inte ett maxbetyg utdelas.

”I can’t know for sure that the model is correct because I will always know it is not real”

- Anställd modellör

Samtidigt uttrycks det att när CAD-modeller ses i ett arbetsverktyg som Alias så upplevs de mindre verkliga, särskilt då man ofta ser modellen från en onaturlig vy. Det tycktes även att VR skulle kunna vara användbart vid arbete med enskilda komponenter – alltså inte endast för att kunna ge en större övergripande förståelse för formen. De berättade att man oftast arbetade väldigt förstorat och att man kanske lägger för mycket arbete på detaljer som annars inte syns, något som andra modellörer tidigare också nämnt som ett upplevt problem. VR ansågs här av deltagarna ha möjligheter att effektivisera arbetet enligt koncept 1.

Vid frågan om vad de ansåg att kunna se omgivningen av lerverkstaden runt omkring, ansågs det av deltagarna som klart användbart att kunna ha referensobjekt i den virtuella miljön för att lättare kunna bedöma skala och proportioner.

Det uttrycktes även att VR-evaluering av form kan vara väldigt användbart i design reviews, vilket också tidigare har nämnts i studien. Den medverkande designern uttrycker att ett VR-verktyg möjligtvis kan reducera den iterativa processen till färre steg. För att se en större helhet så anses ett VR-verktyg vara användbart för att utvärdera bilinteriörer.

” VR can reduce modeling loops”

- Anställd designer

De medverkande uttrycker också ett saknat behov av multi-user. Kommunikation i evalueringsarbetet ansågs som väldigt viktigt och att en multi-user-funktion hade underlättat detta. Ett uttalat lösningsförslag var att på något vis kunna se vad en person ser i ett HMD, för att underlätta kommunikationen. Oavsett typen av lösning så anses det behövas stöd för 8 personer samtidigt, vilket är det genomsnittliga antalet personer som brukar närvara vid designrevyer.

Gällande storleken av den yta som behövs för att kunna använda VR så rådde delade uppfattningar bland de deltagande. Vissa trodde att det räckte med ett litet större utrymme än vad de har idag, vid sina skrivbord. Detta för att få plats att exempelvis svänga runt, huka sig och kunna röra sina armar fritt. En annan trodde att det skulle behövas en större zon, som rymmer en bil, för att man ska kunna gå runt den.

En av deltagarna var nära på att snubbla när han var inne i den virtuella världen. Anledningen var en tröskel upp till plattan varpå den fysiska lermodellen stod på. Detta är talande för vikten av säkerhet vid användande av ett HMD – att det inte finns några hinder som inte stämmer överens med den virtuella världen.

En annan nämnd hälsoaspekt var illamående som en av deltagarna hade upplevt vid ett tidigare tillfälle när han använt VR-teknik. Deltagaren upplevde inget illamående under workshoppen och han trodde det berodde på suddig bild i HMD:t.

Återigen nämns det att en VR-lösning måste vara enkel att använda om den ska kunna implementeras – ingen installationsförberedelse eller annat tidskrävande.

Workshop – del II

En modellör uttryckte tidigt att VR kan vara användbart för att förstå hur komplex form kan bete sig i verkligheten när den ska översättas från en pappersskiss till en volym liknande koncept 2. En erfarenhet berättades från ett tidigare modelleringsuppdrag som gick ut över tiden med 2 veckor. Anledningen var att den formgivande designern hade problem med att omvandla sin idé till en volym. Detta uttrycktes dock enhetligt vara ett problem hos mindre erfarna designers men att behovet kanske fanns.

Gällande att skissa i VR så ansåg deltagarna det i dagsläget vara alltför svårt att få tillräcklig precision. Under testerna behövdes omfattande instruktioner i hur man drog enklare linjer och den medverkande designern ansåg att han inte hade någon större kontroll över vad han skapade. Han uttryckte att det inte var av tillräcklig kvalitet för att ges till en modellör.

"I would not be able to present this sketch to a modeler"

- Anställd designer

Dock var designern fortfarande imponerad över verktyget och ansåg att det fanns en god potential till att bli användbart i framtiden. Han ansåg att problemet idag var att det krävs mycket övning för att bli bra att skissa i VR och uppskattade det till flera månaders träning. Detta var tid som de ansåg helt orimligt att kunna undvara med tanke på dagens tidspress i aktuella projekt. Tidigare erfarenheter i att skissa på papper ansågs av samtliga inte påskynda lärandet, med motivering att man i VR måste använda större armrörelser.

Deltagarna uppgav att bristen på rörelsemotstånd var ett problem. En modellör gjorde en jämförelse med sitt nuvarande arbetsredskap, datormusen, där det uppstår friktion mellan musen och musmattan. Friktionen gör musrörelsen mer precis och förhindrar att den glider iväg okontrollerat, vilket annars är vad som sker när man skapar form med VR-kontrollen fritt svingandes i luften.

I frågan om vad de tyckte om kontrollen svarade modellörerna snabbt att de inte tyckte om den. Kraftgreppet och storleken ansågs inte vara optimal för att få en god precision. Det upplevdes att modelleringsverktygens penna/pekare dök upp vid "fel del" av handkontrollen. I fortsatt fråga om en handkontroll är bäst typ av lösning uppgavs det att de helst använder sina händer.

"We don't really want it all, really – I'd much rather use my hands."

- Anställd modellör

I framtiden när tekniken har blivit bättre så ansåg designern att VR potentiellt kan fungera bra i designmöten för att direkt skapa kurvor i den virtuella miljön. På så sätt kan formförändringar snabbt och enkelt kommuniceras till andra deltagare. Annoteringar till CAD-modeller används redan idag i Alias med en hög precision. VR som skissverktyg ansågs behöva ha minst samma precision för att kunna agera ersättare.

Återigen nämns problematiken över att inte få tiden till att lära sig nya verktyg. En av modellörerna tog som exempel när han skulle lära sig att använda mjukvaran Maya. Detta fick göras i mindre etapper under projekttid eftersom att han visste att programmet skulle underlätta arbetsmoment och i slutändan spara tid. Likaså ansågs det att en implementering av VR bör gå till – i en stegvis implementering, där stegen har ett direkt upplevt värde under projekt.

Gällande diskussion om att kunna modellera flexibelt enligt god teori likt koncept 3 ansåg modellörerna att de saknade många funktioner för detta och att omställningen skulle vara komplex. Stor osäkerhet gällde kring hur man skulle åstadkomma utan en omfattande omarbetning av interface och handkontroller. Modellörerna ansåg dock att drömscenariot hade varit att man skulpterade digitalt genom en framtida AR-lösning utan behov att ta på sig varken handkontroller eller headset.

8.3 Konzeptutvärdering med uppdragsgivare

Under detta avsnitt presenteras kortfattat synpunkter på de tidiga koncepten. Synpunkterna kommer från projektansvarig, handledare och anställda hos Volvo Cars Design. Denna del ingick i den iterativa processen för att vidareutveckla och förfina koncepten till det slutliga. Synpunkterna presenteras nedan, kortfattat i punktform. Den kompletta texten återfinns i bilaga E.

Utvärdering 1 - Projektansvarig

- Poängterade att konceptet ska kunna vara implementerbart inom 2 år och bör därför vara realistiskt genomförbart inom den tidsramen.
- Konceptet ska vara enkelt att implementera i nuvarande arbetsflöde.

Utvärdering 2 – Handledare

- Uteslut krav på att kunna evaluera fina ytdetaljer om konceptet främst ska användas i konceptfasen.
- Uteslut krav på att kunna evaluera materialsättning (texturer eller liknande) – tekniken är inte tillräckligt utvecklad för att detta ska vara möjligt.
- Att kunna se modellens teoretiska uppbyggnad kan vara användbart i evalueringssyfte enligt koncept 1.
- Att kunna evaluera digitala modellen kan implementeras redan idag.
- Att kunna högkvalitativt modellera i VR likt koncept 3 saknar mycket i funktionalitet och är mycket långt in i framtiden – detta kanske aldrig således sker.

Utvärdering 3 – Modellörer från workshop

- Viktigt att ha god kontroll om och när form ska skapas i VR, annars är det inte användbart.
- Uttrycker en farhåga om att behöva sitta med ett HMD under en hel arbetsdag – detta är inget som önskas.

- Uttrycker farhåga om att VR ska bli ytterligare ett av de många verktyg som de anställda modellörerna och designers redan har tillgång till – VR-verktyget måste tillföra något extra.
- Att ha eventuellt ha tillgång till grundläggande geometrier i VR-miljön vid skapande av form, för att eventuellt tidigt koncept ska följa de ca 60 krav på dimensioner som finns när man formger en bil.

Utvärdering 4 – Projektansvarig och handledare

- Uttrycker behov av justerbar sittposition vid evaluering av en bils interiör.
- Uttrycker att konceptet bör vara kompatibelt med nuvarande modelleringsmjukvara, så att information kan föras fram och tillbaka mellan dem, icke destruktivt.
- Det diskuteras att en digital form av dagens *tejpning* med lermodeller kan vara mycket användbart för att uttrycka formförändring i VR.

8.4 Viktad kravlista

I syfte att få en övergripande bild över konceptens utvecklingspotential gjordes en poängviktning i relation till den tidigare uppställda kravlistan och kan ses nedan (fig.47). Värdena baseras främst på data insamlad under utvärderingsprocessen. Hänseende har också tagits till synpunkter och fakta som uppkommit tidigare under studien. 5 anses som god funktionslösning medans 1 ses som en bristande.

Viktning (1-5)			N/ Ö	Krav
K1	K2	K3	Allmänna krav	
5	5	5	N	Undvika åksjuka
5	4	3	N	Undvika huvudvärk och ansträngd syn
3	3	2	N	Minimera kollision- och snubbelrisk
3	3	3	N	Kunna förflytta sig virtuellt runt en digital modell
5	2	1	N	Uppleva direkt nytta
5	3	2	N	Uppleva tillförlitlighet
5	4	2	N	Kännas enkelt och intuitivt
5	5	3	N	Kunna starta VR-applikation inom kort tidsram
5	4	3	Ö	Ha fysisk nära till nödvändig utrustning
4	4	3	Ö	Minimera nödvändig utrustning för VR-rigg
			Modellerings specifika krav	
2	3	4	N	Uppleva rörelsekontroll och precision
1	2	4	Ö	Modifiera (alt. skapa) geometri flexibelt
4	3	5	Ö	Medge förståelig teori i uppbyggnad

-	-	-	Ö	Uppleva rörelsemotstånd
5	5	5	N	Medge förståelighet i proportioner och skala
3	3	3	Ö	Urskilja ytdetaljer
-	-	-	Ö	Kunna känna ytor
3	3	3	Ö	Uppleva korrekt färgåtergivning
				Vidare krav i gruppkommunikation
3	5	2	N	Förståelse vad VR-användare ser
3	4	2	N	Medge förståelse för VR-användare vad andra ser
4	4	5	Ö	Medge helhetssyn av bilmodell
2	5	3	Ö	Uttrycka sina tankar förståelig
5	5	3	Ö	Ändra modellversion
3	3	3	Ö	Medge distanskommunikation
Resultat				
83	82	69		

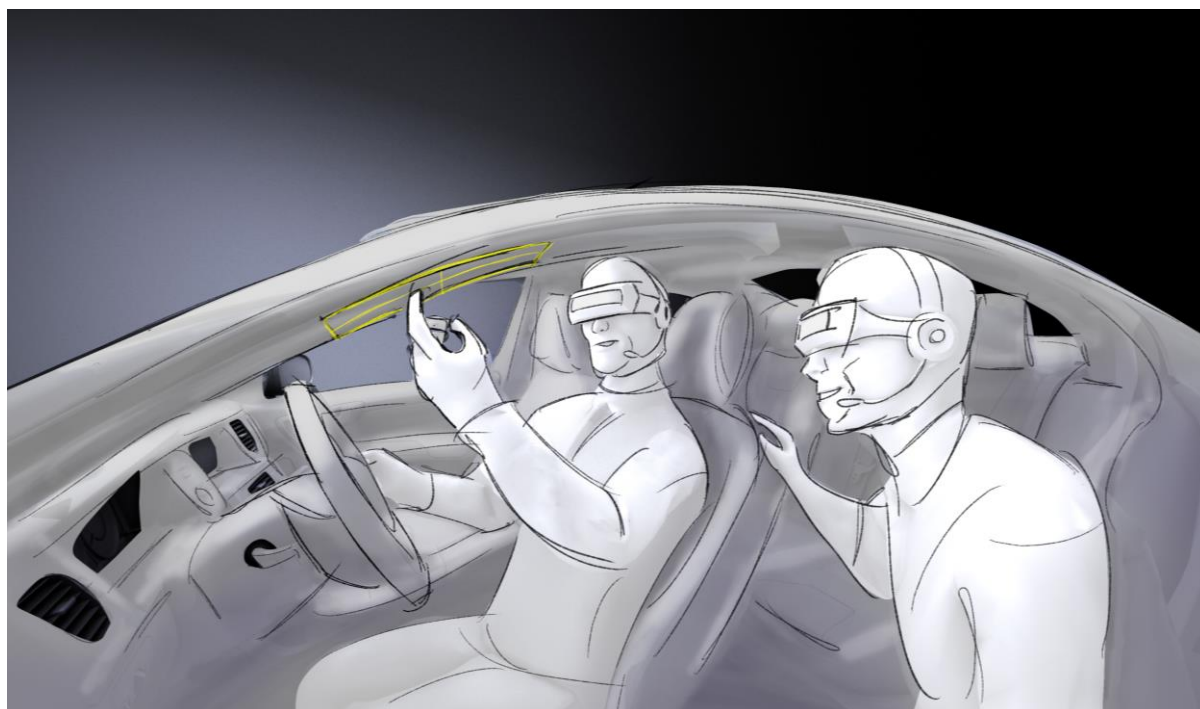
Figur 47 - Viktad kravlista.

Resultatet visar på att koncept 1 har mycket goda poäng inom de allmänna kraven och högst totalvärde generellt. Ledning är dock marginell över koncept 2 som samlat in högst inom gruppkommunikation. Koncept 3 har högre inom modelleringsspecifika krav men här bör även tas i åndakt att funktionerna är konceptuella och därmed svåra att testutvärdera.

9. Slutkoncept

Slutkonceptet grundar sig på tidigare användarstudier, utvärderingar och omvärldsanalys. Resultatet presenteras nedan genom en inledande övergripande beskrivning, för att sedan mer detaljerat beskriva de ingående funktionerna i relation till funna krav. Det presenterade slutkonceptet bygger på både existerande och uppkommande funktionalitet som förväntas finnas på marknaden inom kort. Många funktioner som beskrivs är under utveckling och förväntas finnas tillgängliga inom 2 år – dock inte i ett integrerat sammanhang utan spritt mellan mjukvaror. Tanken är att konceptet ska ge en tydlig vägledning i vart tekniken är på väg och hur den ska appliceras för att bli ett effektivt verktyg för modellörer.

9.1 Volvo Virtual Visualizer



Figur 48 - Volvo Virtual Visualizer.

Volvo Virtual Visualizer (VVV) är en multifunktionell evaluerings- och kommunikationsplattform. Användningsområdet ligger i att förbättra kommunikationen mellan designerns och modellörer och för att evaluera digital form vid skrivbordet. VVV är tänkt att flexibelt kunna tillämpas vid både mindre arbetsytor och större VR-zoner där behovet finns att kunna röra sig runt en fullskalig bilmodell eller ha gruppdiskussioner.

Den hårdvarumässiga sidan av VVV består av ett trådlöst HMD som kan kopplas till valfri dator med inbyggd tillhörande sändare och mottagare. HMD:t är således inte bundet till en specifik station, vilket ökar dess flexibilitet. 6DoF registreras med hjälp av inside-out scanningsteknik, vilket innebär fri rörelse utan installation av extern sändarutrustning. Användaren använder sina händer för att uträtta saker i den virtuella miljön, vilket avläses av

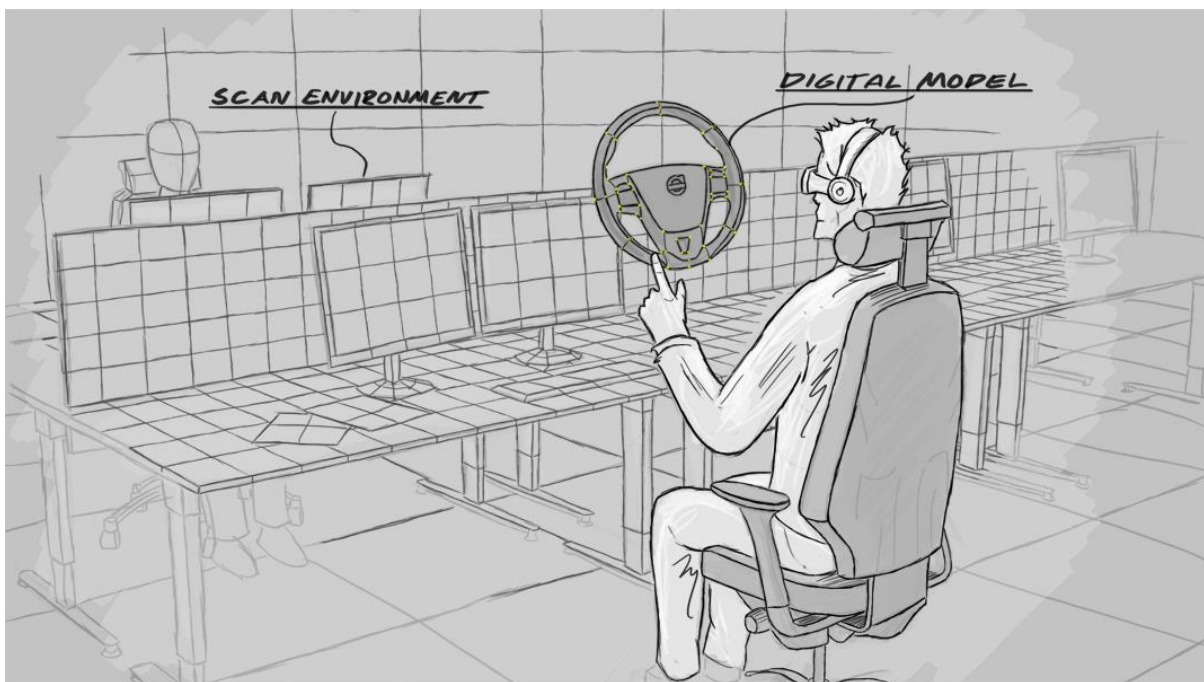
scanningsfunktionen. En verktygspalett finns tillgänglig där all funktionalitet finns lättåtkomligt.

För att evaluera så har användaren möjlighet att granska modellens form och proportion genom användandet av diverse shaders och ljussättning. Även den teoretiska uppbyggnaden kan aktiveras som wireframe, reflektionsmönster med mera.

För att kommunicera det visade materialet i den virtuella världen så används multi-user-funktionalitet. Samtliga deltagare kan ta del av det digitala materialet och se varandra samtidigt. Verktyg för att markera, belysa valda delar av modellen finns inkluderade för att tydligare rikta kommunikationen. Uttryckta förändringsförslag kan visualiseras genom att användaren kan markera, belysa och rita kurvor på den digitala modellen på ett kontrollerat vis. Användaren använder sina händer för att uträtta saker i den virtuella miljön, vilket möjliggörs av den tidigare nämnda inside-out tekniken.

Konceptet är fullt kompatibelt med nuvarande mjukvara som används hos Volvo Cars Design, exempelvis Autodesk Alias och Maya, där filtyper av dessa program går att direkt importera samt medge bakåtkompatibilitet.

9.1.1 Virtuell evaluering



Figur 49 - Virtuell evaluering av digital modell med inskannad verklig miljö omvandlad till mesh.

Användningsområde - evaluering

VVV är tänkt att kunna användas vid ett skrivbord då det är där den största delen av arbetet sker (fig.49). Studien visar ett uttryckt behov av modellörer att förbättra formkänsla för att minimera risken att onödigt arbete läggs på områden som uppfattas mer nödvändiga från datorn.

Konceptet erbjuder att man vid skrivbord snabbt kan få upp den digitala modellen och granska den i den virtuella miljön. Verklighetstroga proportioner och vyer, hur den digitala modellen ser ut. Detta tros vara till stor nytta och effektivisera arbetet då exempelvis designern kan ge modellören återkoppling på en bättre kunskapsgrund gällande formen. Detta medför att visionen för hur den slutgiltiga formen kan realiseras fortare.

Konceptet erbjuder även värde i att användaren kan se, i korrekt skala, med verklighetstroga proportioner och vyer, hur den digitala modellen ser ut. Detta tros vara till stor nytta och effektivisera arbetet då exempelvis designern kan ge modellören återkoppling på en bättre kunskapsgrund gällande formen. Detta medför att visionen för hur den slutgiltiga formen kan realiseras fortare.

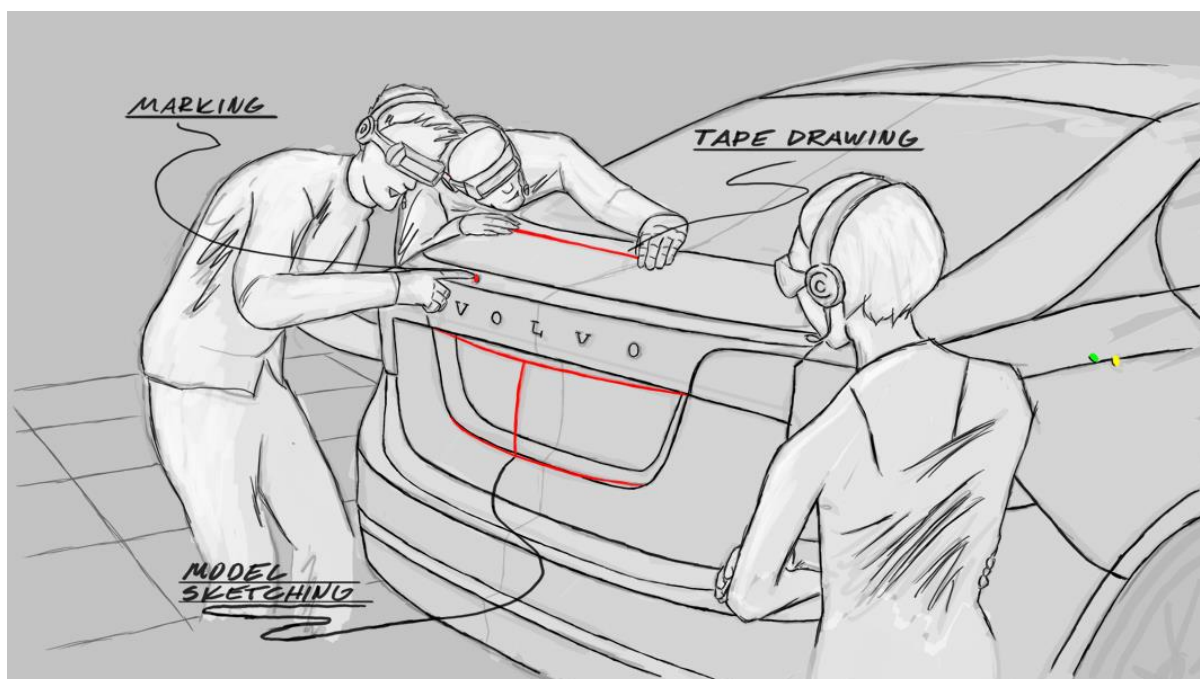
Evalueringsverktyg

I studien framkom det att det är viktigt för modellörer och designers att kunna urskilja detaljer i den skapta geometrin, samt mer specifikt för modellörer att kunna förstå den teoretiska uppbyggnaden. För att möjliggöra detta så kan användaren använda sig av ett antal verktyg, vilka är baserade på de som de är vana att använda från befintlig modelleringsmjukvara. Detta gör det lättare att integrera i det nuvarande arbetsflödet och följer framtagna krav om att konceptet ska kännas enkelt och intuitivt:

- **Ljus- och shaderinställningar** – detta möjliggör analys av ytkvalité i form av ytkontinuitet och reflektionsövergångar.
- **Wireframe** med ytor, kurvor och CV:s – för att användaren ska få en god förståelse för hur modellen är uppbyggt och hur den vidare kan modifieras.
- **Ytdata**: isoparms, spans mm – också för att användaren ska få en god förståelse för hur modellen är uppbyggd.

För att kunna röra sig runt och evaluera fullskaliga bilmodeller vid skrivbord så används en teleporteringsfunktion. Genom denna så kan användaren peka på en plats i det virtuella rummets golvplan, och därefter omedelbart förflytta sig dit utan att fysiskt behöva röra sig. Funktionen har testats i befintlig VR-mjukvara och anses vara det säkraste sättet att förflytta sig och undvika risk för åksjuka. Funktionen reducerar även kollisionsrisken som kan uppstå om användaren annars hade behövt fysiskt gå för att förflytta sig i VR.

9.1.2 Virtuell kommunikationsplattform



Figur 50 - Virtuell kommunikationsplattform med flera användare.

Användningsområde - kommunikation

Ett krav från modellören är att denne ska kommunicera effektivt med sina medarbetare. Det största kommunikationsbehovet som konceptet är tänkt att täcka, är det som finns mellan modellören och designern i deras dagliga arbete. VVV erbjuder en direkt och förbättrad förståelse för den digitala formen. Användaren kan få åtkomst till den digitala modellen via att koppla upp HMD vid skrivbordsplats via nätverk med andra användare. Kommunikationen sker muntligen i kombination med en framtagna verktygspalett, där designern kan uttrycka formförändringar (fig.50).

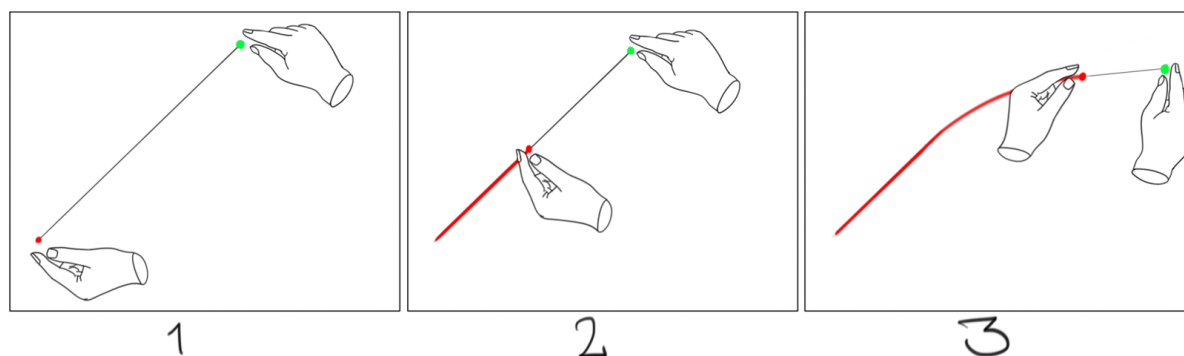
Förutom att kunna kommunicera form i det dagliga arbetet mellan modellör och designer så kan även VVV användas för design review. Stödet för multi-user möjliggör även att en grupp användare kan evaluera och kommunicera digitala modeller i sitt arbete. Detta sker oftast på samma fysiska plats och kräver en större VR-zon för att inrymma alla åtta användare. En kombination av inside-out tekniken och sensorer i HMD möjliggör spårning av de andra användarna, som visas upp i den virtuella miljön.

Kommunikationsverktyg

I den virtuella miljön så ser användarna varandra i form av enkla avатарer, som visar position och rörelse av kropp, huvud och händer. Genom avataren förmedlar brukaren sin position i det virtuella och verkliga rummet, vilket förhindrar kollision om verktyget används på samma fysiska plats. Avatarens händer och huvud är tänkt att förmedla vart man vill fokusera uppmärksamhet. Brukaren urskiljer de övriga deltagarna genom unika färger på individuella avataren, en namnskyt ovanför huvudet samt en lista över användare i verktygspaletten.

För att underlätta kommunikationen kan användaren selektera och belysa en vald del av modellen som denne vill diskutera. Den och andra användarna kan då tydligt se denna sektion av modellen och enhetligt fokusera diskussionen. Även färgade markeringar kan sättas ut på valda delar av den digitala modellen, för att utmärka intressanta delar.

I syfte att kunna uttrycka formförändring av framför allt kurvor i den digitala modellen med kontroll, så finns en digitaliserad variant av dagens tejpning som används på lermodeller. I denna variant utgår användaren från den befintliga digitala modellen och projicerar på förändringskurvor på modellens ytor. Tekniken går ut på att man utnyttjar den gemensamma kontrollen i båda händerna, där den ena handen fungerar för att sätta en första förankringspunkt för ena linjeändan, medan den andra justerar riktningen av linjen. När denna riktning är bestämd kan användaren utnyttja sin första hand för att börja dra linjen, och den andra används för att kontinuerligt förändra kurvaturen. Den dragna linjens riktningen ändras momentärt och bildar slutligen en kontrollerad kurva.



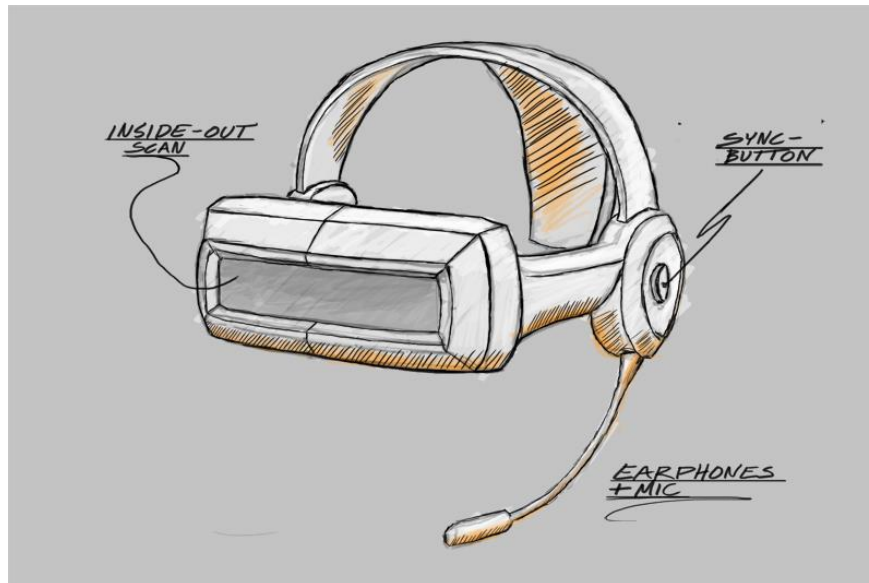
Figur 51 – Illustration över hur den digitaliserade tejpningsfunktionen fungerar.

Tejpningsfunktionen förklaras ytterligare genom figur 51. I första steget bestäms linjens riktning av både vänster hand och höger hand. I nästa steg börjar användaren att dra linjen genom att röra vänster hand i riktning mot den högra, vilket representeras av figurens ifyllda linje. Linjens riktning är låst när vänster hand börjar att dra linjen och styrs av endast höger hand. I tredje steget har positionen av höger hand justerats, vilket medför att linjen har övergått till en kurva.

Slutligen finns även möjligheten för användaren att frihandsskissa tredimensionellt i den virtuella miljön. Verktöget är inte till för att kunna uttrycka exakta formförändringar, utan är tänkt att öka konceptets flexibilitet inom kommunikation. Användaren kan exempelvis använda verktyget för att uttrycka en antydning till formförändring eller som en form av annotering.

Alla former av selekteringar, annoteringar och uttryckta formförändringar kan enkelt återinföras i ordinarie modelleringsprogramvara som referens. Återinförda data påverkar inte den digitala modellen, utan sparas i ett separat lager.

9.1.3 Utrustning



Figur 52 – Konceptets framtida HMD.

Hårdvarumässigt så består konceptet VVV av ett trådlöst HMD med kombinerad mottagare (fig.52). Mottagaren kopplas till datorn som konceptet ska användas med, vilket bidrar till en enkel installation och överensstämmer med kravet om att minimera onödig utrustning närmare en Plug & Play lösning.

HMD:t är justerbar efter användarens huvudstorlek, vilket är viktigt för att denne ska uppleva full skärpa i det visade materialet. Uppkopplingen till datorn är tänkt att ske genom en synkroniseringsknapp, där ett klick sätter enheten i synkroniseringsläge som bekräftas från mjukvaran i datorn.

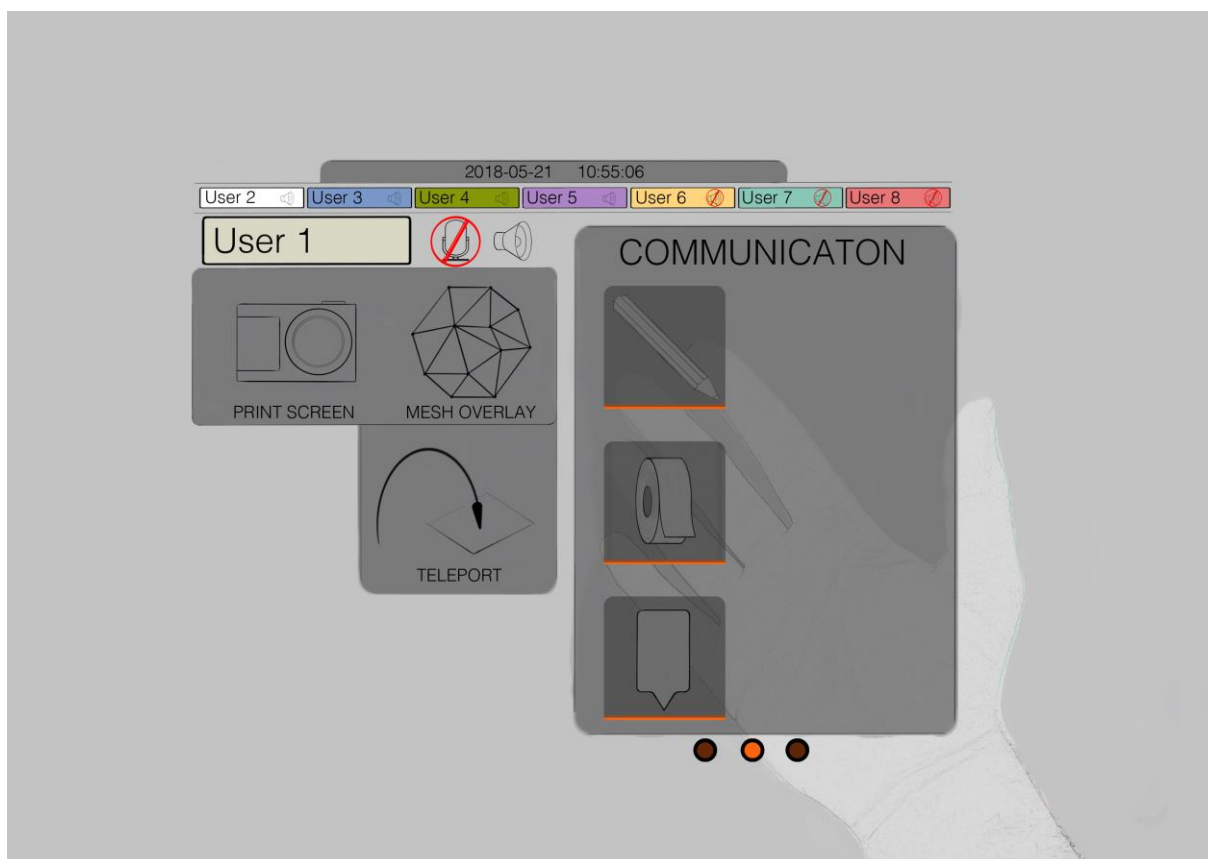
I insidan av HMD:t finns två högupplösta displaypaneler monterade som möjliggör god visuell kvalité. Den höga upplösningen gör att de tidigare nämnda visuella defekterna elimineras, så att användaren kan fokusera på det visade materialet i den virtuella miljön utan störande moment.

På framsidan sitter stereoskopiska kameror samt en IR-projektor för att dels möjliggöra positionsregistrering (6DoF) samt även spårning av användarens hand- och armrörelser. Arm- och handrörelser kan spåras i en tänkt halvsfär utifrån HMD:ts framsida. Den valda lösningen tillgodoser även den krav om att minimera nödvändig utrustning för VR-rigg samt att avsaknaden av handkontroller gör den enklare och mer intuitiv.

För att möjliggöra och underlätta kommunikation när produkten används så finns inbyggda hörlurar samt mikrofon i HMD:t. Dessa är tänkt att användas vid multi-user, där deltagarna inte befinner sig på samma fysiska plats.

9.1.4 Interface

I VVV:s virtuella miljö använder användaren sina händer för all funktionalitet. Funktioner väljs av användaren från en virtuell verktygspalette där inspiration har hämtats från programmet Tilt Brush. Menyerna blir direkt synliga då man öppnar vänster handflata mot sig och väljs med höger pekfinger. Användaren kan rotera mellan olika menyer med hjälp av fingerrörelser. Tanken är att man snabbt ska förstå programmets möjligheter och att funktionerna är tydliga att hitta. Nedan följer en illustration över verktygspaletten (fig.53).



Figur 53 - Illustration av hur verktygspaletten kan komma att se ut.

9.2 Miljömässiga och etiska överväganden

VVV fungerar som ett supplement till lermodeller och ersätter således inte dem. Lermodellerna har under studiens gång flertalet gånger uttrycks som nödvändig för gemensam förståelse av form, och den nuvarande VR-tekniken bedöms inte uppnå tillräckligt hög kvalitet för att urskilja finare detaljer eller ge haptisk feedback utan tillbehör som skulle försämra en enkel Plug & Play princip. Däremot kan konceptet minska behovet av fysiska modeller inom tidig formevaluering vilket kan spara naturliga och ekonomiska resurser.

En grov uppskattning av materialåtgång och kostnad gavs av en manager inom exteriör modellering, vars dagliga arbete innefattade produktion av fullskaliga lermodeller. För att skapa en ny enklare lermodell skala 1:1 utan några detaljer angavs det gå åt en ca 2 ton lera. Kostnaden av en ny lerbil, inklusive målning, uppskattas till ca 500 000 kr. Dock får det tas i stor beaktning att dessa siffror är mycket svåra att uppskatta och beror på vilken kvalitet och detaljarbete som eftersträvas. Dessutom återanvänds lermodellen i flera cykler.

En annan aspekt är att virtuellt nätverkande reducerar behoven av resor med bil och framförallt flyg. Eftersom Volvo Cars är ett globalt företag så kan intressenter från andra platser vilja vara intresserade att delta i utvärdering av modell. Att istället delta virtuellt kan i sådana fall ha en stor miljövinning i reducerade utsläpp samt spara tid.

Inom etiska aspekter är konceptet tänkt att hålla sig runt 30 minuters användning vilket är inom tidigare satta hälsorekommendationer. Dock eftersom inlevelsekänslan i VR är stark för de flesta och mycket av den framtida utvecklingen handlar om att förstärka inlevelsen ytterligare kan en trolig konsekvens bli att folk förväntas spendera allt mer tid i VR. Hur långtgående användning påverkar oss fysiskt och psykiskt är ett benämnt utforskat område och kan ha hälsokonsekvenser. Vad som ger en bra balans mellan VR och verkligheten kan bli högt aktuellt att granska vidare.

10. Rekommendationer

I detta kapitel ges rekommendationer av vad man kan göra idag för att gynnsamt integrera VR i konceptmodellörens arbetsflöde. Här ges också inrådan i områden som kan vara intressanta att undersöka vidare.

Under undersökningen var flera modellörer av åsikten att VR är en kul grej med framtidspotential. Omställningen till VR från datorn ansågs för dem som ett nytt och annorlunda sätt att arbeta på. VR-mjukvarorna sågs dessutom som begränsade och inte självklara i hur de ska användas i relation till nuvarande arbetsuppgifter. Det är därför viktigt att implementera VR genom att tydliggöra vad tekniken tillför i nytta i det nuvarande arbetsflödet. Vissa anställda har dragit paralleller till hur de fick lära sig Maya i små doser på egen hand eftersom programmet var lättillgängligt och man insåg den direkta nyttan den kunde medge under aktuellt projekt. Liknande bör implementering av VR ske på så vis att modellören ser den direkta nyttan för att motivering till att använda tekniken ska finnas.

Närmast tidsmässigt anses förbättrad evalueringsfunktionalitet vara och är ett område som har goda möjligheter att implementeras idag. Det är det område som de flesta modellörer ansågs uppleva mest direkt nytta med VR. I studien framgår hur flera modellörer ansåg att det fanns en stor styrka i att se modeller i rätt skala från naturligt perspektiv. Detta kan gemensamt öka helhetsförståelsen för modellen och således effektivisera arbetet genom att mer modelleringstid fokuseras kring essentiella detaljer. I workshop och fokusgrupp framgick det även att den nuvarande displaykvaliteten kan vara tillräcklig för att framförallt uppfatta modellens proportionalitet. Det kan rekommenderas att pröva detta i ett verkligt arbetsflöde och utveckla från respons.

Ett starkt genomgående tema var att modellörer ansåg att tekniken behövde anpassas till att bli mera förståeligt, lättanvändbar och tillgänglig i deras vardagliga arbete enligt Plug & Play. Att bringa VR närmare till konceptmodellörens arbetsplats så att det lättare kan utnyttjas är därför att rekommendera. Detta kan göras genom att idag göra förinstallation med VR vid modellörens skrivbord. Programmet behöver ha navigeringsfunktioner för trängre utrymmen och möjlighet att snabbt börja granska modeller, exempel på detta är Alias 2019. På detta vis kan man uppnå att se sin digitala modell i VR genom ett knapptryck. En annan implementering som kan rekommenderas är att sätta upp fler öppna VR-zoner närmare intill modellörers arbetsplats för lättare åtkomst.

Inom en snar framtid förväntas kommunikationsförbättringar komma inom VR. Detta i form av förbättrade multi-user och nätverksfunktioner. Kommande HMD med trådlös funktionalitet, scanningsfunktioner (inside-out, handscanning mm) anses kunna förenkla kommunikationen, då det erbjuder fler möjligheter att röra sig friare och se omgivning runt omkring. Rekommendationer till detta är att pröva nya HMD, tillbehör och mjukvaror med denna typ av funktionalitet och göra vidare utvärdering därefter.

Modellskissning i VR, i kommunikativt syfte, kan idag göras i program som Gravity Sketch men det anses behövas anpassas mer mot modellörer och designers på Volvo. En rekommendation för Volvo Cars Design är att föreslå önskade funktioner som beskrivs i slutkoncept till en trovärdig VR-utvecklingspartner. Exempelvis föreslogs digital tejpning, vilket är en lösning som presenterades av Bill Buxton under 90-talets genomprojektionsteknik. Dåtidens teknik begränsade dess användbarhet, men enligt utvärderingen av hur man kan projicera linjer på ytor i Gravity Sketch, så verkar faktiskt detta fullt möjligt att återuppleva och implementera i VR med gott resultat. Det är verktyg som dessa, tillsammans med tydligare interface, som anses välbehövda för att användarna snabbt ska komma in i att använda tekniken med den precisionskontroll de efterfrågar - utan behov av längre träning.

Högkvalitativ modellering i A-klass identifieras ligga oklart framåt i framtiden och osäkert är om VR någonsin kan fungera önskvärt för detta. Detta beror på flera problematiska aspekter inom funktionalitet och ergonomi. Dock kan mycket väl kommande uppdateringar eller program inom geometriuppbyggnad med VR fortfarande vara av intresse i designers och modellörer i tidig fas. Fortsatt teknikgranskning är att rekommendera inom området.

AR-teknik är under snabb utveckling och anses viktigt att fortsatt bevaka. Som all utveckling gällande teknik så kan den gå väldigt fort och erbjuda nya oanade möjligheter. Den nuvarande VR- och AR-tekniken delar många likheter – exempelvis att båda använder snarlik teknik för att registrera 6DoF. En kraftig investering i VR-tekniken kan möjligen vara onödig om det visar sig att teknikbranschen lägger utvecklingsfokus på AR-teknik. Dessutom uppskattades teknikens potential mycket av modellörer och många ansåg igenom studien att den hade störst framtidsutsikter på lång sikt.

11. Diskussion

11.1 Generellt

Arbetet anses ha uppnått sitt syfte och mål samt besvarat de frågor som ställdes i den inledande frågeställningen. Allteftersom arbetet har fortskridit så har en djupare förståelse för det behandlade ämnet förskaffats. Nedanstående diskussion bygger på hur arbetet kan förbättras, vidareutvecklas och eventuellt gjorts annorlunda.

En bedömning har gjorts att VR har mer potential i konceptfasen i dagsläget, men vidare studier för A-klass-modellering hade möjligtvis kunnat göra konceptet delvis användbart även för dem. Att vidare göra en större kartläggning av de olika avdelningar och hur mycket det nytta olika delar av slutkonceptet kan ha i olika faser hade även gjort resultatets värde än mer tydligt.

En viktig del att beakta är att slutkonceptet beskriver kommande funktioner i ett integrerat sammanhang. Detta är konceptuellt och vissa funktioner kan bli svårare att implementera än andra. En osäkerhet är exempelvis att flera HMD med inside-out scanning, som används i samma rum, riskerar att orsaka kompatibilitetsproblem då spårningssystemen kan störa ut varandra. Ett annat exempel är om uppladdningshastighetens begränsningar, då det potentiellt kan orsaka stunder då tekniken inte kan användas, vilket kan göra konceptet kontraproduktivt. En fortsatt bedömning och utveckling med tekniska experter hade därför varit givande.

Mycket av dagens produktutveckling sker i projektgrupper som är tvärvetenskapliga. I detta arbete skulle med fördel personer med datorexpertis inom mjukvaru- och hårdvaruutveckling ha inkluderats - exempelvis programmerare och datoringenjörer. Denna utökade expertis hade säkerställt rimligheten i konceptets funktionalitet.

11.2 Resultat och metodval

Den framtagna kravbilden bygger på de utförda användarstudierna och utgör grunden för det framtagna slutkonceptet. En utökad användarstudie hade därför potentiellt gjort slutkonceptet än mer anpassat till användarna. Exempelvis skulle värdefulla data ha kunnat samlas genom att låta modellörerna testa applicera VR direkt i sin arbetsprocess vid skrivbord med tillhörande förankrade gruppdiskussioner. På detta vis skulle man närmare kunnat granska individuella preferenser i arbetsprocessen och närmare mäta hur mycket VR bidrar.

11.2.1 Inledande intervjuer

De inledande intervjuerna fyllde sitt syfte väl och gav en god grund att bygga studien vidare på. Denna delen av studien var tidigt explorativ för att skaffa sig en bred övergripande bild, vilket var anledningen till att strukturen följde ett frågetema anpassat efter situation och inte

ett strukturerat frågeformulär. Även om detta gav god allmän förståelse så hade ett förberedande formulär kunnat gett en mer jämförelsebar dokumentering som således gett mer motivering till fortsatt tillvägagångssätt.

11.2.2 Enkätstudien

Enkätstudien gav 29 svar, där 20 var konceptmodellörer och resten A-klass. Även om detta fångade den övergripande majoriteten av konceptmodellörernas åsikter, vilket gav enkätstudien ett gott resultat, så svarade drygt endast en tiondel av A-klass. Denna sistnämnda mängd kan därför anses som relativt liten och ett mer utökat försök att nå ut till denna avdelning hade kunnat förbättra enkätens resultat och möjliggjort en direkt jämförelse av åsikter mellan avdelningar.

Det övergripande arbetet kretsar kring modelleringsavdelningen hos Volvo Cars Design, och därför skickades enkäten endast ut till denna gruppen. Under studiens gång så framkom senare insikten om det täta samarbetet med designers, vilket gör att det hade varit bra att kunna inkludera även dem i enkätstudien. Detta tros ha lett till en mer övergripande bild och potentiellt andra slutsatser som möjligtvis hade kunna påverka konceptet till att bli mer användbart.

11.2.3 Fokusgrupp

De medverkande i fokusgruppen bestod av tre personer vilket kan anses som få. En större grupp hade troligtvis gett ett än mer träffsäkerhet resultat som hade representerat en större del av de anställda yrkesgrupperna. Dessutom genomfördes fokusgruppen i endast en session. Om flera sessioner med olika deltagare hade anordnats så kunde resulterande data ha jämförts emellan dem, vilket hade gett konstateranden om deras träffsäkerhet.

11.2.4 Konceptutvärdering med workshop

Även konceptutvärdering med workshop gjordes med tre deltagare. Likt fokusgrupp hade även här ett större antal deltagare och fler sessioner gett ett mer träffsäkert resultat.

Dessutom fanns ingen möjlighet att utvärdera de tidiga koncepten i sin helhet, vilket bidrar till att slutkonceptets kvalité. För att utvärdera dem i sin helhet skulle helst fungerande prototyper ha behövts framtas för test. Detta har dessvärre inte varit möjligt i och med arbetets tidsomfång, avsaknad av nödvändig VR-hårdvara och begränsade programmeringsmöjligheter.

12. Slutsats

Arbetet resulterade i ett framtida koncept som anpassats till de funna krav som främst modellörer men delvis även designers ställer i deras arbete hos Volvo Cars Design. Konceptet bör ses som en uppskattning av vad som bör finnas på VR-marknaden inom två år - hårdvaru- och mjukvarumässigt - samt hur tekniken bör implementeras för upplevas som ett effektivt verktyg.

Resultatet av projektet visar att VR-tekniken har ett högt värde och god framtidspotential inom både evaluering av form och som en gemensam kommunikationsplattform. Högkvalitativ modellering i A-klass-kvalité identifieras ligga oklart i framtiden och det är osäkert om VR någonsin kan fungera önskvärt för detta – både av funktionella och ergonomiska skäl.

Arbetet visar att evaluering av form i VR, både idag och i framtiden, kan öka formförståelsen hos modellörer så att ett effektivare modelleringsarbete kan utföras. Vidare kan kommande teknik underlätta grov konceptmodellering och nätverkande i VR. Detta har identifierats att övergripande kunna effektivisera arbete och kommunikation, framförallt mellan modellör och designer.

För modellörer är dock tiden att lära sig nya verktyg begränsad, samtidigt som det är en stor omställning att gå från traditionellt datorarbete till VR. Därför behöver VR-programmen vara mer tydliga, lättanvändbara och tillgängliga för att motivera användning. Slutkonceptet innehåller flera förslag inom detta område som kan vara intressant för vidare granskning. Dessutom ges senare rekommendationer till vad som kan göras idag och vad som bör granskas vidare.

Även fast VR-tekniken har funnits och utvecklats under en längre tid så är den senaste iterationen av tekniken i ett relativt tidigt skede. Det anses därför en stor utforskad potential, och det ska bli med stor spänning och nöje att följa hur tekniken kommer att vidareutvecklas – dels inom bilindustrin men även i andra oförutsedda områden.

Källförteckning

Tryckta källor

Baines, P., Fill, C., & Page, K. (2011). *Marketing*. Oxford: Oxford University Press.

Johannesson, H., Persson, J., Pettersson, D., (2013). *Produktutveckling: Effektiva metoder för konstruktion och design*. Stockholm: Liber.

Karlsson I.C.M. (2007), *Att lyssna till kundens röst, kurskompendium*. Produkt och produktionsutveckling, Göteborg: Repro Service Chalmers

Internetkällor

3ds.com (2016). *HTC Partners with Dassault Systèmes to spearhead virtual reality for enterprise*. Hämtad från: <https://www.3ds.com/press-releases/single/htc-partners-with-dassault-systemes-to-spearhead-virtual-reality-for-enterprise/>

Alias Automotive (2018). *Introduction to Continuity Terminology*. Hämtad från: http://www.aliasworkbench.com/theoryBuilders/TB3_continuity1.htm

Autodesk.com (2016). *Adding VR-Collaboration in VRED for the HTC VIVE*. Hämtad från: <https://knowledge.autodesk.com/support/vred-products/learn-explore/caas/simplecontent/content/adding-vr-collaboration-vred-for-the-htc-vive.html>

Autodesk Knowledge Network (2018). *About CVs, hulls, and edit points*. Hämtad från: <https://knowledge.autodesk.com/support/alias-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Alias-Modeling/files/GUID-C77C54F0-1DB6-4E87-AEF3-2DDECAC55943-htm.html>

Bupa.com (2017). *Optometrists issue eye warning for VR goggles*. Hämtad från: <https://media.bupa.com.au/optometrists-issue-eye-warning-for-vr-goggles/>

Buxton, B. (2010). *Digital Tape Drawing.[Videofil]*. Hämtad från: <https://www.youtube.com/watch?v=LvyzWN36PSw>

Cruz-Neira, Carolina; Sandin, Daniel J.; DeFanti, Thomas A.; Kenyon, Robert V.; Hart, John C. (1992). *The CAVE: Audio Visual Experience Automatic Virtual Environment*. Hämtad från: <https://dl.acm.org/citation.cfm?doid=129888.129892>

Digitaltrends.com (2018). *The Sense Glove enables users to get a grip on virtual reality*. Hämtad från: <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/sense-glove-virtual-reality-touch-device/>

Digitaltrends.com (2018). *The Teslasuit simulates full-body touch in VR by zapping your nerves*. Hämtad från: <https://www.digitaltrends.com/virtual-reality/teslasuit-full-body-haptic-feedback/#/2>

Engadget.com (2017). *Facebook Spaces finally delivers on social VR*. Hämtad från: <https://www.engadget.com/2017/04/18/facebook-spaces-hands-on/>

Engadget.com (2018). *HTC Vive Pro's dual cameras can apparently track hand motion*. Hämtad från: <https://www.engadget.com/2018/01/26/htc-vive-pro-depth-camera-hand-tracking/>

fi.com (2018). *History of virtual reality*. Hämtad från: <https://www.fi.edu/virtual-reality/history-of-virtual-reality>

Foundry.com (2018). *VR/AR/MR, what's the difference?* Hämtad från: <https://www.foundry.com/industries/virtual-reality/vr-mr-ar-confused>

Gravity Sketch (2018). *Allmän produktinformation*. Hämtad från: <https://www.gravitysketch.com/>

HUI Research (2016). *Årets Julrapport 2016*. Hämtad från: http://www.hui.se/BinaryLoader.axd?OwnerID=3f74d089-4a2c-4615-aa66-d381fa7f9b8f&OwnerType=0&PropertyName=EmbeddedFile_26567449-621a-4993-98fc-46d97d54cba5&FileName=%c3%85rets+Julrapport+2016+HUI+Research.pdf&Attachment=True

Irisvr.com (2018). *Multiuser Meetings*. Hämtad från: <https://help.irisvr.com/hc/en-us/articles/115014361667-Multiuser-Meetings>

Irisvr.com (2018) *The Importance of Frame Rates*. Hämtad från: <https://help.irisvr.com/hc/en-us/articles/215884547-The-Importance-of-Frame-Rates>

Kolasinski, E. M. (2018). *Simulator sickness in virtual environments (ARI 1027)*. Hämtad från: <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA295861>

Leapmotion.com (2018). *Leap Motion*. Hämtad från <https://www.leapmotion.com/product/vr#110>

Road to VR. (2018). VR Design Tool 'Gravity Sketch' Raises \$1.7 Million With Participation from Wacom. Hämtad från: <https://www.roadtovr.com/gravity-sketch-vr-design-tool-seed-investment-wacom/>

Segal, M; Akeley, K. (2010). *The Open GL Graphics System: A Specification*. Hämtad från: <https://www.khronos.org/registry/OpenGL/specs/gl/gl-spec40.core.pdf>

Statista.com (2018). *Virtual Reality (VR)*. Hämtad från <https://www.statista.com/study/29689/virtual-reality-vr-statista-dossier/>

Thetechieguy.com (2016). *What is 6DOF and everything you need to know about Virtual Reality Headsets*. Hämtad från: <https://thetechieguy.com/what-is-6dof-and-everything-you-need-to-know-about-virtual-reality-headsets/>

Theverge.com (2018). *Google and LG will show off an extremely high-res VR display in May*. Hämtad från: <https://www.theverge.com/circuitbreaker/2018/3/13/17116518/google-lg-vr-displays-dense-pixels-high-resolution>

University of Washington (2018). *Virtual Reality Pain Reduction*. Hämtad från: <http://depts.washington.edu/hplab/research/virtual-reality/>

Verge.com, HTC announces Vive adapter for wireless VR, (2018), Hämtad från: <https://www.theverge.com/2018/1/8/16863304/htc-vive-wireless-adapter-features-ces-2018>

Vive.com (2018). *Allmän produktinformation*. Hämtad från: <https://www.vive.com/eu/product/>

Vrfocus.com (2018). *IrisVR Launches Multiuser Meetings In VR*. Hämtad från: <https://www.vrfocus.com/2018/02/irisvr-launches-multiuser-meetings-in-vr/>

Vrheads.com (2016). *What is the "screen-door effect" and why does it happen?: What's causing that fine black grid of lines I sometimes see in VR?* Hämtad från: <https://www.vrheads.com/what-screen-door-effect-and-why-does-it-happen>

Vrs.org.uk (2018). *Head-mounted Displays (HMDs)*. Hämtad från: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality-gear/head-mounted-displays/>

Vrscout.com (2018). *The Future of VR Headsets Is Wireless With Inside-Out Tracking*. Hämtad från: <https://vrscout.com/news/vr-headset-standalone-inside-out/#>

vrtodaymagazine.com (2018). *Virtual Reality – Real Law Issues*. Hämtad från: <https://vrtodaymagazine.com/virtual-reality-law/>

Voicesofvr.com (2018). *#245: 50 years of VR with Tom Furness*. Hämtad från: <http://voicesofvr.com/245-50-years-of-vr-with-tom-furness-the-super-cockpit-virtual-retinal-display-hit-lab-virtual-world-society/>

Ward, J. (2016) *Virtual Reality – Real Law Issues*. Hämtad från: <https://vrtodaymagazine.com/virtual-reality-law/>

Wearable.com (2017). *Inside-out vs Outside-in: How VR tracking works, and how it's going to change*. Hämtad från: <https://www.wearable.com/vr/inside-out-vs-outside-in-vr-tracking-343>

Wearable.com (2017). *Second look: One year on, Oculus Santa Cruz is more like the VR we wanted*, (2017). Hämtad från: <https://www.wearable.com/vr/oculus-santa-cruz-review>

Wiederhold, B. K. (2006). *The Potential for Virtual Reality to Improve Health Care*. Hämtad från: <http://vrphobia.eu/files/wp-the-potential-for-vr-to-improve-healthcare.pdf>

Bilder

Författarens egna: Figur 1, 2 (vänster), 4 (höger), 7, 8, 9 (vänster), 10, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 41, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53

Volvo Car Group press material: Figur 6, 9 (höger), 21, 22, 23, 24 (höger)

Hämtade 2018 från: <https://www.media.volvocars.com>

Figur 2

Höger: Autodesk (2018). Wireframe i scen. Hämtad från:

<https://www.autodesk.com/techpubs/aliasstudio/2010/index.html?url=WS1a9193826455f5ff68a58f11528369a72-5e1d.htm.topicNumber=d0e15450>

Figur 3

Autodesk (2018). Exempel på kontinuitetsvillkor mellan två ytor. Hämtad från:

<http://help.autodesk.com/view/ALIAS/2017/ENU/?guid=GUID-E1BDFBD0-33CC-44C4-866D-5F367105A050>

Figur 4

Vänster: GTR Revolution (2014). Realtidsrendering i ett bilspel. Hämtad från:

https://www.youtube.com/watch?time_continue=167&v=M0mbHr6Kcr0

Figur 5

Vänster: Oculus (2018). Oculus Rift HMD. Hämtad från: <https://www.oculus.com/>

Höger: Metavision (2018). Meta 2 HMD. Hämtad från: <http://www.metavision.com/>

Figur 11

Vänster: HTC Vice (2018). HTC Vice med tillbehör. Hämtad från: <https://www.vive.com>

Höger: Oculus (2018). Oculus Rift med tillbehör. Hämtad från: <https://www.oculus.com/>

Figur 14

Speedvr.co.uk (2018). 4K for Smartphone VR Is Coming. Hämtad från <http://speedvr.co.uk/vr-displays/4k-for-smartphone-vr-is-coming/>

Figur 16

Superdata (2016). Worldwide Virtual Reality Software Revenue share. Hämtad från:

<https://www.vrfocus.com/2016/03/superdata-releases-new-vr-market-forecasts/>

Figur 24

Vänster: Techcrunch (2010). CAVE system. Hämtad från: <https://techcrunch.com/2010/05/22/an-insiders-look-at-fords-virtual-reality-design-tools/>

Figur 30

Vänster: M, Jelinek (2018). Robot walker. Göteborg: Volvo Cars Design.

Höger: J, Robbins (2018). Konzeptbil. Hämtad från: https://docs.google.com/presentation/d/1M5Kt6qRMP_o-WOYwJkXfdAiedBv-E1B7zHw2T91GBA/present?ueb=true&slide=id.g2d1b26405f_0_0

Figur 37

Vänster: Vive (2018). HTC Vive Pro HMD. Hämtad från: <https://www.vive.com>

Höger: Samsung (2018). Samsung Odyssey. Hämtad från: <https://www.samsung.com/us/computing/hmd/windows-mixed-reality/xe800zaa-hc1us-xe800zaa-hc1us/>

Figur 38

SR Demos (2018). Spatial Scan. Hämtad från: https://www.youtube.com/watch?time_continue=3&v=MkxK2c4Qvkk

Figur 39

Leap Motion (2018). Leap Motion handtracking demo. Hämtad från: <https://www.leapmotion.com/en/technology/>

Figur 40

Sense Glove (2018). Sense Glove. Hämtad från: <https://www.senseglove.com>

Figur 42

IrisVR (2018). Multi-user funktion i VR. Hämtad från: <https://www.vrfocus.com/2018/02/irisvr-launches-multiuser-meetings-in-vr/>

Figur 43

Statista (2018). Diagram på global VR omsättning indelat i tekniksegment. Hämtad från:
<https://www.statista.com/statistics/609097/virtual-reality-market-revenue-worldwide-by-segment/>

Figur 54

Heilig, M (1960). Telesphere Mask patentritning. Hämtad från https://www.researchgate.net/figure/Morton-Heilig-Telesphere-Mask-1960-Source-Wikimedia-Commons_fig3_319618259

Figur 55

Sutherland, I (1965). Ultimate Display. Hämtad från <https://www.digitalbodies.net/virtual-reality/elon-musk-and-the-realism-of-virtual-reality/>

Bilagor

Bilaga A – Intervjudata

Spontanintervjuer Volvo Cars Design

Observation designmöte (icke-deltagande, öppen)

- Gjordes 02-06:
- Designers visar upp sitt koncept på projektorduk, jämfördes med tidigare fas, man gick fram mycket till duken och pekade på detaljer och kom med förslag på vad som skulle ändras. Designern ber ytmofellören att vrida och vända på modellen för att visa olika vinklar, och switcha, highlighta modell så att man fick en referens att jämföra emot. Uppstår en del kommunikationsproblem i att be modellören att hitta rätt vinkel. Alias och Maya användes som program. Man jämförde modelleringskonceptet med tidigare koncept som visades upp på en separat skärm, dessa ideer var bilder på enklare 3d modeller. Resultaten analyserades där mycket fokus hamnade kring kurvaturmöten och radieövergångar. Viktigt var att detaljerna skapade rätt typ av helhetskänsla. (fundering: kan VR-användas till att rita direkt på modell?)

Spontanintervjuer 02-07

Mattias (jobbat 1 år, tidigare yrgo):

- Får ofta linjer eller kurvor (wireframe) som utgångspunkt, dessa är ofta i ett tidigt stadiet och mycket av uppgiften blir att bygga upp en bra modell (med god historik och formbarhet) så att man lätt kan göra ändringar när designer och konstruktör kommer med synpunkter.
- Synpunkterna meddelas ofta på plats ofta muntligt och med fingervisningar - men ibland skickar man även tillbaka (eller delar) wireframefilen och låter designer rita in en ändring.
- Man skickar även vidare filen till designavdelning för utvärdering.
- Gällande VR: tyckte mattias att det skulle vara användbart om designern kunde skissa i VR i en befintlig modell för att visa sina önskade förändringar "slänga upp kurvor för att visa hur de vill ha det"
- Konstruktör signerar arbetet

Praktikanttjejen: (gör sin andra LIA ifrån yrgo, började innan jul, 4 mån erfarenhet)

- Fick underlag i form av screenshot ifrån modell i Alias av designavdelningen (hatthylla)
- Ibland händer det även att man får modeller från konstruktör gjorda då i Catia där formerna är fokuserade på funktion och konstruktion de ofta ganska kantiga.
- Underlagen varierar i kvalitet, i hennes fall hade hon fått en top-view i perspektiv som egentligen behövde ändras till ortografisk för att kunna arbeta med
- "utgångsläget varierar och man behöver vara bra på att kommunicera för att få ett bra underlag"
- Generellt tyckte hon det var bättre när de kom fram och ville ha ändringar att de kompletterade kommunikationen med skisser – men vissa gör det, andra inte

Pontus (ansvarig för DSM-3)

- Talade mycket om att processen går ganska långsamt framåt eftersom det är många parter som behöver säga sitt. Framförallt påpekades skillnaden på synsätt ifrån design och konstruktörs avdelningen där modellören hamnade något i en rävsax för att tillfredsställa båda parter i modellarbetet. "Finns stor potential att effektivisera arbetet – nu går det i många loopar" "många kockar i samma soppa"
- Gällande VR tyckte han att det hade potential i att åskådliggöra modellering och att det förmodligen kommer användas mer men "fysiska modeller kommer alltid att finnas – det är något man förstått. För 10 år sen så trodde man att vid det här laget att de skulle vara utfasade fast man har nu förstått att de behövs."

Anders 1

- Deligerar uppgifter i senare stadier förbi DSM-3 (här är toleransen 0,01 mm och minskande)
- Gällande VR kan han se att det har potential i åskådliggörande syften men att lermodeller kommer ha en fast roll pga. av att man kan referera till verkliga objekt (sig själv och dyl.)
- Skillnad i exteriör och interiör

Anders 2 (~12 år mycket erfaren bland de 4 första anställda)

- Interaktionen mellan designer och modellören: de har olika underlag: muntligt, handskisser på koncept (kurvaturmöten, former), 3d-wireframes ("exakta kurvor som man ska följa")
- Uttrycker att man kommunicerar bättre med vissa designers än andra – har med personkemi att göra. Enligt nuvarande process så är det designern som kan efterfråga en viss ytmodellör, och då finns det en stor chans att samma arbetspar fortsätter även vid andra/nästa projekt/detalj/modell.
- Gällande modellören – vissa föredrar att få skisser som underlag och andra föredrar att få färdiga modeller. I regel så kan de mer erfarna modellörerna föredra handskisser för att få mer frihet vid modelleringsarbetet, medan de nyare kanske tycker att det är bättre med färdiga modeller från designern.
- Det är väldigt viktigt att kunna kommunicera bra för att få rätt underlag. Om inte kommunikationen fungerar så blir det ett sämre arbete.
- Gällande samarbetet med designern – i vissa fall så kan designern "sitta med baks ryggen hela dagen" för att instruera modellören, andra gör en lista eller skriver ner vad som ska göras.
- Det är väldigt vanligt att man skickar tillbaka .wire-filen till designern iom att det är de som har en helhetssyn av konceptbilen. Modellören sitter endast, ganska isolerat, och fokuserar på enskilda delar/komponenter, undantaget att det inte är i ett väldigt tidigt skede (INNAN DSM0). Efter DSM0 så delas bilen upp i mindre komponenter. Innan DSM0 så arbetar man med hela bilen.
- Erfaren/oerfaren modellör – typiskt för oerfaren att "bygga ologiskt"/ha en dålig teori – innebär att man bygger en del/modell som är svår att modifiera. Kan hända att den oerfarne bygger ytor av "lapptäcken" som då blir svåra att modifiera i efterhand. Optimalt att bygga så logiskt som möjligt. Målet är att ha en så flexibel modell som möjligt som är lätt att ändra på. Iom. Att det är på detta sättet så händer det att man sätter de nya på mer isolerade detaljer som inte är lika högprioriterade.

- Tidigt i arbetet så använder de Maya mycket för att bygga upp volymer – ger ca 85-90% kontroll. Är enklare att göra volymer snabbt. Man har mer kontroll över ytorna i Alias och övergår snabbt till det efter att grundvolymen finns.
- Skillnad på olika designers – vissa är grymma på att modellera på egen hand, ger väldigt bra input. "man undrar varför man själv är där" – fyller ingen funktion.
- Just nu känns VR enbart som en ploggrej men tekniken har stor potential.
- Det skulle vara bra att utgå ifrån en befintlig modell i VR-utrymmet som man kan arbeta utifrån och modifiera. Det skulle säkert vara ett bra verktyg för designers – att de kan göra många ändra snabbt på egen hand, ge till modellören som sedan finslipar 3D-modellen.
- Tycker att VR skulle fungera som ett väldigt bra som ett kommunikationsverktyg mellan modellör och designer. "man kan sätta sig ner och kolla höger och vänster [svänger med huvudet fram och tillbaka] för att följa kurvan. I VR-miljön så blir det fullständigt logiskt."
- Att få bilen att se "representabel ut" är väldigt viktigt – idag så kanske upplösningen inte är tillräckligt bra (ser lite konstigt ut ibland).
- Det går inte att dra in befintliga modeller i Gravity Sketch (??? – kolla upp tekniken). Går inte att dra in wire-frames i VRED – måste konvertera till VRED-format, sen kan den ses i HTC Vive. Uttrycker önskemål om att det skulle vara bra att kunna se Alias-modellen (wire-frames osv, som den ser ut i Alias) direkt i VR (kommer det i kommande Alias-version?).
- Interaktionen mellan design och konstrukör – ibland sker det via möten och ibland sitter designer och konstruktör med vid samma dator – kan vara jobbigt ibland – sitter mitt emellan ett argument.
- Studioingenjörerna har ett bra sinne för form. Gällande design så är det inte många som har teknisk kompetens – kan bara färg och form osv.
- Modellörerna har ingen direktkontakt med ingenjörerna. Förändringar i formen går via designavdelningen, som sedan ger nya direktiv. Detta gäller vid de tidigare skedena i processen (DSM0 – DSM3).
- Lermodeller görs väldigt tidigt i designprocessen – bokar upp sig på ett schema för att få lera fräst.
- "Lermodeller är absolut nödvändigt"
- Efter att lermodellen har frästs så kan design komma till lerarbetarna och göra förändringar. Sedan scannas modellen -> ytmodellör får en mesh > upptäcker "felaktigheter". Är då tvungen att kolla med designern om det ska vara på det viset, även fast det verkar felaktigt.
- Det kan vara svårt att frihandla bra linjer i Gravity Sketch – kan se väldigt bra ut i en viss vinkel men skevt i en annan – man måste vara väldigt säker på hand för att få bra resultat. Blir som att lära sig en ny teknik – ex att rita med en penna för första gången.
- Gravity Sketch är mer plog i dagsläget
- Tesla kom och "rörde om i grytan" för branschen – tidigare var den ganska förlegad och man hade arbetat på samma sätt väldigt länge, men efter detta så är branchen mer framåt och vill hitta nya "smartare" sätt att arbeta.
- VISAR INPUT FRÅN DESIGNER – får utskifter av 3D-modeller i vissa vinklar som man sedan har skissat på. Tycker att det är väldigt bra att få input från designern på detta viset – "ger mig en väldigt skönt frihet" (kontra att få CAD-modeller direkt från designern). Detta är vanligare vid konceptuellt arbete – vid arbete med "skarpa detaljer" så är det vanligare att få exakta kurvor att följa.

Martin (arbetat som modellör 4-6 år ca)

- Att få en bra skiss som input till sitt arbete är optimalt. Ibland så kanske inte designern hinner att vara så utförlig om de har fullt upp.
- Skissernas kvalité kan vara väldigt låga ibland när det är viktigt att bara få ut sina idéer.
- I ett tidigt stadie brukar det hållas tävlingar där olika team av designers och modellörer tillverkar koncept som sedan röstas fram, där en vinnare koras. Det vinnande konceptet arbetas sedan vidare och förfinas.
- Svårt att uppfatta form/volym på en platt skärm. Därför är det väldigt viktigt att få en lermodell utfräst. Tror att VR kan vara ett bra verktyg att använda innan tillverkning av lermodell för att vara säker på att bilen är redo att fräsas – ett extra utvärderingssteg. Hade tidigare en konceptbil som de/många var väldigt nöjda med, som de testade att lägga in i VR för att utvärdera.
- VRs tillämparhet är väldigt beroende av vart tekniken är – måste ha en bra upplösning osv. för att det ska fungera som ett bra verktyg. Var inte säker på att tekniken är där riktigt än, men snart?
- Martin har önskemål att få modellera i VR men verktygen finns inte där riktigt än.
- Det är oftast väldigt höga tidskrav och man kan pga. Förseningar från andra håll få mindre tid på sig att slutföra sitt arbete. Ex: arbete med fronten (fick strunta i resten av bilen för att tiden inte fanns efter försening).

Intervju med Senior Design Manager

Designmanagern har arbetet i yrket under 10 års tid. Hans nuvarande titel var Senior Design Manager (jobbat som det som 2 månader men tidigare varit designer), han delegerar uppgifter till designers, styra upp arbetet, ansvarar för design briefs.

Om arbetsprocessen på design: drar upp tidiga skisser (marker, wacom-platta, penna+papper)

I nästa steg skapar designern själva trådmodeller i Alias, för deras del är det inte en modellör delaktig i det här steget. Utifrån detta har man vissa mått att hålla sig till: hjulhus, barrel-surface, hjulbas, bredd osv.

Efter det kopplas oftast modellören in och börjar bygga upp en riktig modell. Det är där interaktionen börjar.

Lermodeller börjar byggas upp därefter i evalueringssyfte.

Skannar punktmoln på lermodellen för att få en mesh att bygga underlag.

(tyckte vi skulle höra med interiördesign)

samarbete design och modellör: tätt samarbete, han tyckte fungerade generellt bra men det är skillnad med vem man arbetar med dvs personkemi

evaluerar: olika team som arbetar fram olika förslag, lite tävling och att det i allmänhet är designchefen som bestämmer.

efter DSM5 är det en designfreeze: innebär att man inte får flytta eller ändra detaljer (jämför toleranser, gradtal)

alltid: "ingen förändrar på någon synlig yta utan att designer säger till"

arbetsgången: stuidingenjör->designern->modellör (dvs ingenjör "går alltid via designer)

- Lermodeller fräser det ut vid varje släpp dvs DSM-nivå

- innan DSM0 var det 6 skalmodeller och 2 st fullskaliga (generellt inte alltid likadant). Innan DSM1 är det 2 fullskaliga till.

- det kan vara annorlunda fokus på digitala modeller och lermodeller beroende på designchefens tycke personligen: "gillar att jobba digitalt men vill inte vara utan lera" -> lera är bra för verifikation: digitalt är det lättare att kolla reflektioner och pröva olika ytor, man kan se hur highlights följer med ytan.

- inga modellörer för modell X

- stora förändringar i arbetet under hans tid: VRED var revolutionerande när den kom och gjorde workflowen mer digitalt.

- Har använt VR en gång när man evaluerat en utrustningsnivå: det han tyckte fungerade dåligt: det var bara en som kunde se, "upplösningen såg grymig ut" (varför gjorde ni det? för att försöka spara pengar istället för lera), man kan inte uppfatta detaljer på en tiondelsmillimeter i VR, (ledd fråga: var viktigt att kunna känna på modellen)

- Väldigt viktigt att kunna se bilen i rätt perspektiv. I dtaorn är bilen centrerad och det kan göra att man upplever exempelvis fronten från ett barns perspektiv. Går man in i VR eller 1:1 lermodell så står du och tittar ner på bilen oftast och det upplevs helt annorlunda. Man ser lättare saker man behöver ändra på ifrån det naturliga perspektivet.

- Mudbox (free scuplting): tyckte det var intuitivt och ett bra program: man kan skissa och skapa ideer.

- Tidigt stadiet i Maya överlägset för att man snabbare kan få upp volymer.

- Har testat att modellera i VR 1 gång kände spontant att det inte hade hjälpt i ett riktigt workflow, det kändes mera på skoj för spel och liknande, "Liknande som man designade bilar på 60-talet. Drog linjer fritt över pappret och lekte med former" man får ingen precision. I vårt fall rör det sig om små ändringar på 2-4 cm.

- Bakgrund på design: han själv industridesign, andra kom ofta på bildesign skolor i Umeå, mycket internationellt över västvärlden.

- Egna förslag på VR: det hade varit gott och komma till modellören genom VR, fungerar bättre som ett evalueringsverktyg, (ledd fråga: viktigt att modellen sattes in i rätt miljö: utomhus, på vägar, storstad etc)

- När man designar bak på en bil: att se bilen i rätt vinkel till exempel när man är föraren bakom bilen.

- Raytrace är viktigt i rendering för att detaljer ska upplevas med rätt ljussättning.

- Parameter slider modellen i Maya: kanske kan köras i VR?

- PQ kan vara bra att prata med.

- Fysiska lampmodeller är svåra att evaluera eftersom det inte direkt går att få till i lera.

Bilaga B – Enkät och enkätdata

Survey: Digital modelling and VR

2018-05-20 20:26

Survey: Digital modelling and VR

This survey is for a student thesis project and investigates working habits among digital concept modellers and their relationship with VR. It's completely anonymous and takes about 7 minutes. All questions are written in English but it is okay to type the free-form answers in Swedish. Thanks.

1. **1. Age**

Mark only one oval.

- ☐ 18-25
☐ 26-35
☐ 36-49
☐ 50+

2. **2. How long have you've been working with surface modelling?**

Mark only one oval.

- ☐ <1 year
☐ 1-5 years
☐ 6-9 years
☐ 10+ years

3. **3. a) In what area are you mainly working in? Choose all that apply:**

Tick all that apply.

- ☐ Exterior Modelling
☐ Interior Modelling
☐ Components

4. **3. b) In which modelling-phase are you mainly working in?**

Mark only one oval.

- ☐ Concept modelling
☐ Class-A modelling

5. **4. Which software do you mainly use?**

Mark only one oval.

- ☐ Alias
☐ ICEM
☐ Maya

6. **5. a) How well do you feel the communication between modellers and designers is working?**

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Poor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Explicit

7. **5. b) (optional) If the communication feels poor, why is that? Please explain in what way and give an example:**

8. **5. c) (optional) Do you have any suggestion on how the cooperative work between you and the designer can be improved?**

9. **6. a) How often do you get the following design reference for developing digital models?**

Mark only one oval per row.

	Daily	Weekly	Monthly	Yearly or less
Vocal instructions only	☐	☐	☐	☐
Mail/written instructions	☐	☐	☐	☐
Images or sketches	☐	☐	☐	☐
Digital model	☐	☐	☐	☐

10. **6. b) Which form of design reference do you prefer and why?**

11. **7. Do you consider yourself familiar with VR-headsets (HTC Vive/Oculus Rift or similar)?**

Mark only one oval.

- ☐ Yes, I know about the technology and have tried it.
- ☐ I've heard some about it but haven't tried it yet.
- ☐ No, I know too little about it.

12. **8. a) In general, how do you feel about using VR in your workflow?**

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Very sceptical	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Very positive

13. **8. b) (Optional) If you are sceptical, please explain why.**

14. **9. a) Considering your current workflow, where do you believe VR could be beneficial? Please rate the different areas of use correspondingly:**

Tick all that apply.

	Infeasible (technology not yet ready)	There may be potential	Could be helpful	Would definitely work
For communication purposes	☐	☐	☐	☐
When evaluating a digital model	☐	☐	☐	☐
When creating CAD-models	☐	☐	☐	☐

15. **9. b) (optional) Do you have a suggestion in how VR could assist in your work?**

16. 10 a). What would you deem important when evaluating a digital model?

Mark only one oval per row.

	Unimportant	Somewhat important	Important	Very important
Being able to change lighting and reflections	☐	☐	☐	☐
Side-by-side comparison of model versions	☐	☐	☐	☐
Rotating and changing views	☐	☐	☐	☐
Haptic touch (being able to feel the model)	☐	☐	☐	☐
Seeing yourself and other persons in context	☐	☐	☐	☐
Seeing real-sized objects and environments in context	☐	☐	☐	☐
Visible curve data (comb tool, surface curvature color etc.)	☐	☐	☐	☐
Visible wireframe (edit points, isoparms)	☐	☐	☐	☐

17. 10 b). What would you deem important if you were to use VR when creating a digital model?

Mark only one oval per row.

	Unimportant	Somewhat important	Important	Very important
Rotating and changing views	☐	☐	☐	☐
Haptic touch (being able to feel the model)	☐	☐	☐	☐
Seeing yourself and other persons in context	☐	☐	☐	☐
Seeing real-sized objects and environments in context	☐	☐	☐	☐
Visible curve data (comb tool, surface curvature color etc.)	☐	☐	☐	☐
Visible wireframe (edit points, isoparms)	☐	☐	☐	☐

18. 11. a) How well does your sense of form correspond when comparing a CAD-model to the real life clay-model?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Poorly	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Very good

19. **11. b) Despite the digital trend, many believe that clay-models will still continue to be an essential part in evaluating car design. Why is that do you think?**

Powered by

Google Forms

Enkät svar

2018-05-20

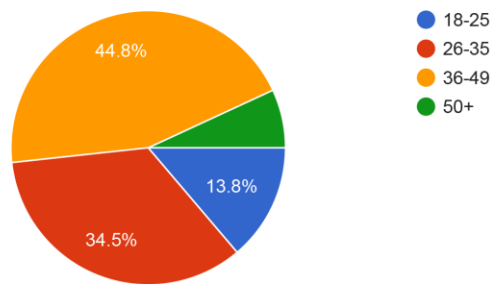
Survey: Digital modelling and VR

Survey: Digital modelling and VR

29 responses

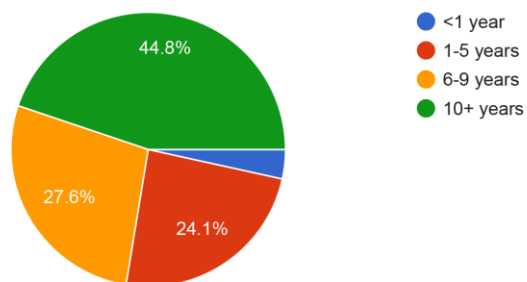
1. Age

29 responses



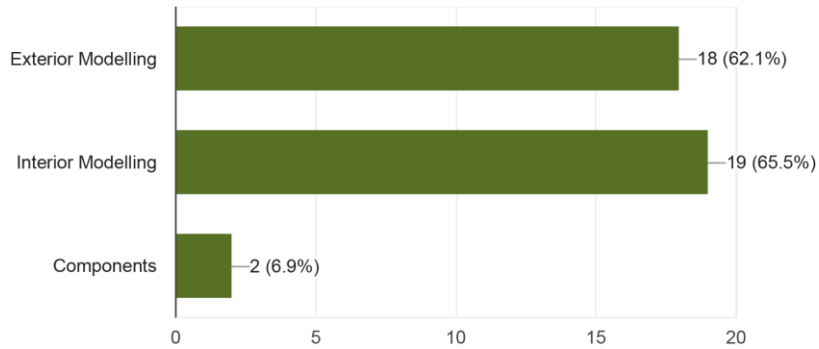
2. How long have you've been working with surface modelling?

29 responses



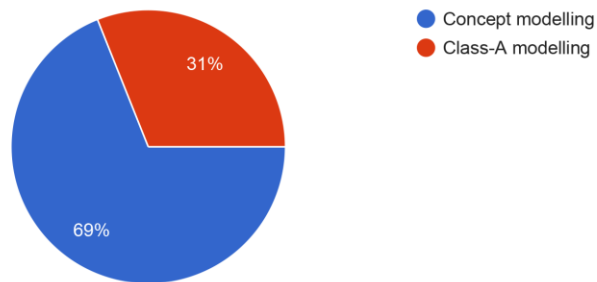
3. a) In what area are you mainly working in? Choose all that apply:

29 responses



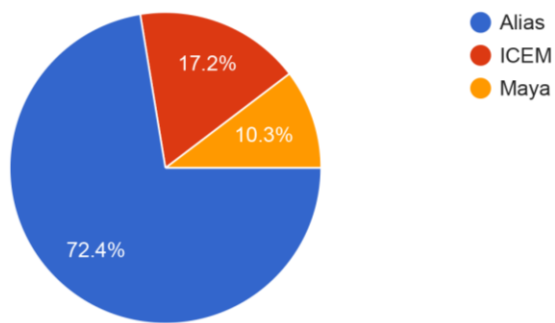
3. b) In which modelling-phase are you mainly working in?

29 responses



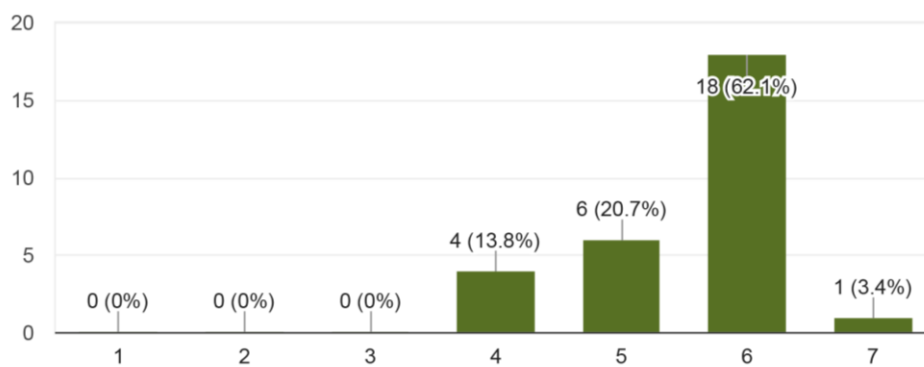
4. Which software do you mainly use?

29 responses



5. a) How well do you feel the communication between modellers and designers is working?

29 responses



5. b) (optional) If the communication feels poor, why is that? Please explain in what way and give an example:

10 responses

it is mostly dependent on how well you get along with the Designer you are working with

språk och erfarenhet påverkar samarbetet bra eller dåligt

People have different communication skills, so it differs project to project, who you work with.

Modellers need to be more integrated in the design process, meetings with design managers and so on

I want more sketches from the designer

depends on the designer, some is harder to work with

Flera beslutsled hos designers

Detta är väldigt individuellt, designers är olika.

Den direkta kommunikationen brukar funka bra, det är mer att de måste inse hur vår arbetsinsats och tidplanen går ihop. Att vi måste hinna med att både få in deras designändringar OCH allt färdigställande med detaljer efter det till en viss deadline. De vill gärna jobba med sina designskisser in i det sista, och sedan finnsminimant med tid för oss att färdigställa, och vi måste jobba extra och/eller förskjuta deadline.

Lack of experience from young designers or overstressed design managers.

Designkommunikationen fungerar bra. Däremot är det betydligt sämre med den gemensamma tidsplaneringen.

5. c) (optional) Do you have any suggestion on how the cooperative work between you and the designer can be improved?

9 responses

proper project management: good design sketches and not only rough ideas

Mostly it's about finding out how to work together. Usually it's lack of communication and not lack of tools for communicating that is the problem.

To be seated closer for faster interaction, modellers to be more integrated in design decisions.

Sitta tillsammans project. Modellörer, designer och studioingenjörer

Fler skisser, kan vara riktigt enkla linjer. Vissa designers ger massor, och vissa inga alls i princip. Att designmanagers är tydligare till sina designers när det gäller tidplanen, att de måste räkna in modelleringsarbete som tillkommer efter deras designändringar.

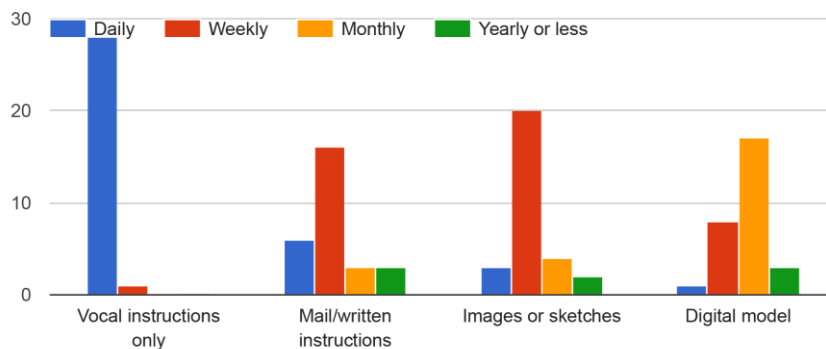
More sketches.

A more structured working layout in each project.

better understanding of feasibility and actual proportions.

If there were less "yes men", input would be more consistent and workflow would be smoother

6. a) How often do you get the following design reference for developing digital models?



6. b) Which form of design reference do you prefer and why?

24 responses

sketches, orthogonal linework (sideview, frontview)

sketches and digital model , is the best way to communicate an idea/ product

skisser eller sektionsskurvor I alias

Sketches/images, much easier to have something to go back to and not needing to ask the designer for directions as often.

A clear direction regardless in which form.

All of them, but digital stuff is the most valuable since it's more precise.

A mix of all of them. Depends on the part of the car you are building up, the problem that needs to be solved, the personality of the designer and you own one. At the end, all is about being resolute and flexible, either if you are the designer or the modeler.

digital model. Easier to understand in 3D

Sketches and digital models

depends on the area and what time in the process, late vocal, early sketch

vocal + sketches

Vocal/digital model. Because pictures can lie, and written info can be too complicated.

images or sketches is nice to have, but vocal Q&A is always most effective.

Sketches and or digital models

Skiss, och ev en 3D kurva

Bilder/skisser. Det är tydligt vad designern vill, men inte så låst som en 3D skissmodell. Ibland är det riktigt bra att en designer testat sin design i 3D själva, tex i Alias eller Maya, då kan de bättre förstå problematiken, hur deras skisser beter sig i 3D. Men ibland tror de att de har koll och så har de inte alls tagit hänsyn till det vi måste, tex teknisk input, packning...

Vocal instructions with sketches.

Sketches from the WIP Alias file

sketches, simple digital models

all of them... together

Sketches. They do not need to be fancy.

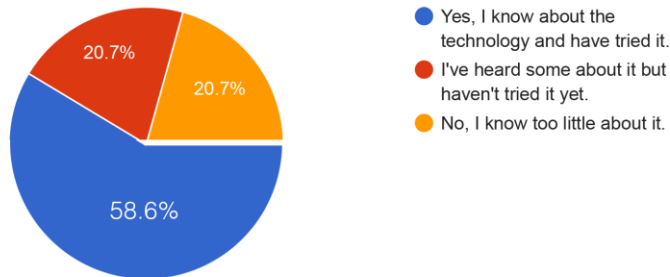
Alla är bra vid olika tillfällen. Större ändringar bra i 3D medan detaljer fungerar bra i skissform

a sketch over the real proportions with thought thru sections. Alt, Curve model

Beror på vad det ska beskriva

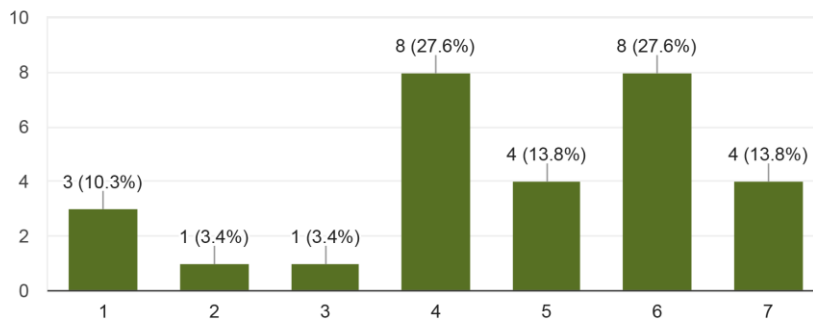
7. Do you consider yourself familiar with VR-headsets (HTC Vive/Oculus Rift or similar)?

29 responses



8. a) In general, how do you feel about using VR in your workflow?

29 responses



8. b) (Optional) If you are sceptical, please explain why.

10 responses

the strength of modeling is being able to have views... if these are looking good, the resulting model also looks good

tror inte vi kommer rita något som är användbart inom 3-4 år i vrmodellering.
bra att köra vr reviews i men inte mer än det på ett tag.

Depending much on where and why in the workflow. Could be worried that it "just another cool innovation", much like for example 3D-glasses. It IS cool, but the question is where, when and why we should use it.

Too asocial, there's too much vocal communication within the team for wearing any of the current VRheadsets. As it is now, it's almost an issue having to remove the headphones if you use them while working because you need to

talk to people. AR might be more useful but I still think that we are pretty far away from actually using it, tech isn't mature enough.

No skeptical, but again, there will be cases where it can be used and cases where it can't. I see VR as a powerful tool, but still more as a supplement than as a main tool.

However, it depends on the task we use it for... Although, I'm looking forward to get surprised by the VR capacities.

I get too nauseous while using it

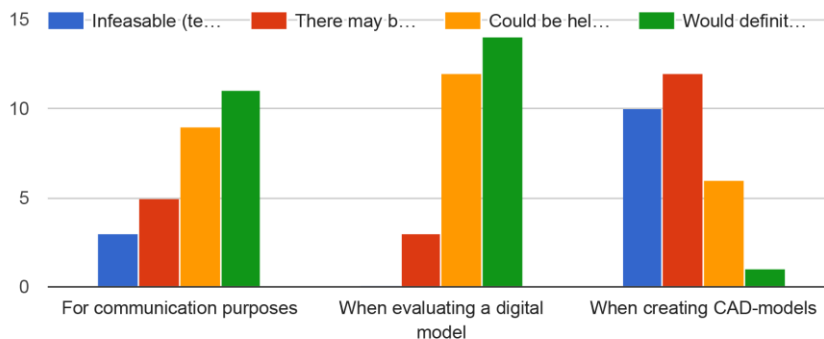
Tveksam om det funkar Class-A fasen men däremot concept.

Det blir nog bra, men kräver en hel del tid att komma in i det, tid som tas från det arbete som förväntas av oss idag, och som är planlagt i projekten. Så detta måste vi få extra tid för att lära oss.

VR as term is not very specific. Some call a simple 3D model already VR. Some mean with VR just Visualization.

Svårt att se att det ska hjälpa mig i dagligt arbete, men säkert bra i designreviewer

9. a) Considering your current workflow, where do you believe VR could be beneficial? Please rate the different areas of use correspondingly:



9. b) (optional) Do you have a suggestion in how VR could assist in your work?

12 responses

Maybe for reviews when it's difficult to meet up in person, due to geography/logistics

A fast way to review the model and changes in a realistic way

evaluate proportions

Surface quality check

Evaluating models with more realistic field of view/sight-lines. Better understanding of size of things.

Design reviews

Just nu, utan att jag egentligen vet något, känns det som att det främst är för visualisering under arbetsprocessen och för reviews. Att använda det för modellering känns långt bort. Men som sagt, jag är inte insatt, det är bara hur det känns.

No

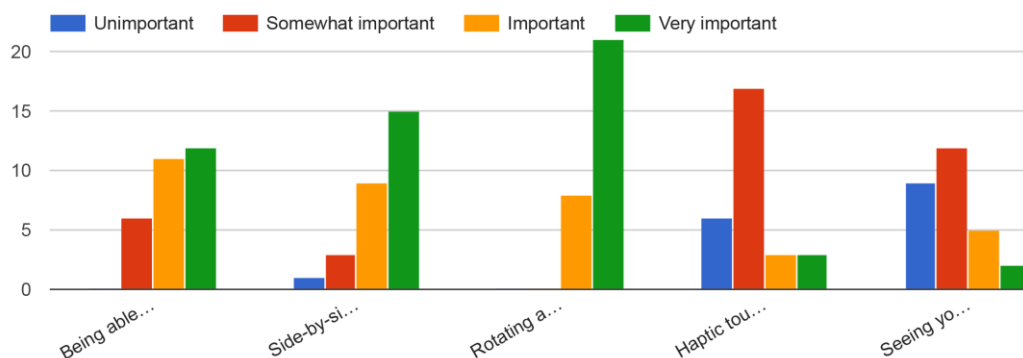
Only meaningful if the threshold to use it is low. Day long preparations, additional gear and painstakingly calibrations are counterproductive.

In sensitive views, especially in exterior 3/4-views. To get a life size perspective.

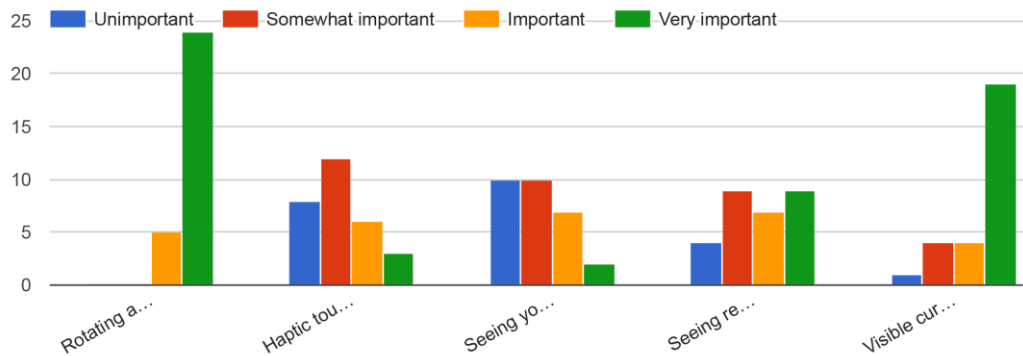
Multi user- create editable sections, proportional crv models and easy scaling and rigging to modify existing models. maybe create easy material splits.

nej

10 a). What would you deem important when evaluating a digital model?

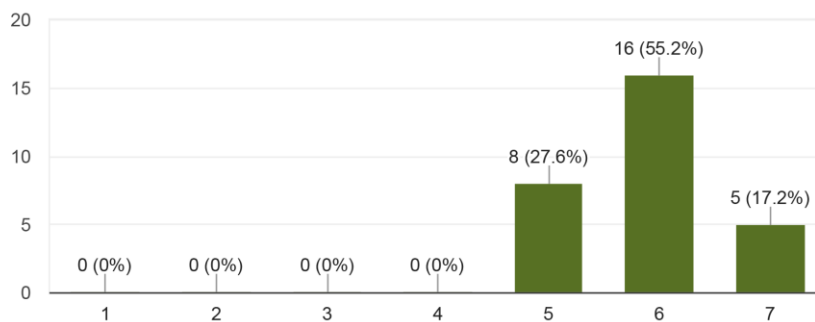


10 b). What would you deem important if you were to use VR when creating a digital model?



11. a) How well does your sense of form correspond when comparing a CAD-model to the real life clay-model?

29 responses



11. b) Despite the digital trend, many believe that clay-models will still continue to be an essential part in evaluating car design. Why is that do you think?

21 responses

yes, in combination with milling machines

knäcker man "att kunna känna form" och se andra i glasögonen markera områden som man tittar på samtidigt och får bort sladdarna så kanske

People feel more comfortable in a real life environment to trust their senses.

Clay models will never go away I think, partially because it's important to get a sense of the volume but also that it's traditionally how you design a car with clay and car industry is conservative when it comes to this.

mostly due to the coherence with the environment, that makes it real: this is the lighting, proportion (other objects around and the self awareness of ourselves), the touch possibilities and the lack of any possible distortion that a Mathematical perspective from a software could cause... versus the real perspective; the one we are use to.

I do not know

Its the best way to validate a design in real world for now

clay models is good

its easier to see propotion, and the VR quality is to poor still (hard to se surface quality)

The human eye has different field of view/perspective vision than on a screen. The sense of scale and volume and relationships is therefor a little deceptive on the screen.

I think a digital model can't replace the feeling of the design. Or maybe someday it will...but in my experience, even if you know the design well, rotate it from every angle in 3D - actually seeing and touching the claymodel always refreshes your perspective.

I think clay-models will still be needed in the future

Se i verklig miljö. Känna. Känsla för storlek på produkten

Absolut, att ha det fysiska, befintliga i naturlig storlek framför sig, direkt och snabbt åtkomligt för flera att se och prata kring är viktigt. Just skalan gör skillnad, att vi modellerar i mindre skala och sedan kan se det i full skala gör skillnad.

Because they represent the reality.

Because we live in a physical world. If the product will be physical in the end it should be evaluated physicly as well.

You will always need a 1:1 life size model for proper evaluation.

Interiör är det väldigt viktigt att kunna sitta i bilen och få en känsla för linjer och proportioner. Funkar också i VR men inte lika bra. Men VR är ett väldigt bra komplement.

because its real. no altered proportions or lights. and you can feel the surface.

It is just a (very useful) step in between

Krävs extreme skicklighet att tänka riktig form från digital. Långt ifrån alla som klarar det. Riktiga modeller måste finnas, men kanske färre.

This content is neither created nor endorsed by Google. Report Abuse - Terms of Service - Additional Terms

Google Forms

Bilaga C – Fokusgrupp

Nedan följer en transkribering av en ljudinspelning som gjordes under utförandet av fokusgruppen. Fokusgruppen pågick i drygt 1 h 10 m. Gruppen informerades om att de spelades in och det som sägs ska användas för en publik rapport. Namnen på individerna har ändrats till bokstäverna J, M och G.

J – jobbat 2 år, direkt från skolan, surface designer, konceptavd

M – jobbat sedan 99, expert inom modeller, jobbat inom alla avdelning. Fokus på exteriör senaste decenniet.

JOBBAR FRÄMST I ALIAS (J lite Maya)

G – interiördesigner, arbetat på både Volvo och Saab sedan 2004. Exteriört och interiört, men nu endast interiör. Oftast i konceptfasen, dock även produktionsfas. Arbetar tätt med konceptmod. Arbetar gärna i maya – snabb polygonmodellering.

Vad krävs för bra kommunikation?

Allt är viktigt i kom – skiss, kurva, modell, oralt osv. – kan inte utesluta ngt.

J – allt är viktigt.

Gäller att vara flexibel i kom – inte alltid man kan kräva skiss tex. Om tätt med tid då pratar man igenom det istället, och det kan vara bra, sedan

”om man själv inte fattar det så är det inte säkert att designern heller gör det”

G – händer hela tiden

Man gör det tillsammans

Om det ont om tid, vad föredrar ni?

M – designern brevid mig. Dra upp en del grejer tillsammans. På väg att sätta sig så kan man köra på på egen hand.

G – olika beroende på vem man arbetar med (vilken modellör). Vissa mod vill bara ha skissar, vissa vill ha 3D. försöker att vara flex för att se vad modellören vill ha för input. I min värld – 3D modeller det bästa, men så är det inte för vissa modellörer (vill ha annat underlag). Om jag gör det i 3D mod, så tar modellören det som FÖR konkret data, att de blir för hårt styrda. Så det blir en balansgång.

Finns det något specifikt tillfälle då KOM inte fungerar?

M – Om man kör igång något och att man inte träffas på ett tag – om det tar för lång tid emellan så tappar man det.

J – om det går för långt mellan avstämningar (håller med M)

Fråga från enkäten – många som ville att det skulle finnas mer skisser som underlag.

M – från fall till fall. Ibland skönt med skiss för att förstå, ibland överflödigt att man inte behöver det. ”ska höja den detaljen 3mm, då behövs det ingen skiss”

J – skönt att ha en skiss vid sin dator, att ha ngt brevid att relatera till. Ngt att snurra tankarna på.

M – och det finns oftast en skiss, ngt som är valt i grunden. Grunden till att ”man drar igång” (med ett projekt/modell).

Är det bra att få en skiss som är väldigt korrekt? Awtt man får många olika vyer med texter.
M – svårt att sätta olika vyer i skissformat (få dem korrekta).

G – omöjligt att få dem korrekta. Svårt att få dem korrekta. Ingen som kräver dem. Blir alltid en key.-skiss, kommer alltid att gå ifrån den genom iterationer. Blir aldrig som ursprungliga skissen. Kommer alltid att finnas iterationer. Det är essensen (känslan) i skissen som man vill åt /framhäva till modellören. Tre linjer som är grunden, som sätter upp allt, kan behöva skifta för att få det att funka – något som framkommer genom iteration när man vbäl börjar snurra på saker i 3D.

M – rent exteriört med kvartsvy framifrån är väldigt bra i skissform. (snett framifrån – tänk framlyktan på en bil, hörnet ås man ser både sida och front)

J – en perfekt skiss är svårt för en designer att få till (på papper) i 2D ifrån 3D, kan föredra att få en ganska enkel skiss när jag ska göra något, att man bygger snabba förslag och sedan diskuterar dem > itererar fram ngt.

EXEMPELSKISSER LÄGGS FRAM PÅ BORDET:

Är det något ni föredrar som utgångspunkt?

G är bra – att man skissasr på CAD modell (en utskrift av den) (M)

A är väldigt bra att börja med – den säker mycket gällande sektioner osv. (J)

C är bra för små förändringar, men är några skisser på vägen dit, innan man kommer dit. (J)

G – ser ut som en ganska normal process (gällande alla skisser). A ser ut som det brukar göra i början (keysketch), och sedan går det vidare till D, sen C. ser inte detta som skisser utan det är bara modifieringar/små förändringar.

J – den är svår att prata om (ngn skiss, B?), svårt att göra något utan att diskutera fram. C kan man klart se att "där ska det vara skarapare hörn".

M – softer / sharper på C, men hur mycket? Antar att man pratar samtidigt som man går igenom skissen så att man vet hur mycket. Går från runt till fyrkantigt, där vet man direkt vad som ska göras. Gällande B, den tror jag inte att man hade kunnat göra så mycket med om den baraw låg på skrivbordet utan något annat. D är självklar. A är en start, bara att köra på. C är bra för att se sektioner, vad händer där inne? Så att man förstår de olika materialen.

Bra att få en handritad skiss?

J – räcker med att få A för att göra något, få till en modell.

M – är inte svart/vitt, måste vara flexibel med underlaget

G – instämmer – flexibel. Underlaget ser olika ut i olika faser. Skiss A, grunden. Måste göra något sådant för att komma igång, går inte att beskriva i ord, måste skissa fram något visuellt.

G – bra att kunna prata kring konstruktion av ytor som utgångspunkt (ref D), måste ändå ha utgått från något som A, och sedan iterera vidare

M – D kan man mäta sig fram till, det är bra,

G – instämmer, flytta teoretiska hörn

M – kan se vad som ska flyttas/ska bort tydligt.

Stör ni er något på att det är en perspektivvy? Känner ni awtt man behöver ortografisk också?

M – olika från fall till fall. Det är en grånzonen.

G – från designer till designer och från person till person – olika.

G – D kan def misstolkas av vissa modellörer, då kan ortografisk behövas.

G – viktig att få en perspektivvy, något som alltid är återkommande. Interiört – att man får perspektiv från förarvyn.

M – missa vissa viktiga bitar om man bara ser det från ortografisk vy. Krävs perspektiv också.

Kan man summera att man måste utgå ifrån en grundskiss, men att man sedan får 3D modell som någon har skissat vidare på?

G – behöver inte vara tidsbrist, är alltid att man börjar med ngt som beskriver form och sektioner. Man behöver iterera fram för att nå designerns vision. Det behövs mellanliggande skisser för att nå visionen.

M – innan A kom till så kanske det fanns det 20 såna. Lång process. Sollat ut, 5 kvar, sedan 3, sen den slutgiltiga.

GÅR IN PÅ VR

VAD HAR NI FÖR ERFARENHET

Mic – testat "cyklopen" (Vive). Testat i våras – göra en kvalitetscheck/Genomgång försöker att följa de punkter som sagts genom HMDt. Har testat det i Concept AD. Hade fysiskt lera fräst (lackat) och VR – tittade på konceptet i Alias innan den vart fräst. Var för grumligt i VR – skärpan fanns inte det.

G – kollade du väldigt detaljerad ytkvalite då?

M – Ja, svårt att hitta problem iom att man inte kan se tydligt. Generellt dålig skärpa och upplösning vart man än kollade, oavsett ut HMDt var tiltat, Men fick iofs hjälp med att sätta det på mig (så kanske inte fick på mig det helt optimalt).

G – har inte jättestor erfarenhet av VR. Håller på med VR upplevelse nu. Fysisk begränsning så som det är nu – att man ser pixlarna. Kommer inte ifrån det förens tekniken utvecklas – att upplösningen blir bättre.

J – upplevde samma sak

G - är som att titta på en gammal TV – dålig upplösning. Tror att det kommer att fungera mycket bättre med en "super Hi-res skärm", då kan den fungera till att evaluera även superfin ytdefiniering.

Även fast upplösningen inte är den bästa, hur upplever ni volymer i VR?

G – fungerar bra att utvärdera interiörer i VR. Har dock inte använt det så jättemycket.

Interiör ser större ut i CAVE än i HMD. Tror att det är mer korrekt i HMD – storleken. Känns mer korrekt rumskänsla i HMD. Den är väldigt trevlig i VR.

J - Bra att sitta i VR – interiören – sitta som förare i förarsitsen och bedöma saker därifrån. Känner att det är extremt effektivt.

Bygger interiörer – är det "spot on" i VR eller blir det förvrängt?

G – Det är lite det jag funderar på (om det blir förvrängning i VR). Min känsla är att den är ganska korrekt i VR(HMD) – volymer och rum. Tycker att det fungerar bra.

J, din erfarenhet förtutom testet du gjorde nyss?

J – har testat det en gång innan. Då skissade jag och satt i en bil, gick även runt och tittade på exteriören. När jag gick runt bilden – var ett år sedan cirka – har lite för lite erfarenhet för att tala om jämförelse. Hade varit intressant att kunna A och B testa VR och lera – stå i

samma position för att avgöra om de upplevs lika. Man kanske upptäcker något fel i VR, kollar lernodellen, är det samma fel där? Får man samma känsla? Har dock inte testat så mycket VR, svår att säga mer.

INTEGRERA VR I ERT WORKFLOW. Eval, mod och kom. Vart mest potential?

J - kommunikation. Man står i en viss vy, som jag gjorde innan, testa att dra i punkter – tror inte att det hade gått att modellera i det. Utvärdera en modell hade nog fungerat.

M – när vi hade review och TOMAS kollade genom VR, så fick man se vart han kollade (på en skärm), och det är viktigt att se det från hans ögon. Annars kan det vara svårt att se vad han kollar på om man bara ser hans feed genom en skärm.

G - om man bara kollar på en skärm och ser det Tomas och Robin kollar på så är det svårt att avgöra exakt vart de kollar, exakt vilken detalj de kollar på. "Upplever det ganska fladdrigt att kolla deras feed på en skärm". Gällande kommunikation, så borde man kunna ha design reviews genom HMD med folk från olika kontinenter/land, i samma VR rum (virtuella rum), alla har ett headset. Att man kan placera sig själv i förarstolen och chefen i passagerarstolen, att man bara kan ha en virtuell hand och kunna peka på saker, det hade varit "awesome". Att kunna kommunicera även fast man inte är i samma fysiska rum.

M – håller med. Skärpan måste också bli bättre (pratar om upplösningen)

G – det jag saknar med VR reviews är att man får stå utanför och se på en skärm, och att man då inte kan vara inne i VR-världen tillsammans. Så är det också i VR-caven, att en styr, alla andra mår illa som står runt omkring. Jag aldrig upplevt en set-up där alla på sig där man är 2, 3, 4, 5 personer i samma scen och kommunicerar men det borde gå att få väldigt bra.

Om man ser vad den andre ser på en skärm är det något mer ni känner saknas än bara helhetssynen?

G: Hur tänker du?

Ja, till exempel ens händer, något att peka på, visa vad man menar?

G: Ja det tror jag är nödvändigt. Det måste vara någonting som man kan ta på – på modellen så att man kan pin-pointa, lysa på den för att se att de här kollar vi på, det är det området som gäller. Ja måste kunna kommunicera på något sätt?

Tror du det skulle räcka för att göra sig förståelig?

G: Det är ju bas-bas funktionen. När vi satt i en set-up och jämförde en bils interiör där man kunde snitta den i sektion, det var asgrymt för att kunna dela upp och visa snittet men du måste ju fortfarande kunna säga att det är just HÄR (pekar) på det snittet jag vill diskutera. Så hur man liksom kan kommunicera, peka, rita, createra (create) saker.

När ni gjorde den evalueringen av bilinteriören och inte hade såna redskap, hur gjorde ni då för att kommunicera till varandra? När det bara var en som såg?

G: Man fick se vad han såg på en skärm. Vi bara testade med en åt gången som bara fick köra runt. Kom faktiskt inte ihåg exakt.

Hur många kan det vara på en sån review?

G: Njae osäker, vi har ju inte såna reviews egentligen utan det vara bara ett test. Min erfarenhet av VR är verkligen begränsad men jag tycker det verkar bra. Definitivt ett verktyg värt att fortsätta kolla på och utveckla.

Känner ni någonting mer VR kan vara bra för?

M: Njae, för evaluering och kommunikation tror jag. Ah, det hade varit coolt om det funkade att modellera det hade varit något.

J: Ja, det hade varit väldigt roligt (syftar till modellering) att få röra på sig och rita än att sitta. Ja om det hade varit lika exakt, lika bra liksom. Då hade jag nog föredragit att göra det under timmarna på dagen (skrattar).

M: Men går man från de verktyg vi håller på med idag, det är ju precision på tusendelar. Det är vi vana vid. Och det vi ser, det är en otrolig skärpa. Det är... om man skulle backa 20 år i tiden så här och jag skulle chansa på vad som skulle finnas nu 2018, då hade jag ju trott att det var ännu coolare grejer. (skämtsamt) Jag tycker att tekniken gått för segt fram. Ett hologram varför kan man inte bara smälla upp med det som i Star Wars ungefär? Hade det varit drömscenariot att kunna få till det? Ett hologram?

M: Det hade varit schysst.

M: Skulle inte du vilja göra det?

G: Jo det hade varit bra.

M: Då slipper man ha de här grejerna på sig (syftar på HMD)

KARL: GENERELLT VAR FOLK GANSKA POSITIVT INSTÄLLDA TILL VR ENLIGT ENKÄTEN. EN DEL VAR SKEPTISKA OCH GAV FEEDBACK – EX. VAD SOM ANSES VARA PROBLEMATISKT. VI HAR MED NÅGRA CITAT FÖR ATT SE VAD NI TYCKER OM DEM:

[Lägger fram citat på bordet]

G: jag håller definitivt med om "den" – just nu får man flytta omkring headsetet – om man ska göra en review så ska alla ha headset på sig för att kolla på samma sak, för att se alla i rummet (VR-rummet). Det ska gå snabbt att komma in i VR – det ska inte vara en startup tid (ex "det ska preppas osv, det blir planeringsjobb i två dagar för att det ska fungera" – inte bra"). Det måste implementeras i pipeline så att det blir effektivt. Det är just det den här kommentaren säger – att det inte är implementerat rätt ännu, och då blir det en startup tid.

G: gällande citatet om att bli åksjuk – den har inte jag något problem med, men det är olika från person till person – vissa blir illamående men inte jag.

M: Det är nog en vanesak bara

D: Mjae, jag vet inte. Åksjuka vänjer man sig inte vid direkt.

M: Men jag vet när man började med Alias så tyckte man att det vart lite snurrigt i början så...

G: Jo men så kanske det är, men jag tror också att det har med kvalitén att göra – framerate osv – det måste upp i en viss kvalité – ju bättre kvalité ju mindre kommer det att påverka folk negativt. När det börjar lagga och VR-världen inte stämmer överens med vad du gör [hur man rör sig?], det är då det kan bli lite kajko.

M: Jag håller med vår talare här.

G: Förlåt, jag pratar för mycket.

J: Håller också med.

KARL: Detta med att det är svårt att implementera i nuvarande pipeline. Hur tänker ni mer specifikt att det ska fungera? Utveckla – hur ska det implementeras på ett bra sätt?

M: Dels ska det komma upp i en bra kvalité innan man kan göra det, tror jag. Det är dumt att börja med något när det inte är fullt utvecklat.

J: Ja, det måste vara bättre än det vi har [nuvarande tekniken]

M: Eller vad är det vi pratar om – evaluering eller kommunikation? Eller att vi ska rita bilar i det, för det tror jag ligger längre bort.

KARL: Tänkte mer praktiskt – hur ska det användas – vill ni att det ska ligga ett HMD vid erat skrivbord exempelvis, som ni eller designern kan ta på sig? Eller vill ni ha en VR-zon som man går bort till?

G: Optimalt så hade jag sett att man har egna headset – det vore asgrymt. Men isf. Skulle det ha vart att man direkt kan länka in VR i Alias eller Maya så att det inte blir någon prepp-tid emellan – man ska inte behöva exportera eller "shejda upp", ta in det i VRED, gå till viz-avdelningen, boka tid med dom osv. Typ att det tar tre dagar, sen kan man titta i VR. Det ska vara – "plonk" – och så fungerar det.

M: Håller med. "Det ska vara lika enkelt som att koppla in ett par hörlurar"

G: Ja "lika lätt som att starta Alias liksom", så öppnar man upp en modell så ska man direkt kunna hoppa in i VR.

G: och isf tror jag inte att kvalitén behöver vara top of the line heller, för isf. Blir det en konceptuell utvärdering – det är som att kolla med flat-shaders i Alias, vilket vi göra hela tiden också – vi går ju inte alltid in och pressar Alias till max för att kunna göra en utvärdering. Och därför tror jag att man kan göra utvärderingar [vissa utvärderingar antar jag?] i VR just nu – att utvärdera volymer genom endast grå standard-shaders – det är något som görs dagligen.

M: Det är kanske olika för olika designers [eller olika mellas mod och design?] – du har ju modeller där det rör sig om centimetrar [syftar på G] – när man arbetar konceptuellt. Ibland blir jag betrodd med ett omfång på 10mm där jag kan jobba omkring. Och ju längre det går mot klass A, så strängare toleranser blir det – då kan det handla om 1/10 mm.

G: Ja då blir det mycket svårare [att använda VR]. Men i startup-fas/konceptfas, och gällande större volymer så borde det gå [med nuvarande VR-tekniken]. Och gällande att skapa i VR – av det lilla jag har testat – tror jag att det ligger lite långt bort just nu.

M: Tror att det kommer att krävas väldigt mycket interface-jobb för att få in verktyg som känns vettiga och som går att använda – tror att det är mycket interface-jobb kvar där. Jag har iofs inte testat alla programvaror [för att skapa form i VR].

G: Det hade varit awesome om man kunde sitta ett gäng där med "sin IP", dra upp en kurva och sedan ändra den – att tweaka in den i VR-världen. Tror dock inte att det finns något program just nu som fixar det jätteeffektivt.

KARL: Känner ni andra något liknande gällande implementeringen?

J: Håller med om att det ska vara lika smidigt som att ta på sig ett par hörlurar, för att utvärdera – ska vara lika enkelt som att man flicka i datorn [Alias?] mellan ortografiskt och perspektiv – att man kollar perspektivet lite snabbt i VR, tar av sig glasögonen och att man fortsätter och jobbar som vanligt efter den titten. Det låter som att det skulle vara något man kan använda det till, något som man kan starta med.

Karl: Själva upplösningen är tillräckligt bra för det ändamålet alltså?

M: Nä, fast jag kanske är lite "pet-noga" också.

J: Men det är ju att man gärna vill se det tydligt och klart

M: och man ser inte riktigt det [tydligt och klart]

J: Om man jämför med datorn man har hemma som inte är lika kraftfull, där kan man inte ha samma kvalité och upplösning som på datorerna vi har här, och det blir en ganska stor skillnad.

Karl: Men tror ni att det är en diff där mellan designer och modellörer – att designern nöjer sig med att det är lite grynigare när man utvärderar konceptuella saker, men att modellörer har högre krav när den ska få till ytorna?

G: Ja, jag tror det. Jag tror att vi som är designers kollar på saker mer holistiskt kanske, medans modellörer går ner mer på millimeternivå – men det är iofs vårt arbete också i slutändan. I tidigare faser så är det definitivt något som går att utvärdera i VR

M: Om man har en modell såhär – föreställer sig en modell [blocket på bordet?] – så arbetar man ganska nära [inzoomat] men sen så backar man tillbaka och kollar helheten, designers tar ytterligare några steg bakåt och ser helheten, och sedan Tomas och Robin tar ytterligare några steg bakåt och kollar, och så litar de på folket som jobbar här.

Karl: Gällande jämförelsen mellan att evaluera former i VR och med en lermodell – klassisk diskussion gällan för- och nackdelar. I enkäten fick vi att det är viktigt att modellen är i en verklig skala, att det finns referensobjekt i menyn, att det är bra upplösning och korrekt ljus osv. Känner ni att det är något mer som verkligheten bidrar till?

G: Ieran kommer aldrig att försvinna, för den kan du ta på – du kan utvärdera med känsel. Det är något jag måste göra. Jag ser inte alltid imperfektioner utan måste känna dem. Hur ska man utvärdera en ratt i VR som är något som man ska kunna ta i liksom?

Marcus: Gäller samma sak när man utvärderar exteriört?

G: Vet inte riktigt, har inte arbetat så mycket exteriört.

M: Man är otroligt känslig med sina fingrar alltså. Så det är lättare att upptäcka fel med dem. Men om man utvärderar en ratts baksida, så är det inte lika lätt att se baksidan, och då vill man ju känna där med sina fingrar liksom.

G: Men gällande att implementera VR, så är det väldigt kostsamt att framställa leran, men jag tror inte att det kommer att försvinna. Man behöver det fysiska då det faktiskt är fysiska produkter vi gör. Men jag tror att VR kan implementeras däremellan, så att när man väl fräser fram lermodellen så kommer det resultatet att vara närmare det man har tänkt sig [– som ett extra iterationssteg för att få en bättre lermodell].

M: Sen kan det vara så att man har kollat igenom en modell och allt verkar vara väldigt bra, sen så fräser man upp den, sen så hittar man ändå grejer som man inte har tänkt på när man kollar modellen i datorn, så vissa grejer kommer fram tydligare i en fysisk modell.

Karl: Som vadå?

M: Typ något förhållande mellan saker. Det kan vara att man går runt modellen på rätt sätt, att ögonen är på rätt ställe/rätt höjd i förhållande till modellen. I datorn kanske det blir att man kollar lite för lågt på modellen [att kameran är för låg],

G: Men det är just där jag tror att VR skulle vara till hjälp – att kunna minska de "surprises" man får när man utvärderar leran. För man ska ju kunna gå runt modellen i rätt ögonhöjd och

M: Ja det kan vara lite överraskande sådär ibland – att vissa gaps kan se för breda ut i vissa vinklar, som man inte ser i datorn, men man blir förvånad i verkligheten. Men jag tror också att man skulle kunna använda VR för att få mer "mogna fysiska modeller".

Marcus: Hade det funkat att se dessa saker med den nuvarande VR-tekniken?

M: Jag tror faktiskt det

J: Jag tänkte bara på en sak – sedan när jag först började här och fick uppleva den första utfräsningen av en bil som man hade jobbat på, och den känslan när man går från att kolla sin detalj i datorn och jämför med att gå ner till leran och kolla, man lär sig efter ett tag att få en bättre känsla för hur det fungerar i verkligheten med lermodellen, men i början var det en rätt go känsla att få gå och se modellen i full storlek och känna på den för att verifiera det. Det ger något extra som är svårt att förklara.

M: Men det är iofs också tvärt om ibland – att man snöar in sig på saker i datorn i mindre detaljer som ändå inte syns i leran i slutändan.

G: Jag håller med om att man lätt fastnat i små detaljer. Det blir alltid annorlunda från vad man har förväntat sig när man spanar in lermodellen. Jag tycker att saker känns mindre i verkligheten. Det kan bero på att man sitter så extremt inzoomat i datorn när man arbetar, och där ser allt så väldigt stort ut.

M: Håller med, även former kan behöva överdrivas i datorn för att de ska se bra ut i leran. Så även fast man tycker att en viss kurva är tillräckligt krökt i datorn så kan man ändå behöva överkröka den för att det inte ska se platt ut i verkligheten.

G: Men det tror jag också är något – att det kan vara lättare att se proportioner i VR. Att behöva se hur mycket man ska "pumpa ytor" för att de ska se bra ut i verkligheten kan funka i VR, men där kvalitén behöver vara bättre än vad den är nu.

Karl: Är helheten något ni kollar på hela tiden under processen här på Volvo, eller är det mer i början? Att ju längre det går, ju högre detaljnivå blir det.

G: Att man kollar från driver view?

G: Robin brukar alltid fråga efter det. Spelar ingen roll hur tidigt i processen det är. Kanske inte i skiss-nivå, men så fort det börjar att bli något modell av det.

M: Verkliga vyer

J: Att kolla underifrån på en bil – då kan man se en del konstiga saker. Där är det itne samma spel mellan alla linjer. Om man kollar från någon konstig vy så ser det konstigt ut, därför brukar man kolla från en vanlig vy.

M: Det kan man göra med en modell också – att vända upp och ner på den för att kolla på hur olika kurvor förhåller sig. Kollar man exteriört så kollar man oftast från förarsidan, kan se konstigt ut om man kollar från passagerarsidan ("wedges och vinklar").

(Avtackningar)

Bilaga D – KJ-analys

Tron på virkeligheden

...comment to trust their services

over-sensitivity to the touch possibilities and the lack of any possible distortion that a mathematical perspective from a software could cause... versus the real perspective; the one we are use to.

antes de en mycket god åttio förhållande över 30-års - var tross kunnat hjälpa till

-because we live in a physical world. If the product will be physical in the end it should be evaluated physically as well.

Arbeidsforholdene i dag er gode, men jeg vil gjerne ha mer ansvar. Så ett år har man valgt fraker fram for løn, og det er en god måte å øke motivasjonen på. Men det er viktig å ha en god leder som kan motivere og inspirere. Det er viktig å ha en god leder som kan motivere og inspirere.

PROPORTIONALITY

further) and there are all the other ("various") opportunities to share it.

The sense of scale and volume and relationships is therefore a little deceptive on the screen.

Absolut, att ha det fysiska, befintliga i naturlig storlek framför sig, oberoende av synvinkel och förhållanden. **Absolutt**, för flera att se och göra betydligt. Just skalan är snarare absolut än relativ. **Absolutt**, att vi modellerat i mindre skala och sedan kan se det i full skala eller skillnad, att vi modellerat i mindre skala och sedan kan se det i full skala.

clay models will never go away I think, partially because it's important to get a sense of the volume but also that it's traditionally how you design a car with clay and car industry is conservative when it comes to this.

⁻¹²⁵ easier to see proportion, and the VR quality is to poor still (hard to see surface quality).

LEUBBENFELDER - 449036

Jeran kommer alltid att försvinna. För den kan du ta på - du kan utvärdera medlet. Det är något jag måste göra. Jag ser inte alltid imperfektioner utan bara det som jag vill ha. När ska man utvärdera en rätt i VR som är något som man ska kunna ta i tillhand?

Modeller i systemera spelar en viktig roll för verifikation och gemensam plattform - enkelt att ge synpunkter

Man är otroligt känslig med sina fingrar alltså. Så det är lättare att uppfatta fel med dem. Men om man utvärderar en ratts basistid, så är det inte lika lätt att se basistiden, och då vill man ju känna där med sina fingrar liksom.

-I think a digital model can't replace the feeling of the design. Or maybe someday it will...but in my experience, even if you know the design well, rotating it from every angle in 3D - actually seeing and touching the claymodel always refreshes your perspective.

Örd och krosspråk + se varandra gör kommunikationen naturlig och förståelig

Model for better off a quality indicator on a feedback data for
Designation in the bar for the system as a consequence

3. Tidigt skede (pre-krænk) kan medføre alvorlige og ofte dødelige

Good text for writing for football athletes

polymer modelling awards for all student FA app volume

modellier apparatus om tid floms för att ge förbättringsförslag på konstrukter

¹ J. J. S. and T. J. S. are both from the same family. The authors are grateful to the referees for their constructive comments.

```
modelieren sug) | injektiv, transitiv, unregelmäßig, Konjugation:
stammen und Gelehrte konjugiert
```

En av gästade visningskvällen
omika mellan mod och design? - Det är kanske omika för omika designerna [eller

85-90% kontroll i övergången godtagbart i konceptstudie

varas vid. Och det är
en mycket, det är i
ter, det är en oförlig
skarpa.

Majoriteten av arbetarna svarar främst på "ja".

designated either "action project" or "logistics project" and have duration

-to be used (later for factor interaction models)

... van de ...

Shorter der man nicht : Ich würde gerne "Shin Forest"

¹Det är alltså i sådana som man vill framhålla till modellerna. De tolv som är grunden, som sätter upp all, kan betyda sålunda för att de är det enda nägot som frammanför genom iteration var man vill beröra något på sådant i en.

... was given each model 1100 and 1800

... (illegible) ...

... on the way to the library for the first time.

Special offer 70% for bra communication

starkt att vara tydlig och förstärkt varandra fullt ut

... you work with. ... communication setting. So it differs project to project.

Bilaga E – Workshop (underlag och data)

VR-workshop

Skapande och evaluering – 3D-skissning

Genomförande WS 1 – Modellörer ska dra upp kurvor i GS för att simulera ändring i form

- Modellörer ska testa att infoga kommentarer i GS för att uttrycka ändring i form

Berätta om konceptet – förklara vad vi har tänkt

Förtydliga att uppgiften kommer att vara utmanande, att inga förväntningar finns på att de ska få till en perfekt skiss och avsaknaden av verktyg – är endast till för att evaluera funktioner, för att ge en inblick i hur det skulle kunna gå till för att sedan diskutera nedanstående.

As you all have taken part in this workshop as well as the one with Jelenik, what are your spontaneous feelings about VR and its usefulness in context with your work?

10 min – kolla exteriört

PART I

1. How do you perceive the scale and proportions compared to the physical model (1-10) – does it feel natural?
2. Does the familiarity of the scene – the clay workshop - add something when evaluating the model?
3. Do you feel that something is missing to gain a better understanding when evaluating the digital model?
-eg. a reference object to get a better feeling for the scale. Color, light?

10 min – kolla interiört

4. Same questions regarding the interior of the car. (more focus on form and proportions than materials)
5. How do you think that this tool can be used in your current workflow?
6. How would you prefer to move around in the scene?
-eg. teleport, physically walk around the model?
7. Do you deem the digital model in VR to be a reliable source to evaluate form?
8. How would you like to communicate your thoughts to others when evaluating form like this?
9. Would it be important to see how the surface theory is built?
-if so, what would be the most important to see?

PART II

- 1 How do you assess the level of control, on a scale 1-10? What can be improved?
 - a. How does the weight of the controller feel?
 - b. Would you prefer the controller to be mounted in something to give a movement resistance? Eg. 3D-pen mounted in a robot arm.
 - c. Regarding the grip of the controller – does it feel less precise? (force-grip compared to precision-grip)
- 2 Do you gain a better understanding of the digital form compared to viewing it on a regular computer screen?
- 3 Do you feel that 3D-sketching could potentially be useful in your current workflow?
- 4 How would you prefer to receive this kind of sketch material?
- 5 Could VR be a good tool for communication?
 - a. Does it feel to isolated?
 - b. How important is it to continually see the person you are communicating with?
 - c. Would it be acceptable to be in the VR-world for a while, and then discuss the material afterwards?
- 6 Regarding the size of the workspace – which scale do you prefer working in? Would you prefer working in a larger VR-zone or at your desk/regular workspace?
- 7 Regarding communication – does it appear clearly what the VR-user is doing/working with on the computer monitor? How apparent are the following when viewed on the computer screen?
 - a. Text
 - b. Symbols
 - c. Curves
 - d. Surfaces
- 8 What would your dream scenario be for creating communicating conceptual work in VR?

PART III

Show sketches and start a discussion about:
What's missing? What's bad/good?

Bilaga F – Konzeptutvärdering

Utvärdering 1 - projektansvarig

Den första utvärderingen med projektansvarig hos Volvo Cars Design gav att slutkonceptet ska kunna vara implementerbart inom en tidsram å 2 år. Därför styrdes förfiningen av de tidiga koncepten åt att premiera funktioner och delar av dem som bedöms vara tillgängliga på VR-marknaden inom tidsramen. Det framkom även att lösningen ska vara enkel att implementera i det redan existerande arbetsflödet.

Utvärdering 2 - handledare

Den andra utvärderingen gjordes med handledare hos Volvo Cars Design. Gällande krav på den visuella kvalitén, där det tidigare ansågs vara nödvändigt av användarna att kunna urskilja detaljer på mm-nivå, kom det fram att detta inte bör vara ett krav. Om konceptet bara ska användas i konceptmodelleringsfasen så är det mer övergripande former man evaluerar, inte fina detaljer, vilket gör kravet onödigt.

Vidare framkom det att det inte är realistiskt att kunna evaluera material korrekt med den nuvarande HMD-tekniken, utan att fokus bör ligga på att evaluera form och proportioner. Förslag om att kunna se den teoretiska uppbyggnaden för den digitala modellen ses som användbart i samband med evaluering, och kan bidra till att veta hur man ska gå vidare med eventuella formförändringar.

Sammanfattningsvis bedömdes koncept om evaluering som något som definitivt kan implementeras idag, koncept om kommunikation som något som kan fungera inom kort och slutligen koncept om modellering som något som ligger mycket längre in i framtiden.

Utvärdering 3 - modellörer

Den fjärde utvärderingen gjordes med de två modellörer som deltog i den kommande workshoppen. De båda har lång erfarenhet inom branschen för bildesign – 30 år respektive 40 år – och har båda tidigare arbetat som lermodeällörer.

För att skapa form i en VR-miljö så framkommer det återigen att kontroll över formen är väldigt viktigt. Ett uttalat lösningsförslag är att ha ett 3D-grid i VR-miljön som man sedan kan snappa till, för att på så sätt få en bättre kontroll när man exempelvis ritar kurvor. Utan att få en bra exakthet och kontroll i skapandet så bedöms inte funktionen som användbar.

En farhåga om att behöva sitta med ett HMD under hela arbetsdagar uttrycks också, då en av modellörerna anser att det kan skapa illamående. Kortare sessioner å maximalt 30 minuter, som tidigare har föreskrivits i projektet, är i så fall att föredra.

Det uttrycks också att det är många modellörer och designers som jobbar på Volvo Cars Design, och att samtliga har egna preferenser i hur samarbetet mellan dem ska fortgå. En farhåga kan vara att ett VR-verktyg bara blir ytterligare ett av många existerande verktyg. Därför anses det viktigt att klargöra nyttan med detta nya verktyg, och att det måste tillföra något extra jämfört med de nuvarande.

Ytterligare åsikter gällande skapande i en virtuell miljö är att det i dagsläget finns ca 60 krav att ta hänsyn till när man ska skapa en bil i konceptstadiet – exempelvis avstånd för hjulbasen och maximala yttre dimensioner – vilket gör friformsskapande väldigt svårt utan att ha bra kontroll över de geometrier man vill skapa. Att ha grundläggande geometrier som utgångspunkt kan därför vara fördelaktigt. Ytterligare ett uttryckt lösningsförslag är att kunna skapa på detta viset, i VR, för att sedan göra finarbetet i Alias med VR-geometrierna som referens.

Utvärdering 4 – projektansvarig och handledare

Den femte och slutliga utvärderingen gjordes med både projektansvarig och handledare hos Volvo Cars Design. Under denna utvärdering visades delvis de tre tidigare koncepten men även ytterligare lösningsförslag för att ge en bättre uppfattning om hur det slutgiltiga konceptet kommer att se ut.

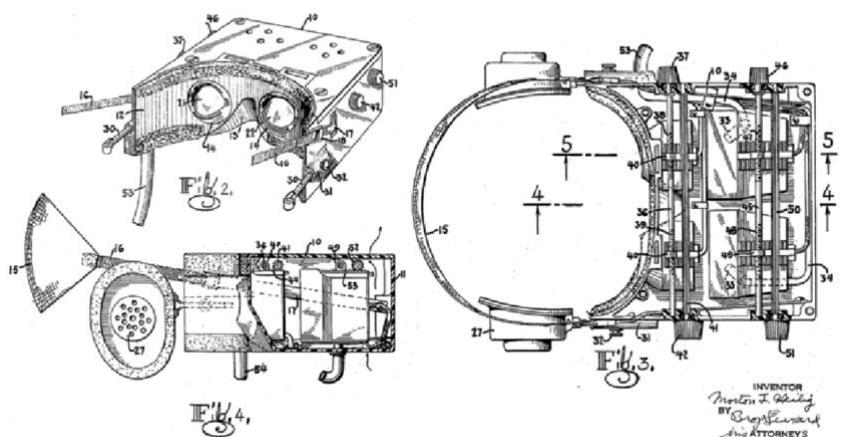
Återigen uttrycks det att det är viktigt att konceptet ger något av värde – något som kan implementeras inom kort och något som är användbart. Även att det tänkta konceptet är lätt för användaren att använda, och att det inte tar onödig tid i form av uppstart eller förberedelser. För att utvärdera interiör är det viktigt att exempelvis den stolen man sitter på är höj- och sänkbar då olika bilmodeller har olika sittpositioner.

Vid all form av skapande, såväl skissartat som slutmodellering, så anses det viktigt att information om exempelvis formförändring kan sparas. Detta för att det lätt kan återinföras i nuvarande verktyg för skapande (exempelvis Alias). Vid vidare arbete i det nuvarande verktyget så ska det gå att återgå till en tidigare version eller att enkelt arbeta vidare med förändringen. Vidare anses det även bra om gjorda förändringar av form i VR är icke destruktiva, exempelvis genom ett lagerbaserat arbetssätt.

Vid formbestämning i VR, som anses ligga långt in i framtiden eller att det kanske aldrig kommer att ske, så lyfts kontroll och exakthet som viktigt. Ett uttalat lösningsförslag är att kunna applicera tejpning i VR. Detta arbetssätt kan ge god kontroll.

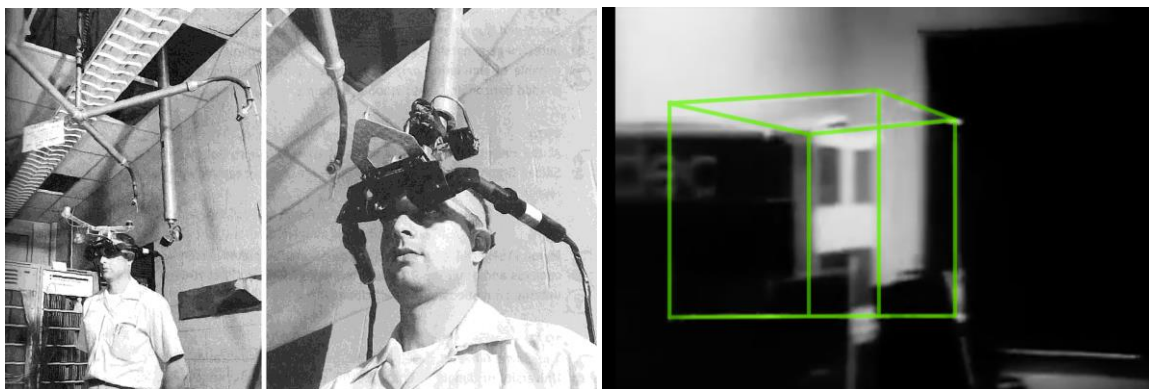
Bilaga G – Historia om VR

Ända sedan i slutet av 50-talet har HMD-tekniken utvecklats, vilket grundade sig i Morton Heiligs arbete med Telesphere Mask (fig.54). Hans arbete var endast ett koncept för en huvudmonterad skärm som skulle förse användaren med stereoskopiska stillbilder, en viktig milstolpe i utvecklingen då kommande arbete inom området fick inspiration av detta revolutionerande koncept (Fi.com 2018).



Figur 54 - Telesphere Mask patentritning (Heilig, M., 1960).

Utvecklingen fortsatte och i mitten av 60-talet lanserade Ivan Sutherland sin Ultimate Display (fig.55), vilket är den första fungerande yttringen av ett HMD som presenterar användaren med en rörlig bild. Ultimate Display ger en AR-upplevelse där enkla geometrier presenteras med hjälp av enfärgade linjer (Fi.com, 2018).



Figur 55 - Ultimate Display (t.v.) och användarens vy som visar en kub i AR (t.v.) (Sutherland, I., 1965). Den virtuella kuben till höger är färglagd i efterhand för att förtydliga objektet.

Under 70- och 80-talet sker utvecklingen av VR främst av den amerikanska militären samt NASA, där fokus lades på att även kunna interagera med den virtuella världen. Enligt ingenjören Mike Furness, som har arbetat aktivt med VR i ca 50 år, drevs dåtidens utveckling mycket av det amerikanska flygvapnet. Tekniken bestod i att tillämpa VR i form av ett HMD för att träna piloter genom att simulera visuella flygfärder, vilket även kom att involvera simulation genom ljud och haptik.

Vid 90-talet löpte flera patent ut i kombination med att den generella datortekniken utvecklats. Resultatet gjorde att VR exploderade i utveckling och popularitet. Exempel på yttringar av VR under denna tid är diverse konsumentprodukter i form av spel samt CAVE-miljöer (Voicesofvr.com, 2018). Dåtidens hårdvara var begränsad i sin kapacitet och sofistikerade installationer kunde ofta bli kostsamma. Boomen avstannade eftersom prestandan så småningom inte kunde förbättras till rimlig utvecklingskostnad.

År 2012 introducerade Oculus sin Kickstarter-kampanj för produkten Rift, vilket ligger till grunden för den senaste vågen av VR-teknik som har förnyat marknaden (Voicesofvr.com, 2018). Idag är de främsta aktörerna på marknaden HTC med sin produkt Vive, samt Oculus Rift. I och med denna iteration av VR så har tekniken blivit mycket mer tillgänglig för konsumenter, vilket har lett till en potentiell trend där tekniken utvecklas allt snabbare på grund av dess tillgänglighet (Voicesofvr.com, 2018).